

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE FEIJÃO DO GRUPO
CARIOCA CULTIVAR BRS ESTILO SUBMETIDAS À DIFERENTES
CONDIÇÕES DE SECAGEM**

DÉBORA AGUIAR MONTEIRO

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE FEIJÃO
DO GRUPO CARIOCA CULTIVAR BRS ESTILO
SUBMETIDAS À DIFERENTES CONDIÇÕES DE SECAGEM**

DÉBORA AGUIAR MONTEIRO
Acadêmica de Engenharia Agrícola

Orientador: Prof. Dr. VALDINEY CAMBUY SIQUEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal da
Grande Dourados, como parte das
exigências para conclusão do curso de
Engenharia Agrícola

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017

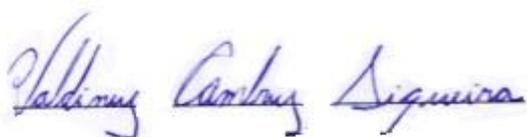
**QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE FEIJÃO
DO GRUPO CARIOCA CULTIVAR BRS ESTILO
SUBMETIDAS À DIFERENTES CONDIÇÕES DE SECAGEM**

Por

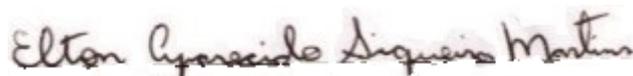
DÉBORA AGUIAR MONTEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRA AGRÍCOLA

Aprovado em: 23/03/2017



0Prof. Dr. Valdíney Cambuy Siqueira
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Msc. Elton Aparecido Siqueira Martins
Membro da Banca – UFGD/FCA



Engenheira de Produção Maria Heloisa Junqueira
Membro da Banca – UFGD/FCA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M775q Monteiro, Debora Aguiar
Qualidade fisiológica das sementes de feijão do grupo carioca cultivar BRS
Estilo submetidas à diferentes condições de secagem. / Debora Aguiar Monteiro
-- Dourados: UFGD, 2017.
26f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Valdiney Cambuy Siqueira
Co-orientador: Elton Aparecido Siqueira Martins

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) -Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal da Grande Dourados.
Inclui bibliografia

1. Germinação. 2. Phaseolus vulgaris L.. 3. Temperatura. 4. Vigor.. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por sempre estar iluminando e abençoando essa caminhada, tornando possível todas as realizações.

À Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD por tornar possível a realização desta pesquisa, dando todo o suporte em ensino.

Aos meus pais José Carlos Gomes Monteiro e Ivone Maria de Aguiar Monteiro por estar sempre presente ao meu lado dando todo o apoio, carinho, suporte, atenção e paciência, sendo fundamentais para a realização desse sonho, como exemplos de dedicação e superação. Ao meu irmão Hugo Aguiar Monteiro pelo apoio e parceria.

Meus Avós paternos Julia Maria Gomes Monteiro e José Monteiro da Rocha (*in memoriam*) agradeço pelo apoio, carinho e por estar sempre incentivando e participando de todas as etapas da minha vida e ser pessoas de grande importância para mim.

Aos meus amigos por todo o apoio e incentivo em especial a Anahy Assad, Fernanda Frutuoso, Michelle Souza, Priscila Jara e Ruth Jara.

Ao professor orientador e amigo Valdney Cambuy Siqueira, pelos ensinamentos, confiança, paciência e contribuição na realização da pesquisa dando todo o suporte necessário.

A Maria Heloisa Junqueira pelo apoio, pelos ensinamentos transmitidos, paciência e ajuda na realização da pesquisa. Obrigada por estar compondo a banca avaliadora deste trabalho.

Ao Professor Elton Aparecido Siqueira Martins pela disponibilidade de estar participando da banca avaliadora.

À toda a equipe de trabalho de pós-colheita: Álvaro, Camila, Caroline, Débora Marchiori, Ebert, Fernanda, Indianara, Larissa, Lucas, Rafael, Rodrigo e Quequeto, por toda a parceria, ajuda e para tornar possível a realização deste trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma auxiliaram para que esta pesquisa fosse realizada.

Obrigada!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	Error! Bookmark not defined.
2.1. OBJETIVO GERAL	Error! Bookmark not defined.
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	Error! Bookmark not defined.
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 CULTURA DO FEIJÃO	3
3.2. SECAGEM	4
3.2. QUALIDADE FISIOLÓGICA	5
4. MATERIAL E MÉTODOS	7
4.1. Colheita e secagem das sementes	7
4.2. Qualidade fisiológica das sementes de feijão	8
4.2.1. Condutividade Elétrica	8
4.2.2. Germinação	9
4.2.3. Primeira contagem de germinação	9
4.2.4. Índice de velocidade de germinação	9
4.2.5. Emergência	10
4.2.6. Índice de velocidade de emergência	10
4.3. Análise estatística	10
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	12
5.1. Secagem	Error! Bookmark not defined.
5.2. Teste de condutividade elétrica	Error! Bookmark not defined.
5.3. Teste de Germinação	Error! Bookmark not defined.
5.4. Teste de Emergência	16
6. CONCLUSÃO	19
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

MONTEIRO, Débora Aguiar. **Qualidade fisiológica das sementes de feijão do grupo carioca cultivar BRS Estilo submetidas à diferentes condições de secagem.** 2017. 26p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento essencial para a alimentação humana, sendo tradicional na cultura brasileira, devido ser uma das principais fontes de proteínas. Entretanto são poucas as pesquisas na área de pós-colheita. Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a qualidade fisiológica do feijão BRS Estilo, submetido à diferentes condições de secagem. As sementes, com teor de água inicial de $20 \pm 0,5\%$ (b.u.), foram colhidas manualmente, sendo posteriormente trilhadas e selecionadas, prosseguindo à secagem em secador de camada fixa com ventilação forçada, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C até que as sementes atingissem o teor de água de $11 \pm 0,5\%$ (b.u.). A qualidade fisiológica foi avaliada por meio do teste de condutividade elétrica, germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência e índice de velocidade de emergência. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado de quatro tratamentos, com quatro repetições de 50 sementes cada. As médias obtidas foram submetidas à análise de regressão. Com base nos resultados, pôde-se concluir que a qualidade fisiológica das sementes de feijão BRS Estilo foram influenciadas pelas condições de secagem, tendendo a reduzir com o aumento da temperatura, e que a secagem à 70 °C compromete consideravelmente o potencial fisiológico do produto, com acentuada queda comparada às demais temperaturas.

Palavras Chave: Germinação, *Phaseolus vulgaris* L., temperatura, vigor.

1.INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), é uma leguminosa da família das fabáceas, cultivado em quase todos os países de clima tropical e subtropical. É de elevada relevância na alimentação humana devido ao seu elevado valor nutricional e baixo custo em relação aos produtos de origem animal. Deste modo, os trabalhos com feijão continuam tendo preferência nas pesquisas, por ser um alimento rico em proteína, com ampla aprovação na alimentação, e por seu cultivo encontrar-se difundido em todo o país. (MESQUITA et al., 2007).

Para obter o aumento de produtividade e diminuir o déficit de produção é necessário que se utilize sementes com bom potencial fisiológico, altas porcentagens de germinação, vitalidade e viabilidade, proporcionando maior vigor e produtividade. Após a maturação fisiológica, a semente fica sujeita à deterioração, por meio de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, com o ritmo gradativo. Essas alterações são responsáveis pela diminuição do desempenho germinativo e do vigor, podendo em alguns casos proporcionar a morte da semente (MARCOS FILHO, 2015).

O processo de germinação começa com a absorção de água (embebição) e se encerra com o alongamento do eixo embrionário. Se divide em ocorrências que fazem com que um embrião em latência, desidratado e com um metabolismo paralisado seja transformado, tornando o metabolismo vigoroso, culminando em crescimento (MARCOS FILHO, 2015). O vigor é um conjunto de propriedades que indicam a atividade e o comportamento de sementes com germinação aceitável, sob amplas condições ambientais (ISTA, 2014).

A secagem é o processo mais utilizado para assegurar qualidade e estabilidade da semente, uma vez que a redução do teor de água do produto diminui a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem nas sementes durante o armazenamento, permitindo a conservação adequada do potencial fisiológico, com a redução da deterioração das sementes (RESENDE et al., 2010; MARCOS FILHO, 2015).

A secagem é a etapa responsável por remover o excesso de água, assegurando condições adequadas para o beneficiamento, armazenamento e comercialização. Conforme ocorre a diminuição do teor de água do produto reduz o risco de infestação por microorganismo e a ocorrência de reações enzimáticas preservando-lhes a qualidade, o valor nutritivo e ainda assegurando o poder germinativo (ANDRADE et al., 2006). Dessa forma, a secagem constitui uma das operações de primordial importância entre as técnicas envolvidas na conservação da qualidade de material vegetal (RIBEIRO et al., 2005).

Para que a semente tenha seu melhor potencial fisiológico é necessário não só a utilização do ambiente mais adequado para sua germinação, mas também o manejo correto da lavoura em condições de campo, juntamente com a melhor fase para a colheita e os procedimentos pós-colheita (MARCOS FILHO, 2015).

Para a utilização ideal e manutenção da qualidade das sementes, seria necessário que a colheita e a secagem fossem executadas na fase da maturidade fisiológica das mesmas; entretanto neste momento as sementes estão com alto teor de água, o que as torna susceptíveis a danos mecânicos nas outras operações, durante as etapas de beneficiamento (ANDRADE et al., 2006).

De acordo com Hall (1980) a ocorrência de redução do teor de água do produto requer, simultaneamente, a transferência de calor e massa, que pode alterar sua qualidade, de acordo com o método e as condições de secagem. Sendo assim, torna-se extremamente importante estudar o efeito do fenômeno da secagem sobre a qualidade do produto, visando atender o mercado consumidor de maneira geral.

O presente trabalho propõe avaliar a qualidade fisiológica do feijão BRS Estilo, submetido, à diferentes condições de secagem. Avaliar a germinação das sementes de feijão submetidas à secagem nas temperaturas de 40,50, 60 e 70 °C; Avaliar o vigor das sementes por meio dos testes de condutividade elétrica, índice de velocidade de germinação e índice de velocidade de emergência após a secagem em diversas condições de temperatura.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura do feijão

O consumo do feijão foi iniciado pelos negros e índios após o descobrimento do Brasil, incorporado a alimentação cotidiana do brasileiro, devido a facilidade ao acesso e possuir opções de espécies variadas para o seu cultivo e consumo (ORNELLAS, 2000). Desde então, o feijão pertence a cultura brasileira, sendo assim um alimento fundamental para o dia a dia, visto como fontes proteicas essenciais (ALVES FILHO e GIOVANNI, 2000; CASCUDO, 2004; PHILIPPI, 2006). O alimento se revela importante em relação ao valor nutricional, com elevada quantidade de proteína, que varia entre 15 e 33%, além de contribuir como fonte vegetal de ferro (BRIGIDE, 2002).

O feijoeiro, além de ser uma produção de subsistência, em determinadas regiões brasileiras possui grande importância na agricultura empresarial de alta produtividade e rendimento econômico (MEIRELES et al., 2000; RAMOS JÚNIOR et al., 2005). Entre a espécie *Phaseolus vulgaris* o grupo carioca se destaca por seu sucesso comercial e seu papel importante na agricultura (BULISANI, 2008).

A cultivar BRS Estilo, pertencente ao grupo carioca, apresenta um rendimento de 560 quilos a mais por hectare em comparação com as outras cultivares, o que permite maior ganho financeiro aos produtores. Aliado a isso, é recomendado para cultivo em doze estados e cinco macrorregiões brasileiras, incluindo o Mato Grosso do Sul (MELO et al., 2010).

A cultivar apresenta melhor resistência a ataques de algumas doenças e maior racionalização dos fatores de produção, resultando na diminuição de custos para o cultivo na safra de águas, de seca e de inverno. As sementes possuem listras bege claras, de fundo branco, e com uniformidade no formato e tamanho dos grãos, além de apresentarem baixo tempo de cocção e alto potencial produtivo, mesmo quando comparado a cultivares mais recentes (DEL PELOSO et al., 2004; FARIA et al., 2004; EMBRAPA, 2014).

Por conta da difusão da cultura do feijão em regiões de grande produtividade do país, novas técnicas de secagem vêm sendo desenvolvidas para que possa atender às demandas dos produtores, tendo em vista diminuir os custos do processo (AFONSO JÚNIOR et al., 1999).

Como o feijão possui muitas variedades e por mais que exista uma maior quantidade de estudos realizados sobre a cultura, as novas variedades se apresentam carentes de trabalhos, principalmente na área pós-colheita (ANDRADE et al., 2006).

3.2. SECAGEM

A secagem de produtos é um processo praticado em vários países, de maneira que a sua principal finalidade é preservar e/ou inibir a atividade enzimática. Devido ao teor de água elevado por conta da colheita, a secagem é uma das operações essenciais entre as técnicas de conservação da qualidade desejável de produtos de origem vegetal (RIBEIRO et al., 2005).

Esse processo fundamenta-se na remoção de água de um produto sólido, com isso possibilitando a diminuição da atividade de água. De modo que com o processo de secagem, ocorre a redução da atividade biológica e das mudanças físicas e químicas que ocorrem durante o armazenamento, assegurando a estabilidade e qualidade dos produtos, além de viabilizar colheitas mais próximas da maturidade fisiológica (GARCIA et al., 2004; CORRÊA et al., 2007).

Para se obter o aproveitamento ideal da qualidade das sementes a colheita deve ser executada no momento da maturidade fisiológica das mesmas; porém, neste estágio as sementes se encontram com teores de água considerados inadequados para o armazenamento (ANDRADE et al., 2006). Dessa forma, é necessário que ocorra a redução do teor de água, visando a preservação da qualidade fisiológica das sementes, dificultando as possíveis mudanças químicas e físicas que podem vir a ocorrer durante o armazenamento e até sua comercialização (PESKE et al., 2013; CARVALHO et al., 2016).

Neste sentido, a diminuição do teor de água de sementes pelo processo de secagem influencia diretamente na redução do metabolismo, contribuindo para a redução da taxa de deterioração, permitindo que as sementes possam ser armazenadas por longos períodos, com melhor conservação da qualidade fisiológica (CARLESSO et al., 2008).

O processo de secagem pode ser conduzido em diferentes condições, entretanto, deve se ter atenção em relação à temperatura do ar de secagem. Temperaturas elevadas podem acarretar em danos de caráter mecânico, estrutural e metabólico do produto, causando a redução do seu potencial fisiológico, seja de efeito imediato, logo após a secagem, ou durante o armazenamento (PESKE E VILLELA 2003; BARROZO et al., 2014; MARCOS FILHO, 2015).

Geralmente, grãos e sementes submetidos à secagem mais lentas, com temperaturas mais baixas, apresentam maior conservação de potencial fisiológico e de composição nutricional, uma vez que o produto com isso tem maior tempo para induzir e operar mecanismos de proteção ao estresse térmico (OLIVEIRA et al., 2011; MENEZES et al., 2012)

3.2. QUALIDADE FISIOLÓGICA

A qualidade fisiológica consiste na capacidade da semente realizar funções vitais, definida pela germinação, vigor e longevidade, que interfere diretamente na plantação da cultura, sendo compreendida pela relação das características genética, física, fisiológica e sanitária (PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A.,1977; MARCOS FILHO, 2015).

É evidente a importância de se utilizar sementes com alto padrão de qualidade, a fim de se obter uma população adequada de plantas na lavoura, visto que essas influenciam diretamente nos níveis de produtividade atingidos (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012) Desse modo a avaliação do potencial fisiológico é um importante instrumento nos programas de controle de qualidade para assegurar um desempenho adequado das sementes influenciando diretamente na implantação da cultura no campo (QUEIROGA, 2010).

Oficialmente, a qualidade fisiológica é avaliada por meio do teste de germinação (VIEIRA et al., 2013). Ele permite identificar a capacidade da semente germinar em condições ambientais favoráveis, expressando sua eficiência máxima em produzir plântulas normais. Visto seu alto nível de padronização, ele é um parâmetro amplamente utilizado para a determinação qualitativa e quantitativa da qualidade fisiológica de sementes (MARCOS FILHO, 2015).

Os resultados obtidos da germinação usados na produção e comercialização de sementes nem sempre mostram os melhores lotes em relação ao potencial fisiológico. Como são realizados em laboratório, em condições ótimas, não expressam de maneira representativa a qualidade da semente, utiliza-se em complemento ao teste de germinação os testes de vigor, que permitem o fornecimento de informações mais substanciais, sendo utilizado frequentemente nos programas internos das empresas produtoras, para garantir a qualidade fisiológica das sementes (MARCOS FILHO, 2015; OHLSON et al., 2010).

Os testes de vigor desempenham uma melhor desenvoltura no campo ou no armazenamento de modo que permite uma melhor avaliação para identificar os lotes com menor ou maior probabilidade de desempenho. Desta forma os testes de vigor são instrumentos fundamentais para auxiliar o teste de germinação na pesquisa sobre a qualidade fisiológica das sementes (HAMPTON, 1990). Carvalho e Nakagawa (1988) mencionam diversos trabalhos que evidenciam a influência do nível de vigor sobre a produtividade, sendo rotineiro a ocorrência de diminuições consideráveis na produção por conta utilização de sementes de baixo vigor.

A primeira contagem da germinação analisa a quantidade de plântulas normais que são obtidos na realização da primeira contagem do teste de germinação nas amostras das análises, sendo eficaz para definir o vigor das sementes, visto que este reflete a manifestação de uma série de atributos que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme de plântulas (NAKAGAWA, 1999).

Entende-se que a velocidade da germinação é um dos primeiros parâmetros afetados com a perda de qualidade das sementes (KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B., 1999; MARCOS FILHO, 2015). Mesmo havendo lotes de sementes que mostram semelhança, se nota diferença em sua velocidade de germinação, indicando que existem diferenças de vigor entre as mesmas, de modo que as sementes mais vigorosas são aquelas com maior velocidade de germinação (NAKAGAWA, 1999).

O teste de emergência das plântulas em campo, também se faz a contagem inicial, visando definir o vigor do lote de semente, avaliando a porcentagem de emergência de plântulas em condições de campo. Ele permite avaliar a aptidão da semente em desenvolver plântulas normais e uniformes em condições ambientais não controladas, sendo, portanto, indispensável para a seleção, por produtores, dos melhores lotes de sementes (MACHADO, 2002).

O teste de condutividade elétrica parte do princípio que sementes mais danificadas apresentam pior integridade das membranas celulares, o que faz com que elas liberem maiores quantidades de solutos para o meio exterior durante a embebição, essa quantidade é diretamente proporcional ao grau de desorganização da membrana plasmática e de sua permeabilidade (COSTA, 2005; MARCOS FILHO, 2015). Dessa forma, membranas mal estruturadas e células danificadas, encontra se associadas ao processo de deterioração da semente, sendo assim consideradas sementes de baixo vigor (HESLEHURST, 1988; VIEIRA, 1994).

4.MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Colheita e secagem das sementes

As sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) da cultivar BRS Estilo foram coletadas em uma fazenda localizada no município de Indápolis, Mato Grosso do Sul (22° 13' 39,24" S, 54° 19' 01,41" W e 306 metros de altitude).

A coleta foi realizada manualmente quando as sementes atingiram a maturidade fisiológica. Após a colheita, as vagens foram levadas ao laboratório de Propriedades Físicas de Produtos Agrícolas da Faculdade de Ciências Agrárias – UFGD. No laboratório o produto foi trilhado e devidamente selecionado, para que fossem retiradas as sementes que apresentavam danos, minimizando as probabilidades de erro. Em seguida, as sementes foram homogeneizadas e ensacadas em sacos de polipropileno e colocadas em câmara do tipo B.O.D a 3 °C durante 72 horas, a fim de equilibrar o teor de água entre as sementes. Posteriormente, as sementes foram colocadas em temperatura ambiente por 24 horas, visando o equilíbrio térmico, e então obtido o teor de água inicial, de $20 \pm 0,5\%$ (bu).

As sementes de feijão foram secadas em um secador experimental de camada fixa, sendo revolvidas frequentemente, de forma a modificar a frente de secagem. O secador, utilizado contém um sistema que controla com precisão o fluxo e a temperatura do ar de secagem.

O secador experimental de camada fixa (Figura 1) possui como fonte de aquecimento um conjunto de resistências elétricas, totalizando 12 kW de potência, um ventilador Siroco, do fabricante Ibram, modelo VSI-160, o qual possui um motor de 1 cv. O controle de temperatura é realizado por meio de um controlador universal de processos, modelo N1200, da marca Novus, trabalhando com controle Proporcional-Integral-Derivativo (PID), e o fluxo de ar é selecionado através de um inversor de frequência ligado ao motor do ventilador.

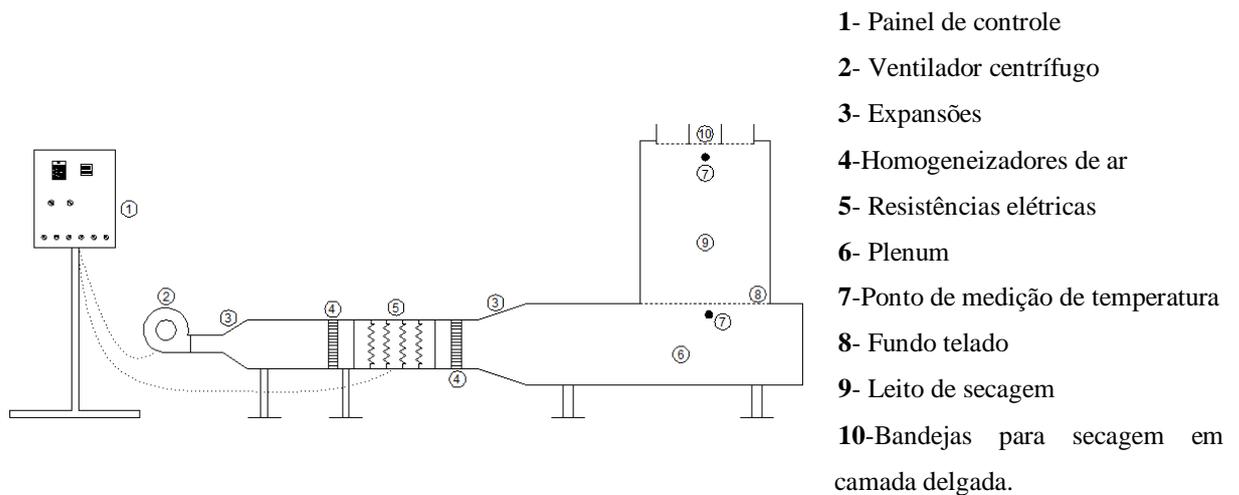


Figura 1 - Secador experimental de camada fixa a ser utilizado na secagem das sementes de feijão (GONELI et al., 2016).

As temperaturas do ar de secagem utilizadas foram de: 40, 50, 60 e 70 °C e a velocidade do ar de secagem foi monitorada com o auxílio de um anemômetro de pás rotativas e mantida em torno de 0,5 m s⁻¹.

A secagem foi realizada até que as sementes atingissem o teor de água de 11 % ± 0,5 em base úmida (bu), por ser um teor de água aplicável para o armazenamento seguro e também estar dentro do padrão de comercialização do feijão. As sementes então foram submetidas a testes para avaliar sua qualidade fisiológica.

O teor de água inicial e final das amostras foram determinados utilizando o método de estufa descrito pela Regra para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando estufa de ventilação forçada a 105 ± 1 °C, durante 24 h, em três repetições.

4.2. Qualidade fisiológica das sementes de feijão

4.2.1. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica foi determinada conforme metodologia descrita por Vieira e Kryzyzanowski (1999), onde foram utilizadas 4 repetições, com 50 sementes cada, onde cada repetição foi previamente pesadas em uma balança semi-analítica com resolução de 0,001 g, sendo posteriormente colocada em um copo plástico com 75 ml de água destilada e deionizada

e acondicionada em uma câmara incubadora do tipo B.O.D., regulada a 25 °C por 24 horas. Após esse procedimento, cada repetição foi submetida a uma leve agitação com o auxílio de uma baqueta, e posteriormente à leitura, a qual foi realizada por meio de um condutivímetro digital da marca MS TECNOPAN, modelo mCA 150.

O resultado obtido com a leitura ($\mu\text{S cm}^{-1}$) foi posteriormente dividido pela massa da repetição, sendo o resultado final expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

4.2.2. Germinação

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, tendo como substrato o rolo de papel “germitest” previamente esterilizado em estufa a 130 °C durante duas horas. O papel foi umedecido com água destilada, com volume equivalente a duas vezes e meia a massa do papel seco. Em seguida foram montados rolos com três folhas por repetição, com as sementes uniformemente distribuídas. Os rolos confeccionados foram colocados em sacos plásticos (0,033 mm de espessura), e fechados com elástico, visando reduzir os riscos de desidratação, e posteriormente acondicionados em um germinador tipo câmara, regulado a 25 ± 1 °C, sob luz constante. umedecido com água destilada no volume de 2,5 vezes o seu peso inicial.

As avaliações foram realizadas no nono dia após instalação do teste e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, conforme as RAS (BRASIL, 2009).

4.2.3. Primeira contagem de germinação

A primeira contagem foi conduzida juntamente com o teste de germinação, sendo a avaliação realizada ao 5º dia após a montagem do teste de germinação, com os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

4.2.4. Índice de velocidade de germinação

O teste foi realizado de maneira conjunta com o teste de germinação onde foram feitas a contagem de sementes germinadas, até o quinto dia, visto que as sementes já se apresentavam germinadas ou mortas. O índice foi calculado pela seguinte equação proposta por Maguire (1962), onde:

$$IVG = \sum \frac{G_i}{N_i}$$

em que:

G_i : número de sementes germinadas no tempo;

N_i : tempo após instalação do teste;

4.2.5. Emergência

A semeadura foi realizada em bandejas plásticas contendo areia, utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento, distribuídas na superfície de uma camada de 5 cm de areia colocada em bandejas de plástico. Após a semeadura, foi realizada uma cobertura com 2 cm de camada de areia. As bandejas foram alocadas em casa de vegetação a fim de simular as condições de campo, e o substrato foi umedecido diariamente.

Consideraram-se como critério de avaliação as plântulas que apresentavam os cotilédones acima do solo, e a contagem final se deu no 19º dia, quando a emergência se apresentou constante por três dias. Os resultados foram expressos em porcentagem média de emergência de plântulas para cada tratamento.

4.2.6. Índice de velocidade de emergência

Foi realizado junto com o teste de emergência, onde foram feitas contagens diárias das plântulas que apresentavam os cotilédones visíveis. No final do teste, foi calculado o índice de velocidade de emergência pela equação proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \sum \frac{E_i}{N_i}$$

em que:

E_i : número de sementes emergidas no tempo 'i';

N_i : tempo após instalação do teste;

4.3. Análise estatística

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (temperaturas de secagem de 40, 50, 60 e 70 °C), em quatro repetições. Os dados

foram submetidos à análise de variância e regressão e os modelos foram selecionados considerando-se a significância da equação pelo teste de F, a magnitude do coeficiente de determinação (R^2), além do conhecimento da evolução do fenômeno em estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O tempo de secagem das sementes de feijão BRS Estilo nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C foi de 7,33; 5,58; 3,50 e 2,75 horas, respectivamente. Comportamento esperado, visto que, de acordo com Santos et al., (2013) e Basunia e Abe (2001), conforme aumenta-se a temperatura do ar de secagem, ocorre aumento da taxa de remoção de água do produto, aumentando a velocidade de secagem. Resultados semelhantes foram observados por Corrêa et al. (2007) ao secar feijão comum, com tempo requerido para atingir 12% (bu) de 20, 8 e 5,3 horas nas temperaturas de 35, 45 e 55 °C, respectivamente.

A medida que ocorre o aumento da temperatura de secagem, pode acontecer danos irreversíveis às sementes, como a diminuição da porcentagem de germinação e vigor, de modo que para sementes se deve ter cuidados especiais para que não ocorra esses tipos de danos (ALENCAR et al., 2009; MENEZES et al., 2012; BARROZO et al., 2014; MARCOS FILHO, 2015). No entanto, é importante salientar que cada produto pode apresentar diferentes tolerâncias ao acréscimo de temperatura.

Analisando a Figura 2 observa-se que os valores de condutividade elétrica aumentaram com a elevação da temperatura de secagem. Os valores após as sementes serem secas nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C foram de 100,59; 107,52; 116,14 e 135, 27 $\mu\text{S}^{-1}\text{cm}^{-1}\text{g}^{-1}$, respectivamente. O extravazamento do conteúdo celular, antes compartimentalizados ocorreu de maneira mais acentuada nas temperaturas de 60 e 70 °C.

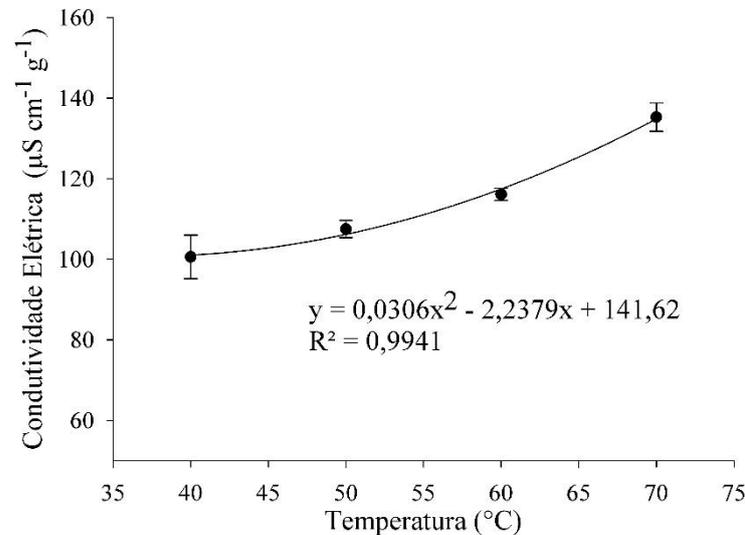


Figura 2 - Condutividade elétrica de sementes de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem

Resultados semelhantes foram obtidos por Borém et al. (2008), ao constatarem que o aumento da temperatura de secagem resultou em danos ao sistema de membranas das células de grãos de café, com isso aumentando a condutividade elétrica do exsudado dos grãos.

Resende et al. (2012) e Almeida et al. (2013) obtiveram resultados semelhantes com as sementes de feijão adzuki, observando que nas temperaturas acima de 60 °C, por removerem a água do seu interior de maneira mais rápida e agressiva, resultam em microfissuras a nível celular. Ainda que a diferença entre os tratamentos de secagem a 40 e 50 °C tenha sido pequena, provavelmente por conta da baixa taxa de diminuição de água inicial do produto, como também observado por Costa et al. (2012) para as sementes de crambe, o efeito latente causado pelo aumento da temperatura do ar de secagem deixou com clareza que, à medida que ocorre o aumento do fator é possível observar que a ação dos processos deteriorativos é facilitada.

A porcentagem de germinação (Figura 3) para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C foi de 91,0; 88,5; 88,0 e 74,0% respectivamente. Nota-se, que nas temperaturas de 40, 50 e 60 °C, a porcentagem de germinação houve pequena divergência perante os tratamentos de secagem. Deve-se ressaltar que a porcentagem de germinação mínima exigida pelos padrões nacionais de comercialização de sementes de feijão certificadas, é de 80% (MAPA, 2013).

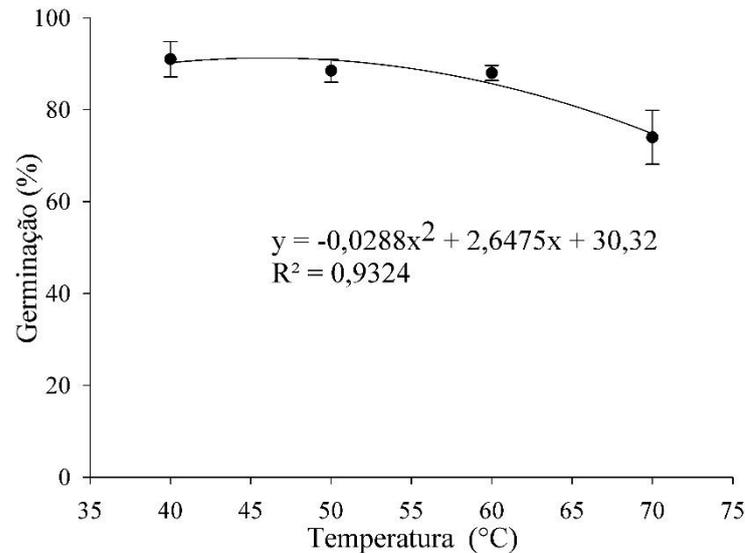


Figura 3- Germinação de sementes de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

As sementes secas na temperatura de 70 °C obtiveram uma diminuição considerável em relação a porcentagem de germinação. Apesar que de mostrarem valor abaixo dos padrões exigidos para a comercialização de sementes certificadas, elas estão dentro da faixa permitida para a comercialização de sementes básicas, que é de 70% (MAPA, 2013).

Almeida et al. (2013) e Resende et al. (2012) também observaram queda da porcentagem de germinação com o aumento da temperatura do ar de secagem para as sementes de feijão adzuki. O aumento da temperatura de secagem implica em danos metabólicos e estruturais na semente, afetando negativamente a germinação (MENEZES et al., 2012).

Assim como no teste de germinação, o teste de primeira contagem apresentou diminuição de plântulas normais conforme o aumento da temperatura (Figura 4), com comportamento semelhante ao da germinação. De acordo com Nakagawa, (1999) e Tillmann e Menezes, (2012) o teste de primeira contagem de germinação indica de modo indireto a velocidade do processo germinativo, uma vez que lotes mais vigorosos apresentam mais plântulas normais no quinto dia do que os lotes menos vigorosos.

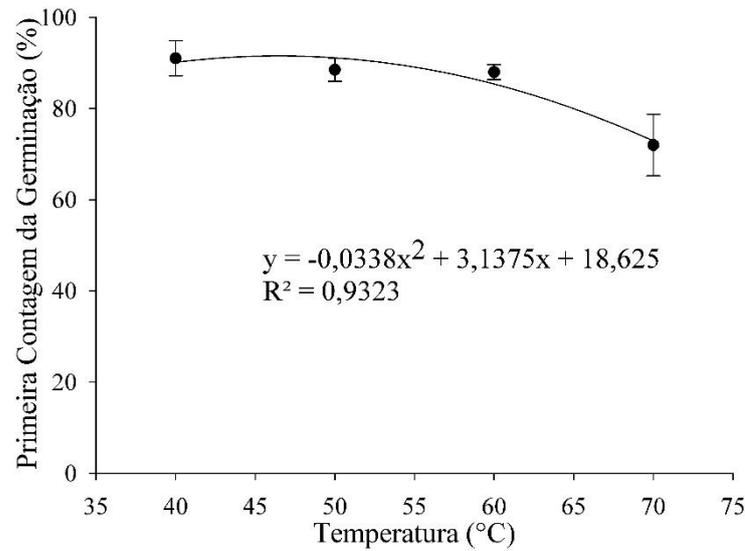


Figura 4 – Primeira Contagem de Germinação de sementes de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

No que se refere ao índice de velocidade de germinação (IVG), constatou-se uma tendência de manutenção dos valores entre as temperaturas de 40, 50 e 60 °C, com queda acentuada entre as temperaturas de 60 e 70 °C. Comportamento este que reflete não apenas na velocidade do processo germinativo como também no potencial fisiológico do material (Figura 5).

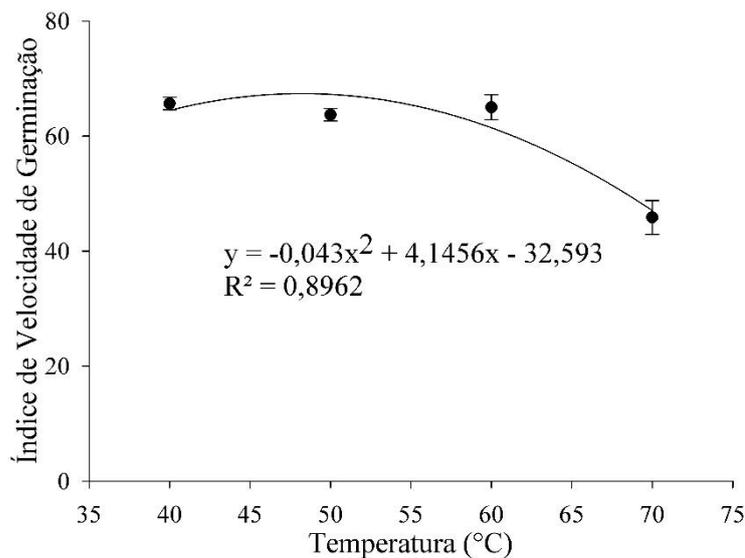


Figura 5 - Índice de Velocidade de Germinação de sementes de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

Verifica-se que o IVG apresentou o comportamento semelhante ao da germinação, corroborando com os resultados encontrados por Oliveira et al. (2016) ao avaliar diferentes temperaturas de secagem em sementes de milho, e o observado por Almeida et al. (2013) e Resende et al. (2012) ao avaliar a secagem em feijão adzuki, e Ullmann et al. (2015) ao avaliar sementes de sorgo sacarino.

5.4. Teste de Emergência

Na Figura 6 são mostrados os valores da porcentagem de emergência das sementes feijão, submetidas à secagem em diferentes temperaturas. Constata-se que as porcentagens médias de emergência das sementes foram de 98, 99, 92 e 70% para as temperaturas de secagem de 40, 50, 60 e 70 °C, respectivamente.

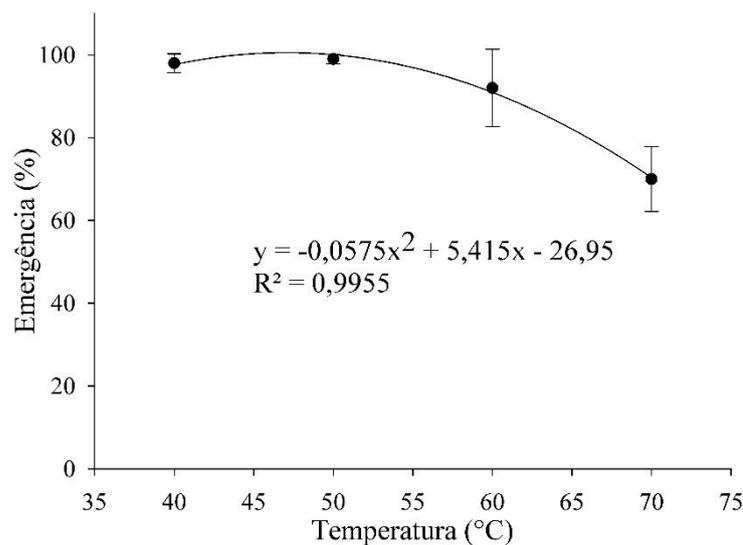


Figura 6 - Porcentagem de emergência de sementes de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

Ocorre redução na porcentagem de emergência conforme aumenta-se a temperatura de secagem, comprovando que altas temperaturas resultam em danos às sementes, com comportamento semelhante ao da germinação (Figura 3), que apresentou diminuição nas sementes secas à 70 °C, demonstrando a redução do vigor quando utilizadas altas temperaturas. Os grãos em secagem lenta, tendem a apresentar maior conservação do potencial fisiológico, devido ao produto ter mais tempo para induzir e utilizar mecanismos de proteção ao estresse térmico (CARVALHO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2011; MENEZES et al., 2012)

De maneira que as sementes de baixo vigor definem a diminuição, retardamento e desuniformidade na emergência no campo, ao mesmo momento em que as sementes de maior vigor produziram plântulas de maior tamanho inicial, o que possibilita maiores crescimentos no período inicial de implantação da cultura (MARCOS FILHO, 2005).

O índice de velocidade de emergência, apresentado na Figura 7, mostrou valores de 37,46; 36,03; 33,75; e 26,33 para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, respectivamente. O comportamento constatado foi de redução com o acréscimo da temperatura de secagem, apresentando o comprometimento do potencial fisiológico das sementes submetidas à altas temperaturas, de maneira que a temperatura de 70 °C foi a que mais promoveu redução nos valores de IVE.

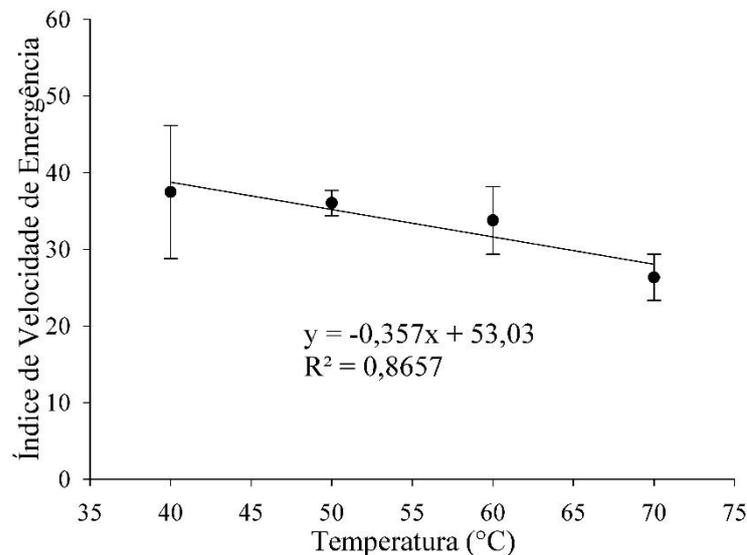


Figura 7- Índice de velocidade de emergência de sementes de feijão BRS Estilo em função de diferentes temperaturas de secagem.

Ullmann et al. (2015) obtiveram resultados semelhantes de porcentagem de emergência e IVE ao analisar a qualidade fisiológica de sementes de sorgo sacarino submetidos à secagem em diferentes temperaturas.

A temperatura afeta os processos oxidativos e peroxidativos, que resultam em formação e atividade de radicais livres e, em caso de secagem muito intensa, há a formação de estado vitrificado do citoplasma, restringindo a mobilidade molecular e difusão dos reagentes necessários para a ocorrência de reações bioquímicas. Dessa forma, a secagem deve ser

conduzida com rapidez suficiente para remover a água capaz de acelerar o metabolismo destrutivo, sem promover distúrbios à semente (MARCOS FILHO, 2015).

6. CONCLUSÃO

A qualidade fisiológica das sementes de feijão da Cultivar BRS Estilo é influenciada pelas condições de secagem, tendendo a reduzir com o aumento da temperatura.

A secagem à 70 °C compromete consideravelmente o potencial fisiológico do produto, com acentuada queda comparada às demais temperaturas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C. Comparação de modelos matemáticos para descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.3, p.349-353, 1999.

ALENCAR, E.R.; FARONI, L.R.D.; LACERDA FILHO, A.F.; PERTINELLI, L.A.; COSTA, A.R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13 n.5, p.606-613, 2009.

ALMEIDA, D.P.; RESENDE, O.; MENDES, U.C.; COSTA, L.M.; CORRÊA, P.C.; ROCHA, A.C. Influência da secagem na qualidade fisiológica do feijão adzuki. **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.2, p.311-315, 2013.

ALVES FILHO, I; GIOVANNI, R. **Cozinha brasileira com recheio de história**. Rio de Janeiro: Revan, 2000. 112p.

ANDRADE, E. T.; CORREA, P. C.; TEIXEIRA, L. P.; PEREIRA, R. G.; CALOMENI, J. F. Cinética de secagem e qualidade de sementes de feijão. **Engevista**, v.8, n.2, p.83-95, 2006.

BARROZO, M.A.S.; MUJUNDAR, A.; FREIRE, J.T. Air-Drying of seeds: A review. **Drying Technology: An International Journal**, v.32, n.10, p.1127-1141, 2014.

BASUNIA, M. A., ABE, T. Moisture desorption isotherms of medium-grain rough rice. **Journal of Stored Products Research**, v. 37, n. 3, p. 205-219, 2001.

BORÉM, F. M.; MARQUES, E. R.; ALVES, E. Ultrastructural analysis damage in parchment Arabica coffee endosperm cells. **Biosystems Engineering**, v.99, n.1, p.62-66, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa no 45, de 17 de setembro de 2013. **Padrões de Identidade e Qualidade para a produção e a comercialização de sementes**. Seção 1. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União de 20/09/2013. Brasília.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009.

BRIGIDE, P. **Disponibilidade de ferro em grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiados**. Piracicaba, 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BULISANI, E.A; **Feijão Carioca – uma história de sucesso**. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/FeijaoCarioca/index.htm>. 2008. Acesso: 15 de Janeiro de 2017.

CARLESSO, V. O.; BERBERT, P. A.; SILVA, R. F.; DETMANN, E. Secagem, armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de maracujá- amarelo. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v.33, p.9-18, 2008.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 5.ed., 2012. 590p.

CARVALHO, E.R.; OLIVEIRA, J.A.; MAVAIEIE, D.P.R.; SILVA, H.W.; LOPES, C.G.M. Pre-packing cooling and types of packages in maintaining physiological quality of soybean seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v.38, n.2, p.129-139, 2016.

CASCUDO, L da C. **História da alimentação no Brasil**. São Paulo: Global, 2004. 960p.

CORRÊA, P.C.; RESENDE, O.; MARTINAZZO, A.P.; GONELI, A.L.D.; BOTELHO, F.M. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.2, p.501-510, 2007.

COSTA, C.J.; CASTRO, K.G.S.; VILLELA, F.A. Pré- hidratação em sementes de ervilha submetidas ao teste de condutividade elétrica. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE**

SEMENTES, 14., 2005, Foz do Iguaçu. Informativo ABRATES. Pelotas: ABRATES, 2005. v.15, n.1/2/3. p.250.

COSTA, L.M.; RESENDE, O.; GONÇALVES, D.N.'SOUZA, K.A.; SALES, J.F.; DONADON, J.R. The influence of drying on the physiological quality of crambe fruits. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.34, n.2, p.213-218, 2012.

DEL PELOSO, M.J. Estudo de população de plantas na cultura do feijoeiro de inverno no Estado de Goiás. In: REUNIÃO SOBRE FEIJÃO IRRIGADO (GO, DF, MG, ES, SP, RJ). 1., 1988, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1990. p. 85-86.

DEL PELOSO M.J.; MELO L.C.; FARIA L.C.; COSTA J.G.C.; RAVA C.A.; CARNEIRO G.E.S.; SOARES D.M.; DÍAZ J.L.C.; ABREU A.F.B.; FARIA J.C.; SARTORATO A.; SILVA H.T.; BASSINELLO P.Z.; ZIMMERMANN F.J.P. BRS Pontal: new common bean cultivar with Carioca grain. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, n.1 p.369-371, 2004.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivar da Embrapa aumenta rentabilidade da cultura do feijão**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2271098/cultivar-da-embrapa-aumenta-rentabilidade-da-cultura-do-feijao>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.

FARIA L.C.; COSTA J.G.C.; RAVA C.A.; DEL PELOSO M.J.; MELO L.C.; CARNEIRO G.E.S.; SOARES D.M.; DÍAZ J.L.C.; ABREU A.F.B.; FARIA J.C.; SARTORATO A.; SILVA H.T.; BASSINELLO P.Z.; ZIMMERMANN F.J.P. BRS Requite: new common bean Carioca cultivar with delayed grain darkness. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.4, n.1, p.366-368, 2004.

GARCIA, D. C.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T.; MENEZES, N. L. Secagem de sementes. **Ciência Rural**, v.34, p.603-608, 2004.

GONELI, A.L.D., MARTINS, E.A.S., JORDAN, R.A.; GEISENHOF, L.O.; GARCIA, R.T. Dimensioning of an experimental dryer for drying agricultural products. **Revista Engenharia Agrícola**. v.36,n.5. 2016.

HALL, C. W. **Drying and storage of agricultural crops**. Westport:AVI, 1980. 381p.

HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance, can vigour testing provide an answer. *Seed Science and Technology*, v. 18, n. 2, p. 215-228, 1990.

HESLEHURST, M.R. Quantifying initial quality and vigour of wheat seeds using regression analysis of conductivity and germination data from aged seeds *Seed Science & Technology, Zurich*, v. 16, p. 75-85, 1988.

ISTA – International Seed Testing Association. **Seed vigour testing**. In: International Rules for Seed Testing. Capítulo 15, p.1-15, 2014.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

MACHADO, R.F. **Desempenho de aveia branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. Pelotas. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Pelotas), Universidade Federal de Pelotas, 2002.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.2, p.176-77, 1962

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 2 ed. ABRATES, Londrina, PR, Brazil, 659p, 2015.

MEIRELES, E. J. L.; VIEIRA, E. H. N.; SILVA, S. C. Clima e produção de sementes. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. **Sementes de Feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 53-63. 2000.

MELO L.C.; DEL PELOSO, M.J.; PEREIRA H.S.; FARIA L.C.; COSTA J.G.C.; DÍAZ J.L.C.; RAVA, C.A.; WENDLAND A.; ABREU A.F.B. BRS Estilo: common bean cultivar with Carioca grain, upright growth and high yield potential. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* v.10, n.1, p. 377-379, 2010.

MENEZES, N. L. et al. Using X-Rays to evaluate fissures in rice seeds dried artificially. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 70-77, 2012

MESQUITA, F. R.; CORRÊA, A. D.; ABREU, C. M. P.; LIMA, R. A. Z. & ABREU, A. B. Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): Composição Química e Digestibilidade Protéica. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 4, p. 1114-1121, 2007.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 49-85.

OHLSON, O.C. et al. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.4, p.118-124, 2010.

OLIVEIRA, D.E.C.; RESENDE, O.; SMANIOTTO, T.A.S.; CAMPOS, R.C. Qualidade fisiológica de sementes de milho submetidas a diferentes temperaturas na secagem artificial. **Global Science and Technology**, v.9, n.2, p.25-34, 2016.

OLIVEIRA, V. R.; RIBEIRO, N. D.; MAZIERO, S. M.; FILHO, A. C.; JOST, E. Qualidade para o cozimento e composição nutricional de genótipos de feijão com e sem armazenamento sob refrigeração, **Ciência Rural**, v.41, n.5, p.746-752, 2011.

ORNELLAS, L. H. **A alimentação através dos tempos**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2000. 307p.

PESKE, S.T.; BAUDET, L.M.; VILLELA, F.A. Tecnologia de pós-colheita para sementes. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção de sementes de soja**. Londrina: Mecnas, 2013. p.327-344.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos; 2 ed. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 2006. 456p. POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.

PESKE, S.T.; VILLELA, F. Secagem de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M.; ROTA, G.R.M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003, p. 283-322.

PHILIPPI, S.T. **Nutrição e Técnica Dietética**. 2.ed.rev. e atual. Barueri (SP): Editora Manole, 2006. 402 p.

QUEIROGA, V.P.; DURAN, J.M. Análise da qualidade fisiológica em sementes de girassol com e sem pericarpos. Anais: Congresso brasileiro de mamona, 4 & Simpósio internacional de oleaginosas energéticas, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1944-1950.

SCHUCH, L; RAMOS JÚNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Revista Bragantia**,v. 64, n. 01, p. 75-82, 2005.

RAMOS JÚNIOR, E. U.; LEMOS, L. B.; SILVA, T. R. B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Revista Bragantia**, v. 64, n. 01, p. 75-82, 2005.

RESENDE, O.; FERREIRA, L. U.; ALMEIDA, D. P.; Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem do feijão adzuki (*Vigna angularis*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.2, p.171-178, 2010.

RESENDE, O.; ALMEIDA, D.P.; COSTA, L.M.; MENDES, U.C.; SALES, J.F. Adzuki beans (*Vigna angularis*) seed quality under several drying conditions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.1, p.151-155, 2012.

RIBEIRO, D. M.; CORRÊA, P. C.; RODRIGUES, D. H.; GONELI, A. L. D. Análise da variação das propriedades físicas dos grãos de soja durante o processo de secagem. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.611-617, 2005.

SANTOS, D. C. et al. Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 223–231, 2013.

TILLMANN, M.A.A.; MENEZES, N.L. Análise de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. (Eds.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Editora Universitária da UFPel, 3.ed., 2012. p.161-272.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H.; OLIVEIRA, D.E.C.; COSTA, L.M. Qualidade fisiológica das sementes de sorgo sacarino submetidas à secagem em diferentes condições de ar. **Agriambi - Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.1, p.64-69, 2015.

VIEIRA R.D., KRZYZANOWSKI F.C. 1999. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI F.C.; VIEIRA R.D.; FRANÇA-NETO J.B. (eds). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. cap.4. p.1-26. 1999.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: Vieira, R. D., Carvalho, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. p.103-132

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.