



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

Anna Beatriz Nogueira de Araújo

**TESTES DE VIGOR DE RESISTÊNCIA A ESTRESSE E BIOQUÍMICOS EM  
SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI – UMA REVISÃO**

**SERRA TALHADA- PE**

**Dezembro - 2021**

Anna Beatriz Nogueira de Araújo

**TESTES DE VIGOR DE RESISTÊNCIA A ESTESSE E BIOQUÍMICOS EM  
SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI – UMA REVISÃO**

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como requisito básico para conclusão do curso da discente Anna Beatriz Nogueira de Araújo, sob a orientação da Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Monalisa Alves Diniz da Silva

**SERRA TALHADA-PE**

**Dezembro - 2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

D278t de Araújo , Anna Beatriz Nogueira  
Testes de vigor de resistência a estresse e bioquímicos em sementes de feijão-  
caupi-Uma revisão / Anna Beatriz Nogueira de Araújo . - 2021.  
39 f.

Orientadora: Dra Monalisa Alves Diniz da Silva .  
Inclui ferências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Bacharelado em Agronomia, Serra Talhada, 2021.

1. *Vigna unguiculata* L. . 2. Teste de estresse . 3. Teste bioquímico. 4. Potencial fisiológico. I. Silva ,  
Dra MonalisaAlves Diniz da, orient. II. Título

---

CDD 630

**TESTES DE VIGOR DE RESISTÊNCIA A ESTRESSE E BIOQUÍMICOS EM  
SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI – UMA REVISÃO**

**Aprovada em 10 de dezembro de 2021**

Banca examinadora

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Monalisa Alves Diniz da Silva  
(Orientadora, UAST-UFRPE)

---

Avaliador, Rafael Mateus Alves

---

Avaliadora, Joyce Naiara da Silva

**SERRA TALHADA-PE**

**Dezembro - 2021**

## **DEDICO**

Sou grata a Deus, que me ajudou em cada etapa deste curso e não me deixou fraquejar, a minha família por sempre me apoiar e aos meus avôs Luza, Assis e Júlio Gomes e meu tio padrinho Claudio Jader (in memorian), com todo o meu amor e gratidão, que foram exemplos de caráter e dignidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus que me deu oportunidade, força de vontade e coragem para superar todos os desafios ao longo do curso.

Aos meus pais por sempre estava ao meu lado e por acreditar em mim, nas minhas escolhas e sempre me incentivar.

A minha orientadora, Monalisa Alves Diniz da Silva, por toda a dedicação a sua profissão, pela paciência durante as correções, por todos os ensinamentos e por todo o conhecimento depositado em mim.

A todos os meus professores da graduação em especial João Amorim e Elma Ataíde, pelos conhecimentos compartilhados.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco- Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST).

Ao Núcleo de Estudos Sementes do Semiárido (NESS) e ao meu amigo Rafael pelos dias de laboratório que ajudaram no meu conhecimento.

Aos amigos que fiz durante a graduação e que vou levar pra vida Agda Raiane, Allisson, João Vinicius, Gabriel Novaes, Gabriel Matheus, Jean Carlos, Clóvis Diniz, Luiz Fernando, Jamiles, Jeferson Calaça, Maria Luiza, Cleyson Xavier, Rackson Duarte e Rodrigo Hemerson.

A minha amiga Ana Claudia por sempre estar comigo nos momentos de felicidade e triste, de choros e risadas.

Aos meus tios e tias por sempre me apoiar durante esses anos de curso e sempre me ajudar, em especial Tati, Emanuel, Claudiane, Rafaela, Ana Clecia, Evandro, José Leite, Cleudivânia, Norbélia e Cleybson.

A minha avó Desinha e a minha tia Betinha, por serem mulheres fortes e guerreiras e pelo amor por mim.

Ao meu namorado Guilherme por me apoiar a concluir meu curso e por eu não deixar desistir.

Aos meus primos e minhas primas, em especial Hugo, Lara Emanuela, Maria Clara, Katarina, Bianca, Gabrielly, Kaio, João Carlos, Guilherme, Gabriel e Carla. Ao meu amigo Gabriel Quidute.

A banca pela disponibilidade de avaliar o trabalho.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE E IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA .....	13
2.2 ASPECTOS DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES .....	16
2.3. TESTES DE VIGOR.....	16
2.3.1. TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO .....	17
2.3.2. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA .....	18
2.3.3. TETRAZÓLIO .....	19
3. OBJETIVO.....	21
3.1 GERAL .....	21
3.2 ESPECÍFICOS .....	21
4. METODOLOGIA .....	22
5. RESULTADOS .....	23
6. DISCUSSÕES .....	32
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	35
8. REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS .....	36

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Produtividade de feijão-caupi (mil toneladas) dos cinco estados brasileiros que mais produziram na safra 2019/2020 segundo dados da CONAB (2020).....	15
<b>Figura 2:</b> Número de publicações nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Web of Science durante 10 anos, considerando as expressões e palavras chave: tetrazólio em sementes de feijão-caupi, condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi, envelhecimento acelerado em sementes de feijão-caupi, feijão-caupi em testes de vigor de sementes, condutividade elétrica em <i>Vigna unguiculata</i> , envelhecimento acelerado em <i>Vigna unguiculata</i> e tetrazólio em <i>Vigna unguiculata</i> . ....	23
<b>Figura 3:</b> Número total de publicações com expressões e palavras chave: tetrazólio em sementes de feijão-caupi, condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi, envelhecimento acelerado em sementes de feijão-caupi, feijão-caupi em testes de vigor, condutividade elétrica em <i>Vigna unguiculata L.</i> , envelhecimento acelerado em <i>Vigna unguiculata L.</i> e tetrazólio em <i>Vigna unguiculata L.</i> , nas bases de dados Google acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021. ....	25
<b>Figura 4:</b> Número de artigos publicados com as expressões e palavras-chave: tetrazólio em sementes de feijão-caupi (A) e condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi (B) nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021.....	26
<b>Figura 5:</b> Número de artigos publicados com as expressões e palavras-chave: envelhecimento acelerado em sementes de feijão-caupi nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021. ....	27
<b>Figura 6:</b> Número de artigos publicados com as expressões e palavras-chave: feijão-caupi em testes de vigor nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021. ....	28
<b>Figura 7:</b> Número total de publicações com expressões e palavras chave: condutividade elétrica em <i>Vigna unguiculata L.</i> , nas bases de dados Google acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021. ....	29
<b>Figura 8:</b> Número total de publicações com expressões e palavras chave: envelhecimento acelerado em <i>Vigna unguiculata L.</i> , nas bases de dados Google acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021. ....	30
<b>Figura 9:</b> Número total de publicações com expressões e palavras chave: tetrazólio em <i>Vigna unguiculata L.</i> , nas bases de dados Google acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021. ....	31
<b>Figura 10:</b> Porcentagem de artigos publicados com relação aos idiomas com as palavras-chave e expressões: “tetrazólio em feijão-caupi”, “condutividade elétrica em feijão-caupi”, “envelhecimento acelerado em feijão-caupi”, “feijão-caupi em testes de vigor”, “condutividade elétrica em <i>Vigna unguiculata L.</i> ”, “envelhecimento acelerado em <i>Vigna unguiculata L.</i> ” e “tetrazólio em <i>Vigna unguiculata L.</i> ”, nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021. ....	32



## RESUMO

*Vigna unguiculata* L. ou feijão-caupi como é conhecido vulgarmente, é uma das principais fontes alimentícias de vários países, destacando-se o Brasil. Para implementação das lavouras é necessário o emprego de sementes que apresentem elevada qualidade fisiológica, a qual compreende a germinação e o vigor. Entre os testes de vigor baseados em estresse, os mais conhecidos são os de envelhecimento acelerado, deterioração controlada, teste frio e germinação à baixa temperatura. Quanto aos testes bioquímicos destacam-se os de condutividade elétrica, lixiviação de potássio e tetrazólio, os quais avaliam a condição da semente em si. Sendo assim, o uso de testes de vigor viabiliza a classificação de lotes de sementes em diferentes níveis de vigor. Esses testes representam um grande auxílio para as empresas produtoras de sementes, que precisam tomar decisões quanto ao armazenamento, comercialização e descarte; mesmo que as sementes atendam a porcentagem de germinação mínima exigida pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA para serem comercializadas. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os artigos científicos publicados no período de 2011 a 2021, quanto aos testes de vigor de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio em sementes de feijão caupi. Foram elaborados gráficos quanto as expressões e palavras chave: tetrazólio em sementes de feijão-caupi; condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi e envelhecimento acelerado em sementes de feijão-caupi; condutividade elétrica em *Vigna unguiculata*; envelhecimento acelerado em *Vigna unguiculata*; tetrazólio em *Vigna unguiculata* e feijão-caupi em testes de vigor de sementes, considerando-se as bases de dados Google Acadêmico, Web of Science e Scielo, ano de publicação e idiomas (português, inglês e espanhol). A base de dados que mais apresentou artigos publicados foi o Google Acadêmico, por ser uma plataforma simples e de fácil acesso, diferente das plataformas Scielo e Web of Science. Por ocasião da avaliação das sementes de feijão-caupi que serão submetidas aos testes de vigor envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio, deve-se ter consciência que são vários os fatores que influenciam nos resultados; não só o genótipo e os aspectos da própria metodologia, mas também as condições intrínsecas das sementes e o manejo pré e pós-colheita.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata* L., testes de estresse, testes bioquímicos, potencial fisiológico.

## ABSTRACT

*Vigna unguiculata* L. or cowpea beans, as it is commonly known, is one of the main food sources in a lot of countries, stand out Brazil. For implementation of crops it is necessary to use seeds with high physiological quality, which understands the germination and the vigor. Between the tests of stress the best known are accelerated aging, controlled deterioration, cold test and low temperature germination. Biochemical tests stand out the electrical conductivity, potassium and tetrazolium leaching, which assess the condition of the seed. Therefore, the vigor tests make it possible to classify seed lots at different vigor levels. Represent a great help for seed producing companies, who need to make storage decisions, marketing and disposal; Even if the seeds meet the minimum germination percentage required by the Ministry of Agriculture livestock and supply to be marketed. The present work aimed to carry out a literature review on scientific articles published in the period from 2011 to 2021, regarding vigor tests, accelerated aging, electrical conductivity and tetrazolium in cowpea seeds. Graphs were drawn up regarding expressions and keywords: tetrazolium in cowpea seeds; electrical conductivity in cowpea seeds and accelerated aging in cowpea seeds; electrical conductivity in *Vigna unguiculata*; accelerated aging in *Vigna unguiculata*; tetrazolium in *Vigna unguiculata* and cowpea in seed vigor tests, considering the database of Google Academic, Web of Science and Scielo, year of publication and languages (Portuguese, English and Spanish). The database that presented the most published articles was Google Academic, as it is a simple and easily accessible platform, different from platforms Scielo and Web of Science. On the occasion of the evaluation of cowpea seeds will be subjected to accelerated ageing vigor tests, electrical conductivity and the tetrazolium, one should be aware that there are several factors that influence the results; genotype and aspects of the methodology itself, but also the intrinsic seed conditions and pre- and post-harvest management.

**Keywords:** *Vigna unguiculata* L., stress tests, biochemical tests, potential physiological.



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Em função dos avanços tecnológicos, testes de germinação e de vigor são utilizados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes das mais variadas espécies vegetais, sendo que muitas delas são utilizadas na produção de alimentos para consumo humano e ração animal. Para que as culturas tenham uma boa produtividade no campo, muitas empresas produtoras de sementes realizam testes de qualidade nas sementes, sendo que os testes de vigor classificam os lotes de sementes em maior ou menor nível de vigor, com reflexos no estabelecimento das plântulas no campo.

A semente é o principal insumo para a produção agrícola e a sua qualidade interfere no estande de plantas. Portanto, os lotes de sementes que são utilizados para a semeadura devem apresentar uma alta qualidade fisiológica, para assegurar uma alta produtividade. Dessa forma, são conduzidos testes de germinação, os quais são obrigatórios de acordo com a lei 10711 de 2003 Art. 1º que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas – SNSM. O Art. 3º parágrafo I diz que “análise de semente ou de muda - conjunto de procedimentos técnicos, executados em conformidade com as metodologias oficializadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, utilizados para avaliar a identidade e a qualidade da semente ou da muda”. Segundo LEMOS (2015) para a avaliação da qualidade das sementes pode ser determinada por meio de vários testes, um deles é o de germinação, o qual é conduzido sob condições controladas, para que se possa avaliar a capacidade máxima de germinação da amostra analisada sem que haja problemas adversos, por outro lado, não subsidia informações sobre o vigor das sementes.

O teste de germinação não fornece informações sobre o vigor das sementes, pois não detecta os eventos intermediários que podem ocorrer durante o processo de deterioração, apenas as etapas finais, em virtude disso, os testes de vigor são um instrumento importante, como adjuntos ao teste de germinação na pesquisa sobre qualidade de sementes (PEREIRA, 2016).

O teste de vigor está relacionado com a deterioração das sementes, sendo que é inversamente proporcional, a deterioração por sua vez pode ser entendida como a perda da capacidade da semente em produzir uma plântula normal, quanto maior o vigor da semente menor sua deterioração e vice-versa (MARCOS FILHO, 2011).

Existem vários testes de vigor para análise de qualidade fisiológica das sementes, eles podem ser divididos em testes fisiológicos, de estresse e bioquímicos, o teste de

estresse mais utilizado é o envelhecimento acelerado, já os bioquímicos são condutividade elétrica e tetrazólio (RODRIGUES et al., 2015).

Entre as várias culturas de interesse agrícola em que os testes de vigor são utilizados, destaca-se o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.), conhecido também como feijão de corda, feijão-frade, feijão-fradinho, feijão-miúdo, ou feijão-macáçar. O feijão-caupi é uma cultura bastante consumida do Brasil, sendo de origem africana, que foi introduzida pelos colonizadores no país. Além da importância socioeconômica, é um alimento proteico e energético, uma das principais bases de alimentação e nutrição, principalmente para as populações das regiões Norte e Nordeste do Brasil (FREIRE FILHO et al., 2011).

Sendo assim, o uso de testes de vigor de estresse e bioquímicos que consigam viabilizar a classificação de lotes de sementes de feijão-caupi em diferentes níveis de vigor, podem representar um grande auxílio as empresas produtoras de sementes, para que possam tomar as devidas decisões para o armazenamento e comercialização. Com isso, esse trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre os testes de estresse (envelhecimento acelerado) e bioquímicos (condutividade elétrica e tetrazólio) em sementes de feijão-caupi e assim mostrar a eficiência dos referidos testes de vigor e conseqüentemente a avaliação da qualidade fisiológica.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

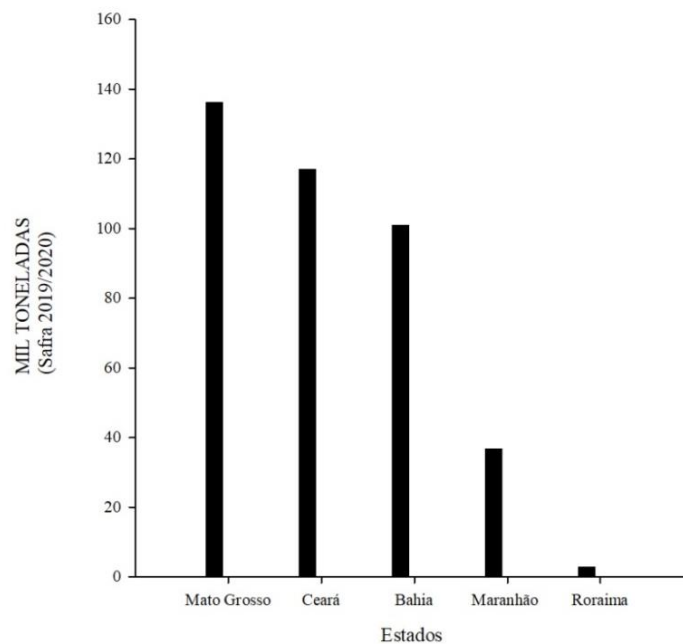
### **2.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE E IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA**

*Vigna unguiculata* L. conhecido como feijão-caupi, feijão-de-corda, feijão-macassar ou feijão-verde é uma leguminosa cultivada em quase todo o mundo, em diversas condições ambientais e nos diferentes tipos de solos. Apresenta uma grande importância para o Brasil, está presente diariamente na mesa das famílias, sendo um alimento básico para populações de baixa renda, rico em proteínas, minerais e fibras, é um grande gerador de emprego e renda, principalmente para as regiões Norte e Nordeste. É uma planta de origem africana, que foi introduzida no Brasil pelos colonizadores portugueses, associado ao tráfico de escravos (VALE; BERTINI; BORÉM, 2015).

O feijão-caupi é uma planta Dicotiledônia, ou seja, apresenta dois cotilédones, pertence à ordem Fabales de família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolina, de gênero *Vigna* e a sua espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Para a economia, o feijão-caupi é cultivado principalmente para a produção de grãos, secos ou verdes para o consumo humano, na forma de conserva ou desidratado. Também é utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e ainda como adubação verde e proteção do solo (ROCHA et al., 2017). É cultivado predominantemente no sertão semiárido da região Nordeste e em pequenas áreas na Amazônia. As regiões Norte e Nordeste são as que concentram a produção de feijão-caupi no Brasil, só o Nordeste chega cerca de 75% da produção AGROLINK (2021).

Na safra 19/20, de acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB foram plantados 363,9 mil hectares, com uma produção de pouco mais de 393,9 mil toneladas. Destaque para os estados de Mato Grosso, Ceará, Bahia, Maranhão e Roraima, que concentram nesta ordem as maiores produtividades (MALIZZEWSK, 2020). Em primeiro lugar, o estado de Mato Grosso nesta safra produziu 136,3 mil toneladas, seguido pelos estados do Ceará, Bahia, Maranhão e Roraima, com 117; 101; 36,7 e 2,9 mil toneladas, respectivamente (Figura 1).



**Figura 1:** Produtividade de feijão-caupi (mil toneladas) dos cinco estados brasileiros que mais produziram na safra 2019/2020 segundo dados da CONAB (2020).

Segundo a CONAB o feijão-caupi é o segundo maior tipo de feijão cultivado no país, a sua área plantada cresceu cerca de 1,6% (126 mil hectares) e a produtividade em quase 155 mil toneladas. A cada ano que passa aumenta a sua aceitação no mercado interno e novos mercados surgem. No ano de 2019 o Brasil exportou 43 mil toneladas, destinadas para 40 países da Europa, Ásia, África, América do Norte e Oriente médio (MALIZZEWSK, 2020). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) divulgou que, somando as três safras do ano 2020/2021 é estimado 3,1 milhões de toneladas na produção de feijão no país. Dessa produção 1,9 milhão de toneladas é de feijão-comum de diferentes cores, 516,8 mil toneladas de feijão-comum preto e 686,7 mil toneladas de feijão-caupi.

Assim como para a maioria das espécies de importância econômica, a instalação da lavoura de feijão-caupi é por meio do emprego de sementes. As sementes a serem utilizadas precisam apresentar uma elevada qualidade fisiológica, visando o estabelecimento de um estande adequado de plantas no campo, o que irá refletir na produtividade.

Algumas cultivares como BRS-Tumucumaque, BRS-Cauamé, BRS-Itaim e BRS Guariba apresentam bom desempenho sob condições semiáridas, pois conseguem suportar alterações na temperatura e umidade que ocorrem com frequência nessas regiões do Brasil; tais genótipos apresentam características genéticas, fisiológicas e morfológicas que se adaptam e possuem uma boa resposta em condições edafoclimáticas da região (SANTOS, 2013).

## **2.2 ASPECTOS DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES**

A qualidade da semente foi definida como o somatório de todos os atributos genéticos (compostos pela pureza varietal, potencial produtivo, resistência a pragas e doenças e qualidade do grão), físicos (teor de água, pureza física, peso de mil sementes, aparência e peso volumétrico), fisiológicos (germinação e vigor) e sanitários (incidência de fungos, vírus, bactérias e nematóides) que afetam a capacidade de originar plantas de alto desempenho (PESKE et al., 2019).

Conhecer a qualidade fisiológica das sementes antes das mesmas serem levadas ao campo é muito importante, pois ela influenciará significativamente o estabelecimento das plântulas, com reflexos na produtividade, principalmente se a parte comercial for vegetativa. A qualidade fisiológica pode ser definida como a capacidade da semente de desempenhar suas funções vitais, é caracterizada pela germinação e vigor, sendo que o vigor afeta diretamente a implantação da cultura em condições de campo, o qual pode ser avaliado por meio da condução de testes de vigor (MARCOS FILHO, 2015).

Segundo PERES (2011) a escolha dos testes de vigor que serão utilizados deverão considerar a identificação das características avaliadas por eles e a relação com o comportamento das sementes em situações como, armazenamento, desempenho após a secagem, injúrias mecânicas e principalmente as condições climáticas as quais as sementes serão expostas.

## **2.3. TESTES DE VIGOR**



O teste de vigor está relacionado com a capacidade das sementes em germinar e produzir uma plântula normal em uma ampla variação de condições de campo, não necessariamente dentro das mesmas condições ideais para germinação (FRANCO; MAGALHAES JUNIOR; VAZ; RIBEIRO, 2013).

Existem vários testes de vigor, entre eles os de estresse, destacando-se o envelhecimento acelerado e os bioquímicos tais como a condutividade elétrica e o teste de tetrazólio; eles procuram identificar os lotes de sementes com maior ou menor probabilidade de originarem plântulas com um bom desenvolvimento no campo. Estes são importantes juntamente com o teste de germinação para avaliar a qualidade fisiológica das sementes (PEREIRA, 2016).

Quanto à avaliação do vigor de sementes uma das principais exigências é que a obtenção dos resultados seja confiável em um período relativamente curto, pois permitirá que as decisões quanto ao manejo dos lotes, no campo e durante as etapas de pós-colheita, ocorram de maneira mais ágil (LEMOS, 2013).

Os testes de estresse têm como objetivo verificar o comportamento das sementes após serem submetidas a procedimentos com condições estressantes, tais como temperaturas altas ou baixas, elevada umidade relativa do ar, excesso ou déficit de água (GRZYBOWSKI, VIEIRA E PANOBIANCO, 2015), onde o de envelhecimento acelerado é um dos mais conhecidos.

Os testes bioquímicos visam avaliar as alterações bioquímicas nas sementes, que possam influenciar o vigor (FRÉ, 2015), destacando-se os testes de tetrazólio e de condutividade elétrica.

### **2.3.1. TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO**

O teste de envelhecimento acelerado tem como objetivo avaliar o desempenho das sementes que foram submetidas a temperaturas e umidades altas, onde a taxa de deterioração da semente é aumentada consideravelmente pela exposição as elevadas temperatura e umidade relativa do ar, tais fatores afetam a intensidade e velocidade do processo deteriorativo (DELOUCHE, 2002).

Este teste é um método muito utilizado para avaliar a vigor das sementes, principalmente de milho, feijão, soja e outras culturas de expressão econômica. Além de identificar as pequenas diferenças de vigor, pode também estimar o potencial de

armazenamento dos lotes utilizados. A sua utilização sob condições de altas temperaturas e alta umidade relativa do ar, por um determinado período de tempo, em função da espécie, ocasiona a deterioração das sementes e, conseqüentemente, o aparecimento de anormalidades ou morte das plântulas no processo de germinação. As diferenças entre o vigor das sementes após o envelhecimento acelerado podem ser utilizadas para o monitoramento das mesmas em condições normais de armazenamento, após a colheita (SILVA et al., 2010).

Após submeterem sementes de feijão-caupi das cultivares BRS-Tumucumaque, BRS-Cauamé, BRS-Itaim e BRS Guariba e das linhagens MNC03-737F-5-1, MNC03-737F-5-4, MNC03-737F-5-9 e MNC03-737F-5-1 ao teste de envelhecimento acelerado (72 horas à 42 °C), Santos e Correa (2011) verificaram que apenas o genótipo BRS-Cauame diferiu da linhagem MNC03-737F-5-11 e do genótipo BRS Guariba. Dos oito genótipos avaliados, seis apresentaram germinação superior a 80% após passarem pelas condições estressantes do teste; segundo os autores as sementes demonstraram uma ótima qualidade fisiológica, sendo que a exposição às condições adversas aumentou a taxa de deterioração.

Sementes das cultivares de feijão-caupi, CE 315, Rouxinol, Patativa e BRS Guariba, após serem secas às temperaturas de 30, 35, 40 e 45°C, armazenadas por seis meses e avaliadas posteriormente pelo teste de envelhecimento acelerado (41°C e 100% de UR ar por 72 horas), mostraram diferenças entre si quanto ao seu vigor (LIMA et al., 2011). As sementes da cultivar CE 315 apresentaram vigor superior em relação as sementes das demais cultivares, independente da temperatura de secagem, com percentuais de germinação variando entre 84 e 89% após o teste de envelhecimento acelerado. Já as sementes das cultivares BRS Guariba e Patativa foram de vigor inferior (47% a 56% de germinação), quando se utilizou as temperaturas de secagem de 35 e 45°C (LIMA et al., 2011).

As sementes de feijão-caupi das cultivares BRS Guariba, BRS Marataoã e BRS Pujante, após serem expostas as condições do teste de envelhecimento acelerado (42° C por 48 horas) foram avaliadas quanto à sua germinação. Verificou-se que a cultivar BRS Guariba apresentou uma qualidade inferior em relação às cultivares BRS Marataoã e BRS Pujante (RODRIGUES et al., 2015).

### **2.3.2. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

O teste de condutividade elétrica baseia-se no princípio de que, com o avanço do processo de deterioração, ocorre aumento da lixiviação dos constituintes celulares das sementes embebidas em água, devido à perda da integridade dos sistemas de membranas celulares (HEPBURN et al., 1984). A perda de eletrólitos das sementes para a água de embebição pode ser detectada quando avaliada a condutividade elétrica desses lixiviados. O teste de condutividade elétrica consegue detectar os primeiros sintomas de deterioração das sementes, pois avalia a integridade das membranas celulares (MICHELS et al., 2014).

A determinação da quantidade de íons na solução de embebição das sementes é recomendada para sementes de ervilha e sugerida para as de soja (ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA, 2002), espécie em que tem sido observada relação entre os resultados desse teste com os de emergência de plântulas em campo (). Na avaliação do vigor de sementes de soja, estudos mostraram que o teste de condutividade elétrica apresenta fácil execução, baixo custo, rapidez, reprodutibilidade e não proporciona complexidade na interpretação dos resultados. (OLIVEIRA, CAMILI CLARETE, MORAIS, 2018).

Depois de submetidas a diferentes temperaturas de secagem (30, 35, 40 e 45°C) e armazenadas por seis meses, as sementes das cultivares de feijão-caupi, CE 315, Rouxinol, Patativa e BRS Guariba foram avaliadas quanto a condutividade elétrica (LIMA et al., 2011). Os autores observaram que independente da temperatura de secagem, as sementes da cultivar BRS Guariba seguida das sementes da cv. Patativa, lixiviaram mais solutos no meio aquoso em relação as sementes das demais cultivares, refletindo uma baixa qualidade fisiológica. Já as sementes da cv. CE315 seguidas pelas sementes da cv. Rouxinol foram consideradas de maior vigor por terem lixiviado menos.

Cultivares de feijão-caupi, Amapá de cor branca, grupo comercial “branco” e uma crioula de cor escura, grupo comercial “escuro”, diferiram entre si quando suas sementes foram submetidas a diferentes períodos de embebição (6, 14 e 24 horas), por ocasião da condução do teste de condutividade elétrica (MATEUS, 2015). O referido teste foi eficaz em identificar sementes de feijão-caupi com diferentes níveis de vigor, porém, o autor destacou a necessidade de aprimoramento na metodologia do teste.

### **2.3.3. TETRAZÓLIO**

O teste de tetrazólio é um teste bioquímico colorimétrico que é realizado de maneira rápida, sendo eficiente na determinação da viabilidade das sementes. Este teste determina indiretamente a atividade respiratória nas células que compõem os tecidos das sementes e baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases (AOSA, 1983) as quais catalisam as reações respiratórias nas mitocôndrias, durante a glicólise e o ciclo do ácido cítrico, ou ciclo de Krebs.

Quando a semente é imersa na solução de tetrazólio, ocorre a reação de redução nas células vivas resultando na formação de um composto vermelho, não difusível, conhecido como trifênilformazan, indicando haver atividade respiratória nas mitocôndrias e, conseqüentemente, que o tecido é viável (vivo). Tecidos mortos (não viáveis) não reagem com a solução conservando a sua cor natural, conforme LEMOS (2015).

Para uma coloração adequada, consiste naquela que proporciona área da semente totalmente colorida com distinção das estruturas para avaliação. Já as colorações coloração fraca ou forte não são aceitas como padronização, pois ambas não realçam e inibem a diferenciação das estruturas da semente e conseqüentemente impede sua análise criteriosa, atribuindo resultados errôneos à classificação da semente (FRANÇA NETO e KRZYZANOWKI, 2018).

Em soja, além da viabilidade, o teste permite classificar as sementes em diferentes níveis de vigor e fazer um diagnóstico detalhado das principais causas de perda da qualidade da semente (FREIRE FILHO, 2011), tais como danos mecânicos, deterioração por umidade e danos por percevejo, que são os problemas que mais comumente afetam a qualidade fisiológica da semente de soja (FRÊ, 2015).

Através do procedimento abreviado do teste de tetrazólio que apresenta uma avanço significativo durante os últimos anos, pode ser usado como alternativa rápida para determinação do vigor e da viabilidade, informações que são úteis no decorrer do processo decisório de compra e manuseio de semente, no apoio ao trabalho de controle de qualidade, por diagnosticar as causas dessa perda (FRANÇA NETO, KRZYZANOWKI, 2018).

Ao estudarem a metodologia do teste de tetrazólio em sementes de feijão-caupi, cultivares BRS Guariba, BRS Marataoã e BRS Pujante, RODRIGUES et al. (2015) verificaram que o teste foi eficiente para avaliar o vigor e a viabilidade das sementes, principalmente quando o pré-condicionamento das sementes constou da imersão direta

das mesmas em água por um período de 16 horas à 25 °C, e em seguida da imersão em solução de tetrazólio na concentração de 0,05%, por 210 minutos à 40 °C.

Com o propósito de determinar a concentração que melhor proporcionasse coloração uniforme e de intensidade adequada para avaliação de dois lotes de sementes de duas cultivares de feijão-caupi, ou seja, BRS Guariba e BRS Nova Era, OLIVEIRA; CAMILI e MORAIS (2018) conduziram primeiramente um pré-teste de tetrazólio. Foram utilizadas as concentrações de 0,075%, 0,25% e 0,5% da solução de tetrazólio, durante dois períodos de imersão (3 e 4 h), visando a coloração das sementes à 30 °C, sob ausência de luz. Ao final de cada período de coloração as sementes foram lavadas em água corrente e cortadas longitudinalmente no centro do eixo embrionário, com posterior avaliação quanto à uniformidade e intensidade da coloração apresentadas pelos tecidos, sendo classificadas em coloração adequada, fraca ou forte. Assim, foi possível verificar que as sementes dos dois lotes das duas cultivares apresentaram melhor coloração na concentração de 0,075% por quatro horas.

Com o propósito de verificar a melhor combinação entre a concentração de sal de tetrazólio e o tempo de embebição, para avaliar o vigor de sementes de feijão-caupi das cultivares BRS Guariba (Classe Branco Liso), BRS Nova Era (Classe Branco Rugoso) e BRS Pajeú (Classe Mulato Liso), LEMOS (2015) avaliou as concentrações de 0,5%, 0,075% e 0,05% da solução de tetrazólio e os períodos de coloração de 90, 150 e 960 minutos. A classificação do vigor das sementes foi possível nos períodos de embebição de 90 e 150 minutos, nas concentrações de 0,05%, 0,075% e 0,50%. Para o tempo de 960 minutos a avaliação foi possível apenas nas concentrações de 0,05% e 0,075%.

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1 GERAL**

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os artigos científicos publicados no período de 2011 à 2021, quanto aos testes de vigor de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio em sementes de feijão-caupi.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

- Identificar e mensurar as expressões e palavras chave: tetrazólio em sementes de feijão-caupi; condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi; envelhecimento acelerado em sementes de feijão-caupi; condutividade elétrica em *Vigna unguiculata* L.; envelhecimento acelerado em *Vigna unguiculata* L.; tetrazólio em *Vigna unguiculata* L. e feijão-caupi em testes de vigor de sementes, abordadas nos artigos científicos, por ocasião da consulta nas bases de dados Google Acadêmico, Web of Science e Scielo;
- Mensurar o número de artigos por ano de publicação;
- Mensurar o número de artigos em função do idioma (português, inglês e espanhol);
- Mensurar o número de artigos por base utilizada.

#### 4. METODOLOGIA

Uma revisão de literatura ou bibliográfica é um diagnóstico sistemático e crítico e que é vasto de publicações de uma área do conhecimento definida, que busca esclarecer, debater e explicar um determinado tema baseando-se em referências teóricas publicadas por periódicos, revistas e em livros. Segundo MARTINS (2001) a pesquisa bibliográfica não é apenas uma réplica do que foi mencionada anteriormente e sim uma análise de um tema através de uma nova perspectiva com conclusões.

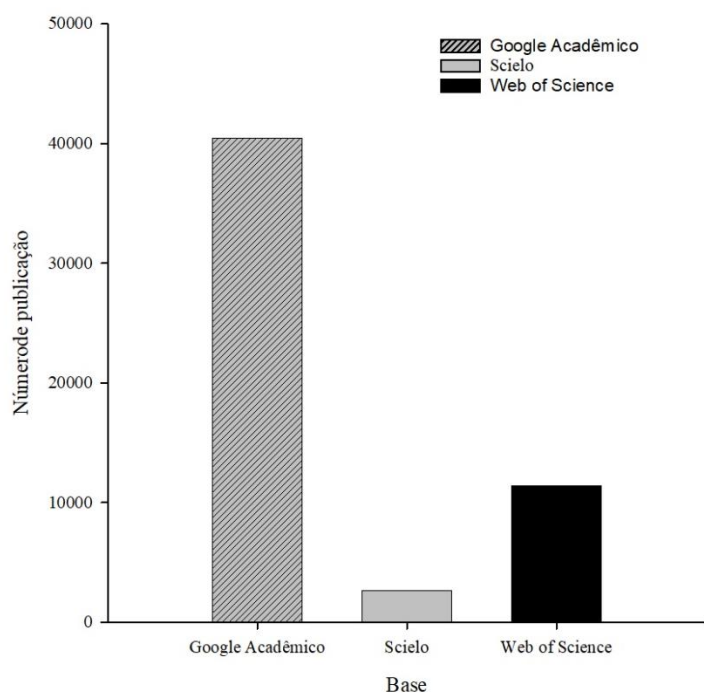
Foram avaliados diversos artigos científicos publicados nos últimos 10 anos (2011 à 2021), sobre testes de vigor de estresse, envelhecimento acelerado, e bioquímicos, tais como condutividade elétrica e tetrazólio, em sementes de feijão-caupi.

Foram utilizadas as seguintes expressões e palavras chave, primeiro com o nome popular e depois com nome científico da cultura: tetrazólio em feijão-caupi, condutividade elétrica em feijão-caupi, envelhecimento acelerado em feijão-caupi, condutividade elétrica em *Vigna unguiculata* L., envelhecimento acelerado em *Vigna unguiculata* L., tetrazólio em *Vigna unguiculata* L. e feijão-caupi em testes de vigor de semente. Neste trabalho optou-se pelo método de revisão bibliográfica, focando na revisão narrativa, possibilitando o acesso as pesquisas de pesquisadores que já trabalharam com a temática.

Foram consultadas as bases de dados Google Acadêmico, Web of Science e Scielo, onde os artigos científicos foram avaliados quanto aos idiomas português, inglês e espanhol. Assim, foram elaborados gráficos quanto às temáticas abordadas considerando: base de dados da publicação, ano de publicação e idiomas. O desenvolvimento da discussão baseou-se nos principais resultados obtidos.

## 5. RESULTADOS

De acordo com as expressões e palavras chave abordadas na metodologia, foram encontrados no período de 2011 a 2021, 64.328 artigos publicados nas plataformas Google Acadêmico, Web of Science e Scielo. Sendo que destes artigos 36.586 foram publicados na base de dados Google Acadêmico, 22.608 na Web of Science e 5.134 no Scielo (Figura 2).

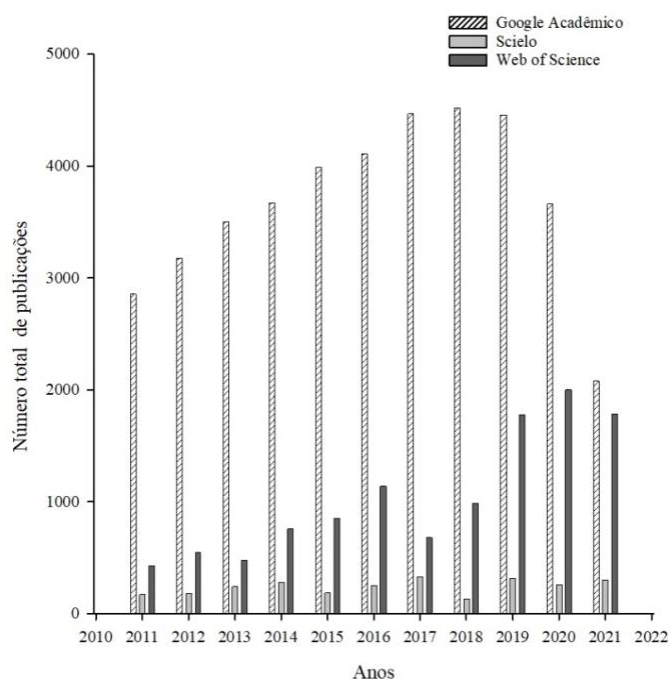


**Figura 2:** Número de publicações nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Web of Science durante 10 anos, considerando as expressões e palavras chave: tetrazólio em sementes de feijão-caupi, condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi, envelhecimento acelerado em sementes de feijão-caupi, feijão-caupi em testes de vigor de sementes, condutividade elétrica em *Vigna unguiculata* L., envelhecimento acelerado em *Vigna unguiculata* L. e tetrazólio em *Vigna unguiculata* L.

A plataforma Google Acadêmico possui uma acessibilidade maior e dispõe de um maior número de artigos publicados no seu acervo, por esse motivo é uma base bastante eficiente, boa parte dos seus artigos são publicados em inglês e português (Figura 2). Por sua vez, a plataforma Web of Science exige que o interessado seja registrado para que possa dispor do acesso aos periódicos e a maioria dos artigos é em inglês; o registro pode ser feito com um e-mail pessoal e senha ou até mesmo por meio do vínculo institucional de uma universidade. Já a plataforma Scielo publica trabalhos das mais diversas temáticas e tendo o seu acesso gratuito a todo o público, e os seus trabalhos são publicados nos três idiomas português, inglês e espanhol.

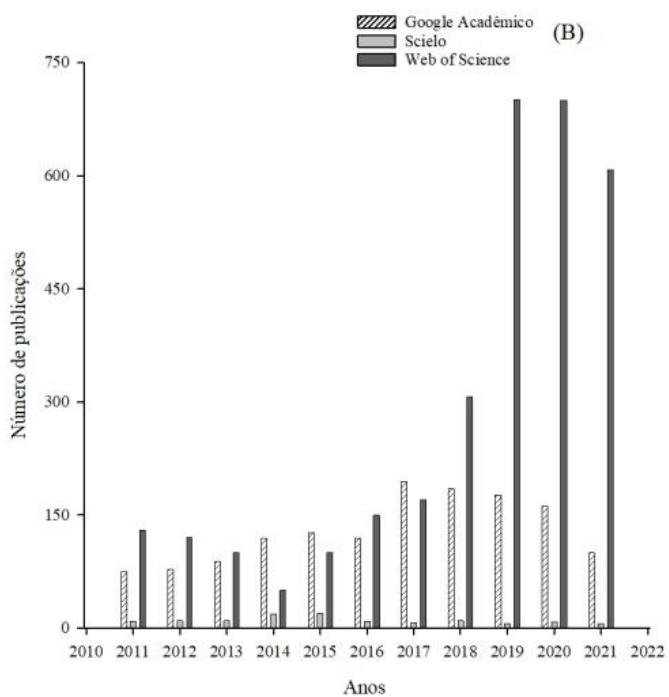
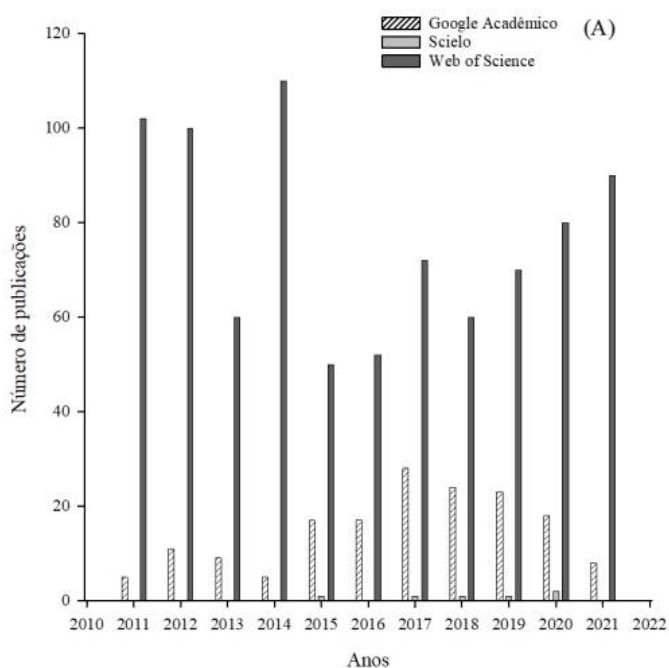
Com relação ao número de publicações por ano, a base de dados Google Acadêmica apresentou uma tendência de crescimento de publicações até o ano de 2019, entretanto ocorreu um declínio no número de publicações durante os anos de 2020 e 2021 (Figura 3), coincidindo com o cenário pandêmico da covid. Já para a plataforma Scielo observou-se que ocorreram oscilações ao longo dos anos, em que o ano de 2017 foi superior quanto ao número de publicações em relação aos demais. A base de dados Web of Science mostrou uma tendência de crescimento do número de artigos até o ano de 2016, no ano seguinte houve um declínio e depois entre os anos de 2019 e 2021, observou-se novamente um aumento de publicações, quanto as temáticas abordadas, o que indica uma relevância do tema e o quanto as pesquisas se mantiveram ativas. O ano com maior número de publicações foi o de 2018 na base de dados do Google Acadêmico, computando-se 4.083 artigos (Figura 3).





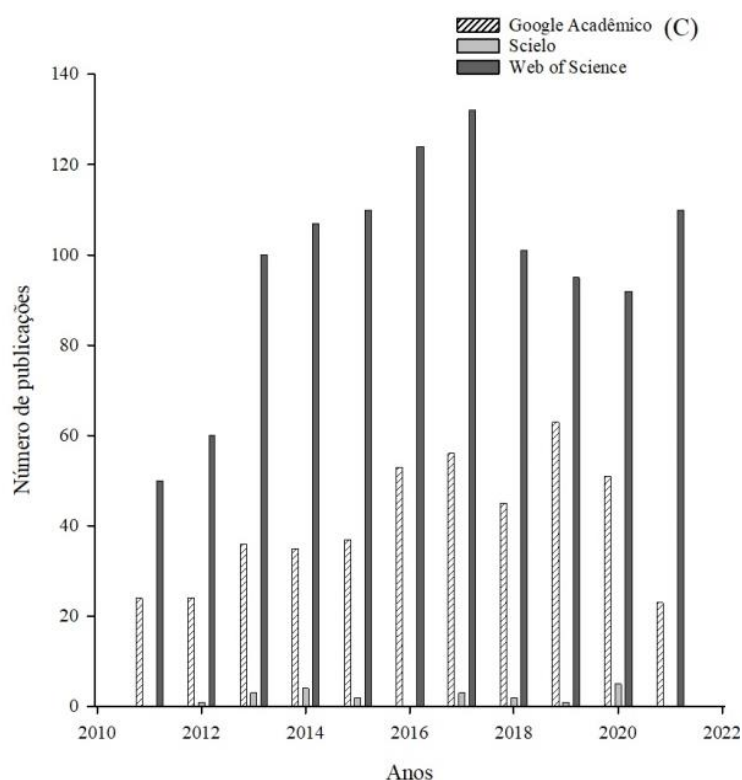
**Figura 3:** Número total de publicações com expressões e palavras chave: tetrazólio em sementes de feijão-caupi, condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi, envelhecimento acelerado em sementes de feijão-caupi, feijão-caupi em testes de vigor, condutividade elétrica em *Vigna unguiculata* L., envelhecimento acelerado em *Vigna unguiculata* L. e tetrazólio em *Vigna unguiculata* L. , nas bases de dados Google acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021.

Em relação às temáticas utilizadas para a busca dos artigos relacionados os testes de vigor de estresse e bioquímicos em sementes de feijão-caupi, foi possível notar que as expressões ou palavras-chave tetrazólio em sementes de feijão-caupi e condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi foram encontradas em maior quantidade nos artigos publicados principalmente na base de dados Web of Science. Por sua vez, na base de dados do Google Acadêmico foi verificado quase a metade do número de publicações em relação a Web of Science; já na base de dados Scielo a quantidade de artigos foi bastante reduzida (Figuras 4A e 4B).



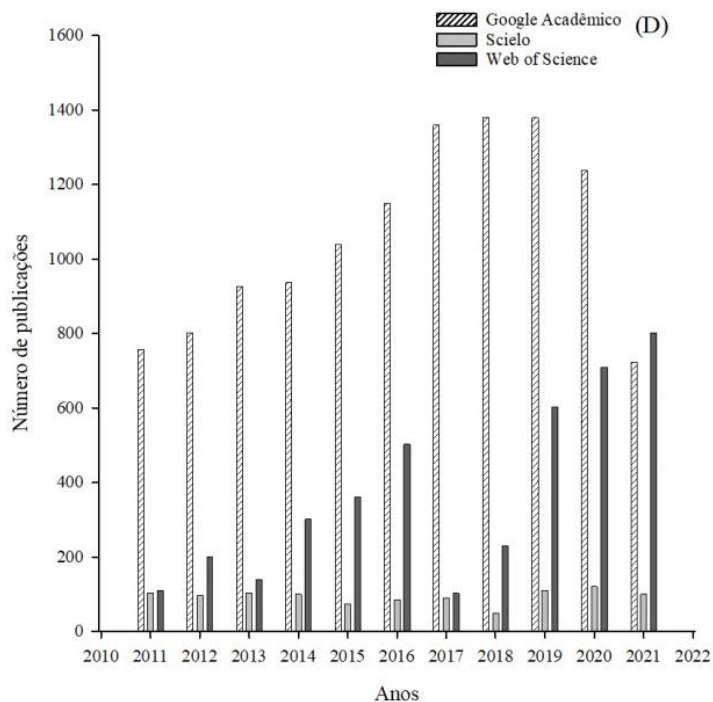
**Figura 4:** Número de artigos publicados com as expressões e palavras-chave: tetrazólio em sementes de feijão-caupi (A) e condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi (B) nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021.

A expressão “envelhecimento acelerado em sementes de feijão-caupi” apresentou um número maior de artigos na base de dados Web of Science entretanto, nas bases Google Acadêmico e Scielo e verificou-se poucos artigos com a referida expressão (Figura 5).



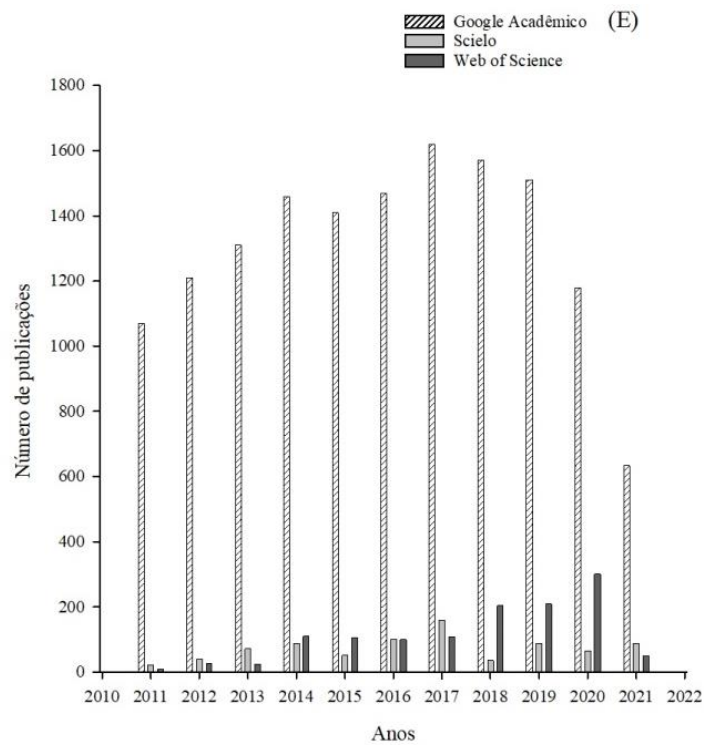
**Figura 5:** Número de artigos publicados com as expressões e palavras-chave: envelhecimento acelerado em sementes de feijão-caupi nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021.

Quanto a palavra-chave “feijão-caupi em testes de vigor” a base de dados que mais se destacou também foi o Google Acadêmico, com aproximadamente 12.000 publicações, em seguida, a base de dados Web of Science com menos da metade das publicações e por fim a plataforma Scielo (Figura 6).



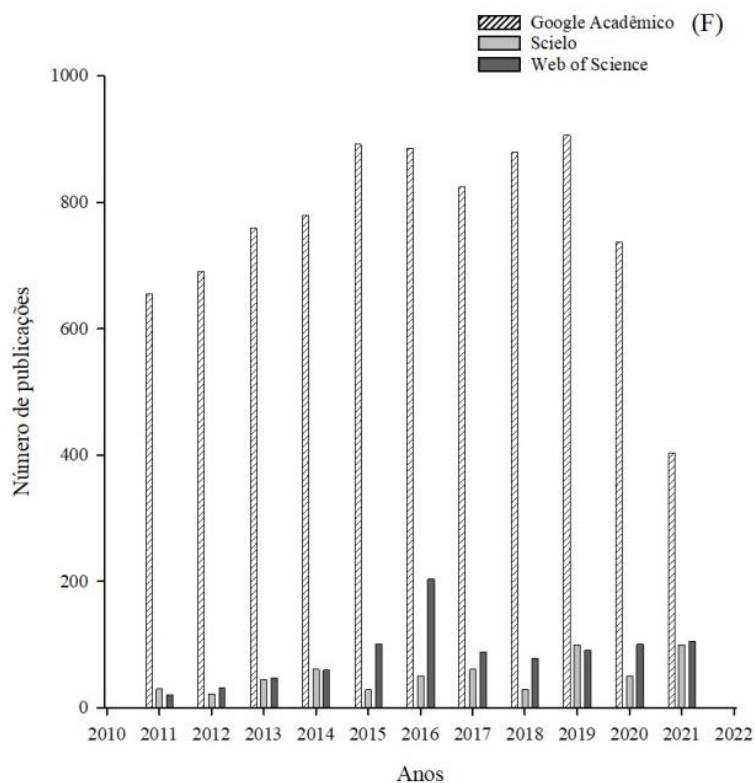
**Figura 6:** Número de artigos publicados com as expressões e palavras-chave: feijão-caupi em testes de vigor nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021.

Com relação à expressão “condutividade elétrica em *Vigna unguiculata L.*” se observou que na plataforma Google Acadêmico o número de artigos foi expressivamente superior, contabilizando 14.444 artigos em relação as bases de dados Web of Science e Scielo, as quais registraram 1.251 e 816 artigos, respectivamente (Figura 7).



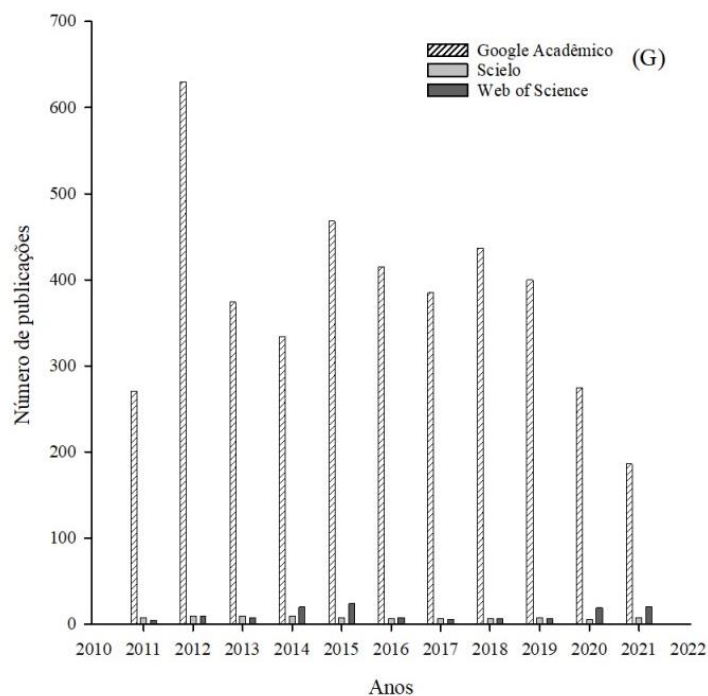
**Figura 7:** Número total de publicações com expressões e palavras chave: condutividade elétrica em *Vigna unguiculata* L., nas bases de dados Google acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021.

Quanto a expressão “envelhecimento acelerado em *Vigna unguiculata* L.” o Google Acadêmico também mostrou-se superior quanto ao número de artigos, chegando a 8.411, seguido das bases de dados Web of Science e Scielo, com 930 e 578 artigos (Figura 8), respectivamente.



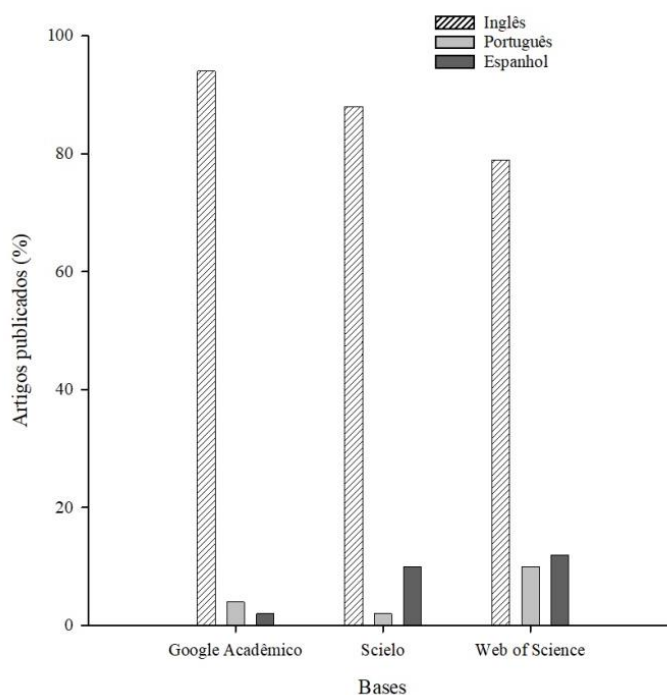
**Figura 8:** Número total de publicações com expressões e palavras chave: envelhecimento acelerado em *Vigna unguiculata L.*, nas bases de dados Google acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021.

Para a expressão “tetrazólio em *Vigna unguiculata L.*” o Google Acadêmico apresentou o maior número de publicações, principalmente no ano de 2012 (Figura 9), em segunda colocação a base de dados Web of Science e em terceiro o Scielo.



**Figura 9:** Número total de publicações com expressões e palavras chave: tetrazólio em *Vigna unguiculata* L., nas bases de dados Google acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021.

De um modo em geral, ao considerar o idioma empregado na publicação dos artigos, verifica-se que o idioma inglês se destacou nas bases de dados, onde o Google Acadêmico, Scielo e Web of Science apresentaram 94%, 88% e 79% dos artigos publicados em inglês, respectivamente. Por sua vez, os idiomas Português e Espanhol foram pouco empregados nos trabalhos publicados (Figura 10).



**Figura 10:** Porcentagem de artigos publicados com relação aos idiomas com as palavras-chave e expressões: “tetrazólio em feijão-caupi”, “condutividade elétrica em feijão-caupi”, “envelhecimento acelerado em feijão-caupi”, “feijão-caupi em testes de vigor”, “condutividade elétrica em *Vigna unguiculata* L.”, “envelhecimento acelerado em *Vigna unguiculata* L.” e “tetrazólio em *Vigna unguiculata* L.”, nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Web of Science, durante o período de 2011 a 2021.

## 6. DISCUSSÕES

Para a maioria dos resultados, o maior número de artigos sobre os testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio utilizando o nome científico *Vigna unguiculata* L., foi encontrado na base de dados Google Acadêmico, justamente por ser uma plataforma com mais facilidade de pesquisar e apresentar mais artigos, principalmente em inglês. Por meio das temáticas abordadas foi possível observar um avanço nos estudos sobre os testes de envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio nas sementes de feijão-caupi. A plataforma Web of Science mostrou que para as temáticas com o nome popular da cultura “tetrazólio em sementes de feijão-caupi” e “condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi”, foram encontradas em maior quantidade nos artigos publicados.

Ao avaliarem as sementes de feijão-caupi, variedades BRS-Tumucumaque, BRS-Cauamé, BRS-Itaim e BRS Guariba e linhagens MNC03-737F-5-1, MNC03-737F-5-4,



MNC03-737F-5-9 e MNC03- 737F-5-1, que foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, SANTOS e CORREA (2011) verificaram diferenças quanto à qualidade fisiológica das sementes. Observou-se que a cultivar BRS-Itaim mostrou o maior índice de germinação quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. As sementes de BRS-Itaim germinaram apenas 50% durante o período de sete dias, o que é considerado baixo. Ainda, as sementes de BRS-Tumucumaque e BRS Guaiba apresentaram um maior vigor em relação às sementes da cv. BRS-Cauame. A cultivar BRS-Cauame apresentou baixa qualidade fisiológica após a exposição ao teste de envelhecimento acelerado.

O teste de envelhecimento acelerado cada vez mais vem sendo estudado em sementes de feijão-caupi. OLIVEIRA, CAMILI e MORAIS (2018) ao submeterem sementes de feijão-caupi de dois lotes das cultivares BRS Guariba e BRS Nova Era ao teste de envelhecimento acelerado (42°C por 48 h), verificaram diferença de qualidade entre os dois lotes da cultivar BRS Nova Era. Já os lotes da cv. BRS Guariba não tiveram diferenças significativas entre os dois lotes.

A exposição de sementes de feijão-caupi produzidas em três ambientes distintos de cultivo (Lages, Joaçaba e Anchieta), localizados na região de Santa Catarina, ao teste de envelhecimento acelerado (41°C por 72 h) indicou diferença na qualidade das sementes entre as três localidades; sendo que as sementes oriundas de Lages, Joaçaba e Anchieta proporcionaram 79,1%; 71,2% e 40,6% de germinação, respectivamente (MICHELS et al., 2014).

O fator genótipo pode influenciar no teste de envelhecimento acelerado, por isso, deve ser feita a comparação entre lotes de sementes de mesma cultivar, pois algumas cultivares pode apresentar maior estresse. Além deste, o teste pode ser afetado pela temperatura, o período de exposição das sementes, o grau de umidade das sementes e a absorção de água pelas sementes que pode interferir na interpretação dos dados do teste de envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO, 2015).

Por meio do teste de condutividade elétrica, LIMA et al. (2014) verificaram que as sementes de feijão-caupi, das cultivares Guariba e Patativa, foram consideradas de baixo vigor por lixiviarem mais solutos no meio aquoso. Já as cultivares CE315 e Rouxinol por lixiviarem menos, foram consideradas de maior vigor. Valores elevados de condutividade elétrica indicam que as sementes extravasaram mais exsudatos, e são classificadas como sementes de “baixo a médio vigor”; já as sementes com menores

valores de condutividade elétrica refletem menor quantidade de lixiviados, e são classificadas de “alto vigor” (MATEUS, 2015).

Destaca-se que os resultados do teste de condutividade elétrica podem ser afetados pelos seguintes fatores: qualidade da água, temperatura e a duração do período de embebição, o grau de umidade e a quantidade de número de sementes testadas além do genótipo. Outros fatores como presença de sementes danificadas fisicamente; tamanho da semente (RODRIGUES et al., 2015).

As sementes de feijão-caupi quando colhidas podem apresentar elevados teores de água, necessitando de secagem para serem armazenadas e garantir a próxima sementeira, visando obter-se uma boa produtividade. Por sua vez, quando as sementes ficam expostas no campo às condições de oscilações de umidade e temperatura do ambiente, ficam sujeitas à perda de qualidade, a qual pode ser avaliada por meio dos testes de condutividade elétrica e tetrazólio.

No teste de tetrazólio avalia-se as sementes de acordo com a coloração que elas apresentam após a imersão em solução de tetrazólio (RODRIGUES et al., 2015). Esta solução se difunde através dos tecidos das sementes, ocorrendo nas células vivas, a reação de redução do sal, formando um composto vermelho, não difusível, conhecido como trifênilformazan, o qual indica a atividade respiratória nas mitocôndrias e assim, se o tecido é viável, ou seja, se está vivo e conseqüentemente se a semente possui capacidade de germinar. Já os tecidos mortos (ou não viáveis) não reagem com a solução e muitas vezes apresentam uma coloração branco leitoso, e uma consistência mais flácida (LAZAROTTO; PIVETA; MUNIZ, 2011).

Segundo o MAPA (2009) a classificação da viabilidade das sementes de feijão-caupi pode ser interpretada por meio da localização e intensidade da coloração dos tecidos embrionários, de maneira que as sementes possam ser classificadas em viáveis vigorosas, viáveis não vigorosas e não viáveis. Portanto, o teste de tetrazólio consegue discriminar os lotes de sementes não só quanto a sua viabilidade, mas também quanto a classificação do vigor.

Além de avaliar diferentes concentrações da solução de tetrazólio, pode-se estudar também diferentes temperaturas de incubação, ou seja, verificar a temperatura que a semente deve ficar em contato com a solução de tetrazólio, para que a coloração seja mais

bem observada. Dentro desse contexto, RODRIGUES et al. (2015) utilizando as concentrações de 0,05; 0,075 e 0,01% da solução de tetrazólio e as temperaturas de incubação de 35 e 40° C por 90, 150 e 210 minutos, verificaram que a concentração de 0,05% e o período de 210 minutos (40°C), foram as melhores condições para se avaliar e identificar a qualidade fisiológica das sementes.

Considera-se que os resultados do teste de tetrazólio dependem da determinação indireta da atividade respiratória nas células que compõem o tecido das sementes. As sementes de tecido vigoroso quando submetidas ao teste apresentam coloração vermelho carmim claro; quando o tecido está em deterioração a coloração é um vermelho mais intenso e quando o tecido não é viável, a coloração é branca, pois a redução do sal não ocorre no tecido morto. As diferenças de cor juntamente com o conhecimento de diversas características das sementes permitem a determinação da presença, da localização e da natureza dos distúrbios que podem ocorrer nos tecidos embrionários (MOORE, 1973).

Os danos de secagem, de estresse hídrico e de geada podem também ser facilmente identificados pelo teste de tetrazólio. Através do elevado índice de adoção deste teste no Brasil, visto que aponta os problemas de redução de qualidade da semente, quando realizado em etapas diferentes no sistema de produção, também pode identificar os pontos de origem desses problemas, permitindo que ações corretivas sejam adotadas, resultando na produção de sementes de alta qualidade (MICHELS; SOUZA; COELHO; ZILIO, 2014).

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao pesquisar, quantificar e qualificar os artigos científicos sobre os testes de vigor, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio em sementes de feijão-caupi, publicados nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Web of Science, verificou-se que as expressões utilizadas abrangeram muitas publicações científicas, indicando que o assunto vem sendo bem estudado e procurado. Ainda, a base de dados que mais apresentou artigos publicados com as temáticas envelhecimento acelerado *Vigna unguiculata* L.; condutividade elétrica *Vigna unguiculata* L. ; tetrazólio *Vigna unguiculata* L. e feijão-caupi em testes de vigor foi a Google Acadêmico, por ser uma plataforma simples e de fácil acesso, diferente das plataformas Scielo e Web of Science.

Já as temáticas tetrazólio em sementes de feijão-caupi, envelhecimento acelerado em sementes de feijão-caupi e condutividade elétrica em sementes de feijão-caupi foram encontradas em maior quantidade nos artigos publicados principalmente na base de dados Web of Science.

A qualidade fisiológica das sementes é muito importante para identificação das sementes com embriões viáveis e não viáveis, visando o semeio da próxima safra, assim os testes envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio contribuem bastante na classificação do vigor das sementes.

Por ocasião da avaliação das sementes de feijão-caupi que serão submetidas aos testes de vigor envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e tetrazólio, deve-se ter consciência que são vários os fatores que influenciam nos resultados; não só o genótipo e os aspectos da própria metodologia, mas também as condições intrínsecas das sementes e o manejo pré e pós-colheita.

## 8. REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. **Seed vigor testing handbook. Stillwater: Seed Vigor Test Committee of the Association of Official Seed Analysts**, 1983. 93 p. (AOSA. Contribution to the Handbook on Seed Testing, 32).

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS - AOSA. **Seed Vigor Testing Handbook. Lincoln**. 2002. 105p. (Contribution 32).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**// Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. Decreto N° 10.586 (2020), regulamenta a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Art. 1° e Art. 3° . Disponível em: [https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.586-de-18-de-dezembro-de-2020-295257581?\\_ga=2.106800451.1760483385.1611854684-94128588.1602617020](https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.586-de-18-de-dezembro-de-2020-295257581?_ga=2.106800451.1760483385.1611854684-94128588.1602617020) .

COSTA, N.P.; MARCOS FILHO, J.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **Teste de tetrazólio em semente de soja com condicionamento abreviado - Série Sementes**. (Documento/ Circular Técnica, ISSN 1516-7860, n56) Londrina-PR. Maio, 2008.

DELOUCHE, J. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Revista Seed News**, v.6, n.6, p.24-31, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Cultivo do feijão-caupi**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 10 de set. de 2021.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWKI, F.C. **Metodologia do teste de tetrazólio**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. PDF (108 p.): il. (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n.406) Disponível em: <Doc-406-OL.pdf (embrapa.br)> . Acessado em: 9 de junho de 2021.

FRANCO, D. F.; MAGALHAES JUNIOR, A. M. de; VAZ, C, F.; RIBEIRO, P. G. **Testes de Vigor em Sementes de Soja. Embrapa Clima Temperado**. Pelotas, RS 2013.

FREIRE FILHO, F. R. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

FRÉ, M. DA. **Avaliação da germinação, viabilidade e vigor de sementes de *Calophyllum brasiliense* Camb.** 2015 Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso de Agronomia. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2015.

GUISCHEM, J.M.; FARIAS, A.S.; FIGUEIREDO, R.T.; ARAUJO, J.R.G.; PEREIRA, C.F. Teste de frio e envelhecimento acelerado na avaliação de vigor de sementes de feijão-frade. **Revista de Ciências Agrárias**, v.33, p 15, n.2, 2010.

GRZYBOWSKI, C.R.S; VIEIRA, R.D.; PANOBIANCO, M. Stress testing in the evaluation of vigour in maize seed. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 46, n. 3, p 590-596, 2015.

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.

HEPBURN, H.A.; POWELL, A.A.; MATTHEWS, S. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soybeans. **Seed Science and Technology**, v.12, n.3, p.403-13, 1984.

ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; FREIRE, F.R.F.; MENEZES, J. A. N. EMBRAPA: **Cultivo de feijão-caupi**. Versão Eletrônica 2ª edição | Mar/2017.

LAZAROTTO, M; PIVETA, G.; MUNIZ, M. F. B. et al. Adequação do teste de tetrazólio para avaliação da qualidade de sementes de *Ceiba speciosa*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1243-1250, 2011.

LEMO, BRUNO SOUZA. **Teste de tetrazólio para avaliação de sementes em feijão caupi: concentração do sal e período de coloração**. 2015. 29f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

LIMA, M. L.; CUNHA, J.P.B.; REIS, R.C.; FARIA, R.Q.; TEIXEIRA, I.R. Efeito latente em sementes de feijão-caupi submetidas à diferentes temperaturas de secagem. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, 2014.

MATEUS, A. M. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] pelo teste de condutividade elétrica**. 2015..27f. Dissertação (Bacharelado em Agronomia)- Universidade de Brasília-UnB.

MARCOS FILHO, J.J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1026580&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22MARCOS%20FILHO,%20J.%22&qFacets=autoria:%22MARCOS%20FILHO,%20J.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>.

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

MALIZZEWSK, E. Agrolink. **Feijão-caupi está em expansão no mercado**. Popularmente conhecido como feijão-de-corda ou fradinho é das principais bases alimentares nordestinas. 22/06/2020. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/noticias/feijao-caupi-esta-em-expansao-no-mercado\\_435623.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/feijao-caupi-esta-em-expansao-no-mercado_435623.html). Acessado em: 5 de novembro de 2021.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA2009. **Regras para análise de sementes**. Brasília, Brasil: MAPA/ACS. 395 p. 2 v.

MALIZZEWSK, E. Agrolink. **Brasil deve colher menos feijão-caupi**. É o segundo feijão mais cultivado no país, a frente do preto. 05/11/2021. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/noticias/brasil-deve-colher-menos-feijao-caupi\\_444571.html#](https://www.agrolink.com.br/noticias/brasil-deve-colher-menos-feijao-caupi_444571.html#)

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Brasil deve colher 265,9 milhões de toneladas de grãos na safra 2020/2021**. Perspectiva de recorde é mantida apesar de estimativa ter reduzido em razão da falta de chuvas no Sul do país. **2020. Disponível em: < URL >** <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-deve-colher-265-9-milhoes-de-toneladas-de-graos-na-safra-2020-2021> . Acessado em: 05 de novembro de 2021

MARTINS, G.A.; PINTO, R.L. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**. São Paulo: Atlas, 2001.

MICHELS, A.F.; SOUZA, C.A.; COELHO, C.M.M.; ZILIO, M. Physiological quality of seeds from common landrace beans produced in the west and highlands of the state of Santa Catarina, Brasil. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 3, p. 620-632. 2014.

MOORE, R.P. Tetrazolium staining for assessing seed quality.(Ed.) . **Seed Ecology**. London. Butterworth,1973.p.347-366.

OLIVEIRA, G. P.; CAMILI, E. C.; MORAIS, O. M. Metodologia para o teste de tetrazólio em sementes de feijão-caupi. **Investigación Agraria**, v.20, n.2, p.110-117. 2018. Disponível em:

scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S230506832018000200110&lng=e  
s&nrm=iso&tlng=pt.

PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A.; SCHUCH, L. O. B. Produção de Sementes. In:  
PESKE S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos**  
científicos e tecnológicos. Pelotas: UFPel, 2019. p. 13-100.

PERES, W. L. R. **Testes de vigor em sementes de milho**. Dissertação (mestrado) -  
Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2011. 50 f.

POWEEL, A.A. Cell membranes and seed leakage conductivity in relation to the quality  
of seed for sowing. **Journal Seed Technology**, v.10, n.2, p.81-100, 1986.

RIBEIRO, V. Q. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Teresina:  
Embrapa Meio-Norte, 2002b. 108p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de Produção).

RODRIGUES, A.P.M.S. MENDONÇA FILHO, A.F.; TORRES, S.B.; NOGUEIRA,  
N.W.; FREITAS, R.M.O. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de  
sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p.  
638-644, 2015.

SILVA, C.B.; LOPES. P.K. F. , OLIVEIRA, C. A. V. M. ; RODRIGUES, M. A. ,  
VIEIRA, R. D. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial  
fisiológico de sementes de grama-bermuda. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2  
p. 102-107, 2011.

SANTOS, A., CORREA, A.M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de  
feijão caupi de porte ereto e semi-ereto produzidas em Aquidauana, MS. **ANAIS DO**  
**ENIC**. Editora UEMS. n°3 2011. Disponível em:  
<https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/1427>.

SANTOS, J. F. DOS. Produtividade de cultivares de feijão-caupi no Agreste Paraibano .  
**Tecnologia. e Ciência Agropec.**, v.7, n.4, p.31-36, dez. 2013

VALE, J.C; BERTINI, C.; BORÉM, A. **Feijão-caupi: do plantio a colheita**. Viçosa:  
Editora UFV, 2015, n.3, 18p.