



PEDRO FIGUEIREDO ALVES

CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE
Coffea arabica L.

LAVRAS-MG
2021

PEDRO FIGUEIREDO ALVES

CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE *Coffea arabica* L.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Heloisa Oliveira dos Santos
Orientadora

Giovana Frota

Janini

Coorientadora

**LAVRAS - MG
2021**

PEDRO FIGUEIREDO ALVES

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE *Coffea arabica* L.
PHYSIOLOGICAL CONDITIONING OF SEEDS OF *Coffea arabica* L.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Agronomia, para
a obtenção do título de Bacharel..

Profa. Dra. Heloisa Oliveira dos
Santos Orientadora

Giovana Frota
Janini
Coorientadora

**LAVRAS-
MG2021**

*A todos que confiaram em mim nessa jornada, principalmente meus
pais, meu irmão e toda minha família
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Eu dedico este trabalho aos meus pais, Marcos Campos e Beatriz Figueiredo, por todo amor, apoio e suporte que eles me deram nessa grande jornada. Dedico também ao meu irmão gêmeo Mateus, por estar sempre ao meu lado, até nos momentos mais difíceis da minha vida. Dedico também a toda minha família, por parte de mãe e de pai, pois durante a minha trajetória nunca deixaram eu desistir, dando amor, lealdade, carinho e compaixão para que eu pudesse seguir em frente dos meus sonhos. Dedico também aos meus amigos de Varginha e de reública pela lealdade e parceria em momentos bons e ruins. E por fim quero dedicar A UFLA, por todo os ensinamentos aprendidos, a minha orientadora Heloisa, que sempre esteve ao meu lado para me passar todos os seus ensinamentos e também a minha coorientadora Giovana Frota, em que sempre esteve presente na minha vida para poder passar todo o seu conhecimento e por me conceder a honra de apresentar seu mestrado.

Muito obrigado!

RESUMO

O café é uma bebida produzida a partir de grãos torrados do fruto do cafeeiro, é considerada um dos principais produtos agrícolas comercializados no Brasil e no mundo, em relação as commodities internacionais é a segunda de maior importância, ficando somente atrás do petróleo. A produção de mudas vigorosas e sadias no cafeeiro é de extrema importância para obtenção de lavouras vantajosas e produtivas, esse processo só ocorre a partir de sementes com elevada qualidade fisiológica. No entanto, as sementes de café são consideradas intermediárias, isto é, apresentam baixa sensibilidade à dessecação e baixo potencial de armazenamento. Dessa forma, o armazenamento das mesmas torna um grande estímulo para os produtores de sementes em poder oferecer lotes de sementes de exímia qualidade para os produtores rurais brasileiros e internacionais. Outro fator que prejudica o armazenamento de sementes de café é alta umidade e temperaturas acima de 25 °C que causam uma queda drástica na germinação e no vigor já nos primeiros três meses de armazenamento. Devido a isso, o condicionamento fisiológico torna-se uma possibilidade de realizar um grande desenvolvimento na operação e desempenho de sementes de café armazenadas, já que é um método que traz diversas vantagens, como a tolerância à condições ambientais menos favoráveis e o aumento da rapidez e uniformidade na emergência de plântulas. Portanto, a pesquisa foi proposta a fim de avaliar o efeito do condicionamento fisiológico em sementes de *Coffea arabica* L. submetidas a diferentes soluções condicionantes.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L. Priming. Qualidade de sementes.

ABSTRACT

Coffee is a drink produced from roasted beans of the coffee tree, is considered one of the main agricultural products traded in Brazil and in the world, in relation to international commodities it is the second most important, only behind oil. The production of vigorous and healthy seedlings in the coffee tree is extremely important to obtain advantageous and productive crops, this process only occurs from seeds with high physiological quality. However, coffee seeds are considered intermediate, that is, they have low desiccation sensitivity and low storage potential. Thus, their storage is a great stimulus for seed producers to be able to offer seed lots of excellent quality to Brazilian and international rural producers. Another factor that affects the storage of coffee seeds is high humidity and temperatures above 25 °C, which cause a drastic drop in germination and vigor in the first three months of storage. Because of this, physiological conditioning becomes a possibility to carry out a great development in the operation and performance of stored coffee seeds, as it is a method that brings several advantages, such as tolerance to less favorable environmental conditions and increased speed and uniformity in seedling emergence. Therefore, the research was proposed in order to evaluate the effect of physiological conditioning on *Coffea arabica* L. seeds subjected to different conditioning solutions.

Keywords: *Coffea Arabica* L. Priming. Seeds quality.

Sumário

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL.....	9
1.1.INTRODUÇÃO.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1. Cafeicultura no Brasil	10
2.2. Qualidade e armazenamento de sementes de café	11
2.3. Condicionamento fisiológico de sementes de café	12
CAPÍTULO 2 - GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE COFFEA ARABICA L. SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO.....	18
1. INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4. CONCLUSÕES.....	30

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL

1.1.INTRODUÇÃO

A cultura do café (*Coffea arabica* L.) é um dos produtos agrícolas mais importante para o cenário econômico brasileiro, pois é considerada uma das principais commodities brasileiras. Desde que surgiu no Brasil no século XVIII, o café se expandiu do Sudeste para todas outras regiões. Com isso, uma das características da cafeicultura brasileira é a diversidade, no qual é representada pela as diversas regiões do país que obtém os mais variados tipos de grãos e bebidas para comercialização.

Uma das etapas fundamentais para a formação de plantas vigorosas e de novas lavouras cafeeiras de alta produtividade é a produção de mudas (Guimarães et al.,1998; Matiello, J. B.,1991; Oliveira et al.,1995; Theodoro et al., 1997). Já que os principais fatores responsáveis pela obtenção de mudas vigorosas em condições de campo devem-se a utilização de sementes saudáveis, de linhagem conhecida e com alto poder germinativo, nos quais auxiliam na demanda comercial da cultura. (BRACCINI et al.,1998).

Através de pesquisas realizadas, é possível notar que as sementes do cafeeiro foram confirmadas como de pequena longevidade. (HARRINGTON, 1972) Com isso, ela denominada como intermediária, já que possui sensibilidade a dessecação e baixo poder de armazenamento.

A deterioração se inicia quando a semente entra no estágio de maturidade fisiológica e se estende quando estão no campo, durante a colheita, processamento e armazenamento (Delouchee Baskin, 1973), no qual irá terminar com a morte da semente. Ao ser comparadas as sementes envelhecem em velocidades diferentes, já que cada uma das espécies de sementes possui sua longevidade própria.

As sementes de café perdem rapidamente a viabilidade, não conservando seu poder germinativo por períodos superiores a seis meses. Segundo Popiginis (1985), O grau de umidade das sementes é um fator que influencia diretamente a sua longevidade, no entanto o tipo de embalagem utilizado no acondicionamento das mesmas também exerce uma intervenção na longevidade. Com isso, para que o armazenamento das mesmas não seja afetado, as empresas procuram soluções que melhorem a conservação das sementes.

Para aprimorar as condições das sementes de café, o condicionamento fisiológico é uma técnica em fazer com as sementes entrem no processo de preparação para a germinação,

no qual consiste nas fases 1 e 2 de embebição, no entanto não atingem a fase 3 que é caracterizada pelo alongamento celular e emergência da radícula. (Heydecker et al., 1975). A técnica do condicionamento fisiológico é considerada uma tecnologia que vem sendo usada constantemente para melhorar a recuperação do vigor em sementes de café, já que esse componente é o mais influenciado pela técnica do condicionamento.

Em vista disso, é de suma importância entender sobre os processos que ocorrem com as sementes de café após o condicionamento fisiológico, já que este contribui com o desenvolvimento de exímias qualidades de sementes, lavouras com alto poder germinativo e principalmente com alto grau de vigor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Cafeicultura no Brasil

O café trata-se de uma planta nativa das regiões altas da Etiópia, no qual possuem duas espécies que destacam com valor de mercado, *Coffea arabica* L. e a *Coffea canéfora* Pierre. O Brasil é o maior produtor de café do mundo, com uma produção de 59 milhões de sacas por 60 kg (Farres Coffe, 2021), contabilizando 1/3 da produção mundial. No ano de 2018/2019 o consumo mundial atingiu um volume equivalente a 163,9 milhões de sacas, já no de 2020/2021 o consumo de café deverá atingir um volume equivalente a 167,01 milhões de sacas, portanto haverá um crescimento de 1,9% em relação ao ano-cafeeiro anterior (EMBRAPA, 2021).

O Brasil já exportou cerca de 28,4 milhões de sacas de 60 kg em equivalente de café verde de janeiro a agosto de 2021, tendo um aumento de 8,7%. Devido a valorização do café no mercado internacional e da taxa de câmbio elevada no Brasil, essas exportações tendem a continuar aquecidas (CONAB, 2021).

A cultura do café é considerada como uma das culturas mais tradicionais da agriculturabrasileira (FAGAN et al., 2021) e possui uma grande importância no cenário econômico brasileiro, já que é considerada uma das principais commodities brasileiras atualmente. Na nova safra o Brasil deverá produzir 46,9 milhões de sacas de café beneficiado. Corresponde a um decréscimo de 25,7% em relação ao resultado da safra de 2020 (CONAB, 2021). A principal espécie de café do país, o café arábica obteve uma estimativa de 33,6 milhões de sacas de 60 kg, fazendo com que houvesse uma diminuição de 0,4% em relação ao mês anterior, e decréscimo de 29,6% na comparação com 2020 (IBGE, 2021).

O declínio da produção ocorreu devido a geada e a seca que assolou o café brasileiro e que irá gerar diversas consequências no ano de 2022. Dessa forma, o desenvolvimento de sementes de café sadias e vigorosas, em união com intensas pesquisas para descobrir as melhores metodologias do armazenamento de café pode tornar-se um grande alicerce para fazer com que o café ultrapasse qualquer tipo de obstáculo.

2.2. Qualidade e armazenamento de sementes de café

Uma semente de qualidade genética apresenta pureza varietal e representatividade do material genético. O lote da mesma pode ser influenciado negativamente pela adição de plantas de outras variedades ou também pela adição de plantas atípicas. A qualidade física da semente é denominada pela pureza física do lote, no qual deve estar livres de materiais inertes, impurezas e danos mecânicos, uma vez que a semente danificada pode estar propensa a entrada de patógenos que irão comprometer sua estrutura.

A qualidade fisiológica é responsável pelas características de vigor e germinação de sementes, portanto torna-se diretamente importante para o desenvolvimento da planta em campo, na uniformidade e na velocidade de germinação. E por fim, a qualidade sanitária no qual as sementes não devem conter espécies daninhas e ser livres de doenças, pois se as mesmas estiverem contaminadas podem reduzir a população de plantas e consequentemente a produtividade da cultura.

Desenvolver uma semente de qualidade é um dos fatores essenciais para a formação de mudas saudáveis. Os fatores principais para a qualidade do lote final, seja para obter uma qualidade da bebida através do grão ou a garantia da semente para a propagação da espécie são a nutrição do cafeeiro, o manejo correto da lavoura, o processamento pós colheita e entre outros requisitos (MATIELO et al., 2005).

O teste de germinação e tetrazólio é usado para avaliar a viabilidade das sementes. O primeiro avalia a semente sob condições favoráveis de umidade e temperatura, já o segundo o potencial das sementes no processo germinativo. Com isso, os resultados podem sair superestimados, pois esses testes não oferecem uma realidade correta de emergência em campo. Portanto, é necessário o uso de teste de vigor para entender o comportamento verdadeiro das sementes em campo. (Carvalho & Nakagawa, 1986).

O vigor é considerado um fator primordial na qualidade final de sementes de café e determina o potencial germinativo de um determinado lote. Assim, é necessário que os testes sejam rápidos e absolutos, uma vez que as mesmas possuem rápida perda de vigor e

viabilidade(EMBRAPA CAFÉ, 2009).

A partir do momento que se inicia a maturidade fisiológica das sementes começa o processo de deterioração, no qual consiste em uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e citológicas. Esse processo determina a diminuição da qualidade fisiológica e posteriormente a morte da semente. (MARCOS FILHO, 2005).

As sementes de café toleram períodos curtos de armazenamento para conservar seu poder germinativo. Entretanto, já existem estudos feitos para averiguar a resistências das sementes a períodos maiores de armazenamento. Brandão et al. (2002) determinou que sementes com o teor de água de 50% embaladas hermeticamente apresentaram uma queda na qualidade fisiológica durante o armazenamento de 9 meses e em câmara fria a 10°C, no entanto resultados mostraram que sementes armazenadas a 15% de teor de água sob as mesmas condições manteve a qualidade fisiológica após os 9 meses de armazenamento. Nos estudos feitos por Araujo et al. (2008) foi constatado que sementes a 31,5% de teor de água que são acondicionadas em embalagens permeáveis possuem a capacidade de serem armazenadas por 9 meses, já sementes com teores de água a 48,5% sendo acondicionadas também em uma embalagem permeável e com temperatura de 15°C conseguem se manter estável até 6 meses de armazenamento.

Desta forma, o armazenamento de sementes de café ainda é um mistério a ser desvendado por muitos pesquisadores que através de estudos e pesquisam buscam constantemente uma solução para a conservação das sementes de café a longo prazo.

2.3. Condicionamento fisiológico de sementes de café

A técnica do condicionamento fisiológico compreende como uma técnica usada para a embebição controlada de sementes, no qual as sementes necessitam de absorver uma quantidade equilibrada de água para dar início a sequência de processos fisiológicos da germinação, no entanto sem atingir a fase III da embebição na qual consiste em receber umidade suficiente para o alongamento celular e conseqüentemente a emergência da radícula (VARIER et al., 2010). Para uniformizar e aumentar a velocidade de germinação e em determinados casos contribuir para a evolução da dormência de sementes, o condicionamento fisiológico é uma técnica essencial para um determinado lote de sementes. (VARIER et al., 2010). Diversos fatores afetam diretamente a aplicabilidade da técnica, como por exemplo, temperatura, qualidade inicial do lote, solução osmótica e situações ocorridas durante o armazenamento(NASCIMENTO, 2004).

Considerada uma técnica promitente, o condicionamento fisiológico foi desenvolvido com o objetivo de obter estandes uniformes, e diminuir o tempo de germinação e emergência das sementes sob condições adversas. (Cantliffe 1994). Esta preparação consiste no controle da hidratação de sementes com objetivo de ativar os processos fisiológicos da germinação, no entanto sem permitir o alongamento celular das mesmas (Pill 1995). Diversas substâncias químicas têm sido usadas no condicionamento fisiológico, no qual a utilização dessas substâncias alocadas a outras soluções colaboradoras tem manifestado resultados satisfatórios no tratamento de sementes como as de melão, tomate, alface e pimentão (Taylore et al., 1997). Cada solução apresentar determinados benefícios para a técnica, sendo que varia entre as espécies a solução mais adequada (Welbaum et al., 1988).

No trabalho de Kikuti et al. (2013) foi constatado que sementes emergidas em água por até 12 horas, não aumentam o vigor e a germinação das mesmas. Segundo os autores, foi concluído também que sementes com maior tempo de condicionamento e com temperaturas de 45°C podem ter indícios de diminuição do potencial fisiológico. Devido as sementes de café apresentarem desuniformidade e germinação lenta, estudos têm sido feitos para que os tratamentos pré-germinativos possam desenvolver o controle da absorção de água para a realização dos processos metabólicos (SGUAREZI et al., 2001a). Segundo os estudos feitos por Guimarães (2000), a taxa de velocidade de germinação aumenta quando as sementes estão em água por 8 dias a 30°C. Lima (2004), disse que sob condições de temperatura de 25°C por 12 dias e armazenadas por 9 meses, o condicionamento fisiológico em água se mostrou eficaz no revigoramento.

O condicionamento fisiológico pode ser considerada uma técnica interessante devido a sua facilidade e por não precisar de equipamentos para o seu acontecimento (ARAÚJO et al., 2011). O nitroprussiato de sódio (SNP) e ácido ascórbico (ASA) que são consideradas soluções diferentes apresentam resultados relevantes nos estudos sobre condicionamento fisiológico.

Composta por cloreto de magnésio e cloreto de cálcio, a água catódica possui um poder redutor no qual ela tem o papel de purificar os radicais livres das sementes e neutralizar danos nocivos das espécies reativas de oxigênio, isso faz com que ocorra uma melhora na condição fisiológica da semente. Segundo as pesquisas feitas por Pammenter et al. (1974), no qual sementes de *Zea mays* foram apresentadas ao tratamento de envelhecimento artificial e proteção catódica. Houve um decréscimo na perda de viabilidade em sementes que foram submetidas a água catódica.

Em momentos que as sementes apresentam um estresse salino, o SNP tem como

objetivo aprimorar o desenvolvimento da germinação através da diminuição de peroxidação de lipídeos. Por ser uma substância fornecedora de óxido nítrico (ON), ela age na velocidade e acréscimo da germinação (ATAÍDE *et al.*, 2015; KAISER *et al.*, 2016; PIRES *et al.*, 2016), e também no aumento do desenvolvimento de enzimas durante o processo do sistema antioxidante da enzima (SILVA *et al.*, 2019). O ácido ascórbico no café pode beneficiar o desenvolvimento da cultura ao instigar as folhas a realizar a abertura estomática e com isso aumentando a transpiração. Com o intuito de combater o estresse em sementes, O ácido ascórbico age como um condicionante extremamente eficiente, no qual possui diversos benefícios como atuar como indutor de proteínas de tolerância ao estresse e ser hidrossolúvel. (MCCUE *et al.*, 2000).

Desta Forma, a utilização da técnica do condicionamento fisiológico pode trazer melhorias para as sementes de café, principalmente no processo germinativo, no qual observa-se melhorias na viabilidade das sementes e também no processo de vigor das mesmas, em que sob condições adversas ela poderá responder de forma positiva o teste realizado.

REFERÊNCIAS

- ANDREOTTI, Marcela. **AÇÃO ANTIOXIDANTE DA ÁGUA CATÓDICA**: estudos preliminares em sementes de café. 2016. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pósgraduação em Agronomia/Fitotecnia, Dag, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9066/Dissertacao_Marcela%20Andreotti%20Ricaldoni.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 01 out. 2021.
- BRASIL. CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Novo levantamento da safra de café nacional estima produção de 46,9 milhões de sacas**. Conab. Brasília, p. 00-0. 21 set. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4275-novo-levantamento-da-safra-de-cafe-nacional-estima-producao-de-quase-47-milhoes-de-sacas>. Acesso em: 01 out. 2021.
- CAFÉPOINT, Equipe Técnica (comp.). **IBGE: Safra brasileira de café 2021/2022 é estimada em 48,9 milhões de sacas**. Cafépoint. São Paulo, p. 00-00. 16 set. 2021. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/noticias/giro-de-noticias/ibge-safra-brasileira-de-cafe-20212022-e-estimada-em-489-milhoes-de-sacas-227276/>. Acesso em: 01 out. 2021.
- CAIXETA, Ivan Franco et al. **QUALIDADE DA SEMENTE DE CAFÉ PELO RETARDAMENTO DO 249 PROCESSAMENTO PÓS-COLHEITA**. Coffee Science, Lavras, v. 8, n. 3, p. 249-255, set. 2013. Disponível em: http://200.235.128.121/bitstream/handle/123456789/7951/Coffee%20Science_v8_n3_p249-255_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 01 out. 2021.
- CERÁVOLO, Sérgio Antônio Martins. **PRODUÇÃO, COMERCIALIZAÇÃO E TRANSPORTE DE MUDAS *Coffea arabica* L. NO MÉTODO CONVENCIONAL**. 2008. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Cafeicultura, Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, 2008. Disponível em: https://www2.muz.ifsuldeminas.edu.br/attachments/222_tcc_cafe_0013.pdf. Acesso em: 01 out. 2021.
- EMBRAPA. **Tecnologia para produção de sementes de milho**. Sete Lagoas: Embrapa, 1993. 61 p. (EMBRAPA- CNPMS. Circular Técnica, 19.). ISSN 0100-8013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/480968>. Acesso em: 01 out. 2021.

FROTA, Giovana Janini. **Condicionamento fisiológico de sementes de Coffea arabica L.** 2021. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Dag, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/48384/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Condicionamento%20fisiol%c3%b3gico%20de%20sementes%20de%20Coffea%20arabica%20L..pdf. Acesso em: 02 out. 2021.

LIMA, Liana Baptista de; MARCOS FILHO, Júlio. **CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE PEPINO E GERMINAÇÃO SOB DIFERENTES TEMPERATURA.** Revista Brasileira de Sementes, Lodrina, v. 32, n. 1, p. 138-147, 2010. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/2d18/79482a4e6a37a02d0fa3cd5544448ecb76da.pdf>. Acesso em: 01 out. 2021.

LIMA, Silvia Mara Pacheco. **Condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro: efeitos na germinação, vigor e formação de mudas.** Lavras : UFLA, 2001. 161 p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia, área de concentração: Fitotecnia).

MORAGADO, Alice Ane Moreira. **Produção de Café no Brasil: uma visão da produção arábica e robusta.** Cafeicultura, Rio Paranaíba, v. 1, n. 1, p. 00-00, 14 dez. 2008. Disponível em: <https://revistacafeicultura.com.br/?mat=25460>. Acesso em: 01 out. 2021.

PENIDO, Amanda Carvalho. **Tratamento químico, armazenamento e condicionamento fisiológico de sementes de café (Coffea arabica L.).** 2019. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Dag, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/37062/2/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Tratamento%20qu%c3%admico%2c%20armazenamento%20e%20condicionamento%20fisiol%c3%b3gico%20de%20sementes%20de%20caf%c3%a9%20%28Coffea%20arabica%20L.%29.pdf. Acesso em: 02 out. 2021.

PERTEL, Josete. **ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DURANTE O ENVELHECIMENTO NATURAL E ARTIFICIAL DE SEMENTES DE CAFÉ (Coffea arabica L.).** 2004. 117 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004. Disponível em:

<http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/328/181183f.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Acesso em: 01 out. 2021.

RICALDONI, Marcela Andreotti et al. **Antioxidant effect of cathodic water on seeds**. *Ciência Rural*, [S.L.], v. 50, n. 6, p. 1-9, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20180474>. Disponível

em:

<https://www.scielo.br/j/cr/a/RwWpzT4pFGGc5xmVY3mhJxx/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 01 out. 2021.

SERA, Gustavo Hiroshi; MIGLIORANZA, Édison. **Avaliação visual do potencial germinativo desementes de café pelo formato e coloração do embrião**. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 24,

n. 2, p. 307-310, dez. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Sera/publication/277874660_Avaliacao_visual_do_potencial_germinativo_de_sementes_de_cafe_pe_lo_formato_e_coloracao_do_embriao/links/55c6908d08aebc967df53854/Avaliacao-visual-do-potencial-germinativo-de-sementes-de-cafe-pelo-formato-e-coloracao-do-embriao.pdf. Acesso em:

01 out. 2021.

[_formato_e_coloracao_do_embriao/links/55c6908d08aebc967df53854/Avaliacao-visual-do-potencial-germinativo-de-sementes-de-cafe-pelo-formato-e-coloracao-do-embriao.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Sera/publication/277874660_Avaliacao_visual_do_potencial_germinativo_de_sementes_de_cafe_pe_lo_formato_e_coloracao_do_embriao/links/55c6908d08aebc967df53854/Avaliacao-visual-do-potencial-germinativo-de-sementes-de-cafe-pelo-formato-e-coloracao-do-embriao.pdf). Acesso em:

01 out. 2021.

VIEIRA, Antônio Rodrigues et al. **Armazenamento de sementes de cafeeiro: ambientes e métodos de secagem**. *Revista Brasileira de Sementes*, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 76-82, abr. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222007000100011>. Disponível

em:

<https://www.scielo.br/j/rbs/a/zDQXrCBrDbRzs77McBZp8JN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 01 out. 2021.

VILELA, F. de L. et al. **Testes para avaliação do vigor de sementes de café**. In: *Embrapa Café- Artigoem anais de congresso (ALICE)*. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009,

Vitória. Inovação científica, competitividade e mudanças climáticas: anais. Vitória: Consórcio PesquisaCafé, 2009., 2009.

CAPÍTULO 2 - GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE COFFEA ARABICA L. SUBMETIDAS AO CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO

RESUMO

Sementes de café são classificadas como intermediárias devido a sua baixa tolerância à dessecação e longevidade, uma vez que, o armazenamento de sementes de café por longos períodos resulta na redução do vigor e do potencial germinativo das mesmas. O condicionamento fisiológico é uma técnica de embebição controlada de sementes que permite uma maior rapidez e uniformidade na emergência de plântulas, bem como, um envigoramento de sementes armazenadas. Dessa forma, o objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito do condicionamento fisiológico em sementes de *Coffea arabica* L., submetidas à diferentes condicionantes e através de avaliações fisiológicas. Sementes de *Coffea arabica* da cultivar IAC 62 foram submetidas ao condicionamento em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial de 5x3, sendo cinco soluções condicionantes e três teores de água. As sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico por 7 dias em água destilada, água catódica e anódica, ácido ascórbico e nitroprussiato de sódio. Determinouse o teor de água, germinação, primeira contagem da germinação, folhas cotiledonares aos 45 dias, condutividade elétrica, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, matéria seca de plântulas e desenvolvimento de plântulas por análise de imagens. O condicionamento fisiológico, após oito meses de armazenamento, independente do agente condicionante, não é eficaz em sementes de café com o teor de água de 12%. Após oito meses de armazenamento, o condicionamento fisiológico em soluções de ácido ascórbico e nitroprussiato de sódio aumenta o vigor de sementes de café, se as mesmas estiverem com teor de água igual a 35%.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L. Condicionamento fisiológico.

ABSTRACT

Coffee seeds are classified as intermediate due to their low tolerance to desiccation and longevity, since the storage of coffee seeds for long periods results in reduced vigor and germination potential. Physiological conditioning is a technique of controlled seed imbibition that allows for greater speed and uniformity in the emergence of seedlings, as well as an invigoration of stored seeds. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of physiological conditioning on *Coffea arabica* L. seeds, submitted to different conditionings and through physiological evaluations. *Coffea arabica* seeds of the cultivar IAC 62 were subjected to conditioning in a completely randomized design, with four replications, in a 5x3 factorial arrangement, with five conditioning solutions and three water contents. Seeds were subjected to physiological conditioning for 7 days in distilled water, cathodic and anodic water, ascorbic acid and sodium nitroprusside. Water content, germination, first germination count, cotyledon leaves at 45 days, electrical conductivity, seedling emergence, emergence speed index, seedling dry matter and seedling development were determined by image analysis. Physiological conditioning, after eight months of storage, regardless of the conditioning agent, is not effective in coffee seeds with 12% water content. After eight months of storage, physiological conditioning in solutions of ascorbic acid and sodium nitroprusside increases the vigor of coffee seeds, if they have a water content equal to 35%.

Key-words: *Coffea arabica* L. Priming.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade fisiológica de sementes pode ser definida como a capacidade das mesmas em desempenhar funções vitais, caracterizada pela germinação, vigor e longevidade. A união dos atributos físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários faz com que haja a formação de lavouras uniformes, vigorosas e produtivas.

Segundo os estudos de (Heydecker et al., 1973) o condicionamento fisiológico é utilizado para controlar a embebição de sementes, no qual ocorre a estimulação de sistemas metabólicos, sem que a raiz primária seja emergida. As principais vantagens que podem ser destacadas ao utilizar essa técnica, são a uniformidade e rapidez na emergência de plântulas (Knypl e Khan, 1981; Marcos Filho e Kikuti, 2008) e a transigência das sementes a condições ambientais adversas (Trigo e Trigo, 1999; Nascimento, 2005; Pereira et al., 2009). Entretanto, o condicionamento fisiológico pode ser persuadido por diversas alterações, entre elas se destacam a temperatura durante os testes, o condicionante indicado, a espécie e cultivar e a situação fisiológica do lote inicial, já que não existe um único procedimento que deve ser seguido para condicionar alguma determinada espécie de semente. (Welbaum et al., 1998). Diante desse fato, inúmeras espécies tem utilizado essa técnica para a realização de estudos, como: alface (Fessel et al., 2002), berinjela (Fanan e Novembre, 2007; Nascimento e Lima, 2008), brócolos (Jett et al., 1996), cebola (Caseiro et al., 2004), cenoura (Carneiro et al., 1999; Pereira et al., 2009), couve-flor (Marcos Filho e Kikuti, 2008), milho-doce (Parera e Cantliffe, 1991), quiabo (Dias et al., 1999), melão (Nascimento, 2003); pepino (Passam et al., 1989); pimentão (Roveri José et al., 2000) e tomate (Andreoli e Khan, 1999; Rossetto et al., 2002).

Para tratar assuntos relacionados ao estresse das sementes, como danos oxidativos, degradação celular e fortalecer as mesmas com uma proteção fúngica fortemente ativa, deve-se atentar na utilização de água com diferentes cargas, como a catódica e anódica. (RICALDONI, 2016).

Diversos estudos tem mostrado que a água catódica apresenta proteção antioxidativa nas sementes que são mais sensíveis a dessecação, além de demonstrar resultados positivos em outros organismos vivos. Outros condicionantes importantíssimos para o desenvolvimento dos vegetais são o ascorbato e o ácido ascórbico. Apresentam também um papel químico essencial, pois são considerados agentes redutores no qual colaboram com a redução oxidativa nas sementes ao ligar radicais e metais livres (Chinoy, 1984). Ultimamente

tem ocorrido diversos estudos relacionados com o ácido ascórbico, já que ele apresenta um importante papel na primeira fase de germinação de sementes. Através dos estudos de McCue et al. (2000), o ácido ascórbico aumenta o vigor das espécies de sementes pela sua aplicabilidade exógena, uma vez que é considerado um regulador de crescimento.

O óxido nítrico (NO) é sintetizado a partir da L-arginina por ação do óxido nítrico sintetase, fazendo com que ele seja considerado um radical livre, inorgânico e incolor (Belgine Lamattina, 1999; Leite e Sarni, 2003), demonstrando sua ocorrência em diversos processos fisiológicos essenciais para os vegetais, nos quais podemos destacar: antioxidante, já que atua na melhora do déficit hídrico, através do impedimento de reações de peroxidação de lipídeos (Cheng et al., 2002), proteção contra o estresse oxidativo (Wink et al., 1993) e estresse salino (Uchida et al., 2002), e desenvolver respostas de defesa da planta à infecção por patógenos (Noritake et al., 1996). Nas sementes, o óxido nítrico pode instigar a quebra de dormência de sementes de espécies variadas (Bethke et al., 2006; Renata e Agnieszka, 2006) e estimulando a formação e o alongamento das raízes adventícias (Beligni e Lamattina, 2001).

Para desenvolver uma metodologia sobre a técnica do condicionamento fisiológico de sementes de café foram desenvolvidos diversos trabalhos avaliando a temperatura e o tempo do condicionamento fisiológico, com o intuito de desvendar respostas sobre um acréscimo do potencial germinativo das sementes. (CAMARGO, 1998; LIMA, 1999; LIMA, 2004; BRAZ; ROSSETTO, 2008; CARVALHO *et al.*, 2012; GUIMARÃES, 2000; SGUIAREZI *et al.*, 2001; KIKUTI *et al.*, 2013; CARVALHO; ALMEIDA; GUIMARÃES, 2014).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Universidade Federal de Lavras (UFLA), e as análises foram realizadas no Laboratório Central de Pesquisas em Sementes - LCPS da UFLA. Foram utilizadas sementes de café da cultivar Catuaí Amarelo IAC 62, produzidas pela empresa Fazenda Bom Jardim, localizada no município de Bom Sucesso e colhidas na safra 2018. Localizada a 35 km a Norte-Leste de Lavras a maior cidade nos arredores, Bom Sucesso está situada a 930 metros de altitude, e tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 21° 2' 1" Sul, Longitude: 44° 45' 9" Oeste.

As sementes foram armazenadas em condição de câmara fria à temperatura média de

10 °C e umidade relativa média de 50%.

Após a avaliação inicial, foi determinado o teor de água inicial das sementes pelo método de estufa a 105 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009), com duas repetições de 10 sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso seco das sementes.

Em seguida as sementes foram submetidas à secagem rápida, utilizando sílica gel. A secagem rápida foi realizada colocando-se as sementes com o teor de água inicial de (43% bu), em recipientes herméticos, juntamente com 60 gramas de sílica gel ativada, que foram colocados em câmaras B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*) reguladas à 25 °C, na ausência de luz. A perda de água durante a secagem foi monitorada até as amostras atingirem os teores de água de 12% e 35%.

Para a realização da técnica de condicionamento fisiológico foi necessário a obtenção dos agentes condicionantes. A água catódica e anódica foi produzida segundo metodologia descrita por Berjak, Sershen e Pammenter (2011), com modificações: solução contendo como eletrólitos 0,5 mM $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e 0.5 mM $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, foi eletrolisada aplicando uma diferença de potencial de 60 V, utilizando cuba própria para corrida eletroforética. O conteúdo da solução foi dividido em duas porções iguais e a eletrólise foi realizada durante 1 hora, em temperatura ambiente, produzindo 500 ml de água anódica (oxidada) com pH próximo a 3-4, e 500 ml de água catódica (reduzida) com pH próximo a 11-12. O circuito foi completado utilizando-se uma ponte salina à base de ágar contendo cloreto de potássio.

Para as soluções de nitroprussiato de sódio e ácido ascórbico, foram diluídos em 1 litro de água destilada, 29 mg e 75 mg, respectivamente.

As sementes sem pergaminho foram condicionadas em água destilada, água catódica, água anódica, solução de nitroprussiato de sódio e solução de ácido ascórbico.

A imersão foi realizada em erlenmeyers, contendo 500 sementes com 250 mL de cada solução condicionante, sendo que cada erlenmeyer estava acoplado às mangueiras que permitiram a aeração das soluções contendo as sementes. Os erlenmeyers foram dispostos em BOD a 25 °C por 7 dias.

Após o condicionamento, as sementes foram lavadas em água corrente, o excesso de água foi retirado e foram realizados os testes fisiológicos.

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento, semeadas em rolos de papel tipo 'germitest' umedecidos com água destilada na quantidade de duas vezes e meia o peso do papel seco. Os rolos de papel contendo as sementes foram acondicionados em germinador, regulado a 30 °C, na presença de luz (BRASIL, 2009). Foi determinada a porcentagem de protrusão radicular e de plântulas normais aos 15 dias após

semeadura, em que foram computadas as sementes que apresentavam raiz principal e pelo menos duas raízes laterais saudáveis e normais; e a porcentagem de plântulas normais aos 30 dias após a semeadura. No teste de germinação foram também determinadas: a porcentagem de plântulas normais fortes e fracas, sendo computadas como fortes aquelas que apresentaram alça hipocotiledonar com três centímetros ou mais, e fracas as que se encontraram abaixo deste padrão; e a porcentagem de plântulas com folhas cotiledonares expandidas e massa seca de plântulas aos 45 dias.

Ao final do teste de germinação, nas plântulas normais, a parte aérea foi separada da raiz com auxílio de um bisturi, colocadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar à 60 °C por 4 a 5 dias ou até deter massa constante. A massa seca foi determinada em balança de precisão.

O teste de condutividade elétrica foi realizado em quatro repetições, pesando-se 25 sementes, colocadas em copos plásticos juntamente com 50 ml de água deionizada, sendo levadas à BOD em temperatura de 25°C por 24 horas. A leitura foi realizada após imersão dos eletrodos na água de embebição, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$. Utilizou-se para o cálculo a seguinte fórmula:

$$CE = (CE_{\text{solução}} - CE_{\text{água}}) / \text{Peso(g)} \quad (1)$$

O teste de emergência de plântulas foi realizado em substrato areia: solo na proporção volumétrica de 1:1, utilizando-se 25 sementes por repetição, para cada tratamento, em 4 repetições. Na avaliação, realizada a cada três dias entre a instalação do teste de emergência deste, foram consideradas as plântulas que emergiram completamente os cotilédones. Para o cálculo do Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi empregada a equação proposta por Maguire (1962). Foram consideradas, para o cálculo em porcentagem, o total de plântulas emergidas na avaliação da velocidade de emergência até os sessenta dias, após a estabilização dos valores de emergência.

Para a determinação do desenvolvimento das plântulas, a captura das imagens foi realizada por meio do sistema GroundEye, versão S800, composto por um módulo de captação que possui uma bandeja de acrílico e uma câmera de alta resolução e um software integrado para avaliação. Foram utilizadas dez plântulas de cada tratamento provenientes do teste de germinação as quais foram inseridas na bandeja do módulo de captação para a obtenção de imagens de alta resolução. Na configuração da análise para a calibração da cor de fundo foi utilizado o modelo de cor CIELab com índice de luminosidade de 0 a 100, dimensão 'a' -13,9 a 46,1 e dimensão 'b' de -57,1 a -40,6. Depois da calibração da cor do

fundo foi realizada a análise das imagens.

Para a análise das imagens foram extraídos valores médios das características das plântulas como o comprimento da raiz (CR), comprimento do hipocótilo (CH), comprimento da plântula (CP), razão do comprimento da raiz pelo comprimento do hipocótilo (CR/CH). Para as análises fisiológicas das sementes foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 5x3, sendo cinco soluções condicionantes, três teores de água. Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando o software Sisvar® (FERREIRA, 2011) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em julho de 2018, após a colheita, as sementes de café exibiram germinação de 93% e depois de oito meses de armazenamento as mesmas foram reanalisadas pelo Laboratório Central de Pesquisa em Sementes - LCPS/UFLA, credenciado no RENASEM sob o nº MG 01311/2006, e a germinação chegou a 80 % e teor de água de 43%.

Conferindo primeiramente o teste de primeira contagem de germinação, as sementes com 12 % de teor de água obtiveram melhores resultados quando foram condicionadas com SNP, já as sementes condicionadas com água catódica e anódica obtiveram os menores resultados, já para o restante dos teores de água, não houve diferença significativa entre as soluções condicionantes.

Segundo o trabalho de Ataíde *et al.* (2015) a aplicação de SNP foi eficaz na germinação e no vigor para sementes de *Dalbergia Nigra*, no qual apresenta índices de baixo vigor. O estudo demonstra os resultados fornecidos para a primeira contagem de germinação (TABELA1). Ao fazer um comparativo dos resultados entre os teores de água, é importante salientar que sementes com 35% de teor de água, condicionadas ao ácido ascórbico e água catódica, não diferiram estatisticamente das sementes com 43 % de teor condicionadas sobre os mesmos condicionantes.

Analisando a porcentagem de germinação aos 30 dias, as sementes com teores de água de 12% os resultados obtiveram semelhanças quando comparados ao teste de primeira contagem de germinação. Para o restante dos teores de água, não houve diferença significativa. Segundo Vilela *et al.* (2021) ao emergir sementes de café em água catódica e

anódica, foi observado que após o tempo de embebição de 24 horas houve uma melhora significativa na qualidade fisiológica da semente, entretanto quando foi submetida a imersão de 36 horas a qualidade das sementes foram reduzidas. Isso explica ao fato de que os resultados mais inferiores estavam em sementes condicionadas em água anódica e catódica, uma vez que as mesmas foram tiveram um tempo de embebição de 7 dias.

Ao verificar os resultados da porcentagem de folhas cotiledonares aos 45 dias, os resultados das sementes que contém 12 % de teor de água se coincidem com os testes de germinação e primeira contagem. Já ao analisar as sementes com teores de água de 35% é notável que as foram condicionadas em soluções de AsA e SNP obtiveram os melhores resultados ao compararmos com os demais condicionantes. Sementes de arroz tratadas com ácido ascórbico obtiveram maior germinação e vigor quando foram estudadas (BASRA *et al.*, 2006).

Foi demonstrado em trabalho realizado por Penido *et al.* (2019) que a técnica de manter sementes úmidas condicionadas obteve alta porcentagem de plântulas com folhas cotiledonares expandidas ao longo de nove meses de armazenamento. Entretanto, as sementes secas que foram condicionadas obtiveram valores inferiores de plântulas cotiledonares expandidas ao serem comparadas.

A partir dos resultados encontrados entre os diferentes teores de água, para os testes de germinação e folhas cotiledonares aos 45 dias, foi observado que em sementes secas até 35% de teor de água os valores foram maiores, já em sementes com 12% de teor de água observou-se valores inferiores, mostrando que o condicionamento fisiológico em sementes de café com baixos teores de água não é efetivo.

Tabela 1 - Porcentagem média de plântulas normais aos 15 e 30 dias e folhas cotiledonares expandidas aos 45 dias, provenientes de sementes de café com diferentes teores de água e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes condicionantes.

Condicionante	Primeira contagem da germinação 15 dias (%)		
	Teor de água (%)		
	12	35	43
Anódica	12 Cc	78 Aa	59 Ab
Ac. Ascórbico	29 Bb	74 Aa	68 Aa
Catódica	16 Cb	70 Aa	60 Aa
H ₂ O	23 Bc	79 Aa	65 Ab
SNP	46 Ac	82 Aa	58 Ab
CV	15,04		
Condicionante	Germinação 30 dias (%)		
	Teor de água (%)		
	12	35	43
Anódica	14 Cc	80 Aa	63 Ab

Ac. Ascórbico	33 Bc	84 Aa	75 Ab
Catódica	18 Cc	76 Aa	64 Ab
H2O	28 Bc	85 Aa	67 Ab
SNP	50 Ac	90 Aa	62 Ab
CV	13,01		
Folhas cotiledonares expandidas aos 45 dias (%)			
Condicionante	Teor de água (%)		
	12	35	43
Anódica	15 Cc	84 Ba	64 Ab
Ac. Ascórbico	34 Bc	94 Aa	78 Ab
Catódica	18 Cc	89 Ba	68 Ab
H2O	25 Bc	85 Ba	72 Ab
SNP	50 Ac	96 Aa	68 Ab
CV	14,06		

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna para cada época de armazenamento e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Frota, G J. (2021)

Segundo os dados do teste de emergência de plântulas aos 45 dias (TABELA 2) não houve diferença significativa entre as soluções condicionantes para sementes com 12% de teor de água. Ao debater sobre as sementes com teor de água com 35% valores superiores foi observado para aquelas condicionadas com a solução de SNP, já para as sementes com 43% de teor de água, verificou-se valores superiores em sementes condicionadas com água anódica, água destilada e AsA e menor valor em sementes condicionadas em água catódica. Quanto aos teores de água, 12% e 35% observou-se resultados inferiores e superiores, respectivamente.

Na emergência final, aos 60 dias, as respostas para os diferentes condicionantes em sementes com teor de água de 12% não apresentaram diferença na estatística. Através dos resultados foi possível identificar que, sementes com o teor de água de 35% condicionadas em SNP obtiveram resultados superiores e sementes embebidas em água catódica obtiveram resultados inferiores de emergência.

As sementes que foram emergidas em AsA não possuíram diferença significativa comparadas aos teores de água de 35% e 43%. Já para o IVE, não constatou diferença significativa para sementes com 12% de teor de água. Os que tiveram resultados inferiores foram observados em sementes com 35% de teor de água condicionadas em água catódica e anódica e em sementes com 43% de teor de água que foram condicionadas em água catódica.

Por apresentarem baixa longevidade e ser sensíveis a dessecação, as sementes de café são classificadas como intermediárias. Diversas pesquisas mostram que as sementes

armazenadas com uma temperatura de 15 °C por doze meses, após secar por aproximadamente 10%, apresenta redução na germinação com reduções bruscas no teor de água e na temperatura de armazenamento. (ELLIS *et al.*, 1990; 1991; HONG; ELLIS, 1995; EIRA *et al.*, 1999). Portanto, os resultados referentes a sementes secadas até 12% de teor de água, independente da solução condicionante, apresentaram valores inferiores quando comparadas com as demais, evidenciando a característica intermediária da semente de café.

Tabela 2 - Porcentagem média de emergência de plântulas aos 45 e 60 dias e índice de velocidade de emergência de plântulas de sementes de café com diferentes teores de água e submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes condicionantes.

Condicionante	Emergência 45 dias (%)		
	Teor de água (%)		
	12	35	43
Anódica	5Ac	59Ba	46Ab
Ac. Ascórbico	2Ac	66Ba	45Ab
Catódica	6Ac	60Ba	29Cb
H2O	3Ac	64Ba	53Ab
SNP	6Ac	79Aa	38Bb
CV	20,12		
Condicionante	Emergência 60 dias (%)		
	Teor de água (%)		
	12	35	43
Anódica	22Ac	82Ba	59Ab
Ac. Ascórbico	20Ab	81Ba	69Aa
Catódica	15Ac	74Ca	50Bb
H2O	12Ac	80Ba	66Ab
SNP	9Ac	95Aa	56Ab
CV	14,34		
Condicionante	Índice de velocidade de emergência (IVE)		
	Teor de água (%)		
	12	35	43
Anódica	0,45Ab	2,24Ba	1,7Aba
Ac. Ascórbico	0,38Ab	2,73Aa	1,7Aba
Catódica	0,34Ab	1,95Ba	1Bb
H2O	0,17Ab	2,72Aa	2,1Aa
SNP	0,12Ab	2,61Aa	1,8Aba
CV	30,63		

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Frota, G J. (2021)

Como foi evidenciado no teste de condutividade elétrica (TABELA 3), em sementes que foram secadas até 12% de teor de água, independente do condicionante, observou-se valores superiores de condutividade, já em semente submetidas a secagem de até 35%, os

valores foram inferiores.

Ao contrapor as soluções condicionantes dentro de cada teor de água, as sementes com teor de água de 12% condicionadas em água anódica e água catódica foram evidenciados valores inferiores nos resultados, respectivamente. As sementes com o teor de água de 35%, não ocorreu diferença significativa nos resultados e por fim, para as sementes com 43% de teor de água, houve maior lixiviação de constituintes celulares em água catódica.

Tabela 3 - Condutividade elétrica de sementes de café com diferentes teores de água submetidas ao condicionamento fisiológico com diferentes condicionantes.

Condicionante	Condutividade Elétrica		
	Teor de água (%)		
	12	35	43
Anódica	12,4Ca	4,8Ac	10,1Cb
Ac. Ascórbico	14,9Ba	5,9Ab	7,6Db
Catódica	13,4BCb	5,8Ac	17,5Aa
H ₂ O	17,3Aa	5,2Ab	6,8Db
SNP	13,7BCa	5,3Ab	13,3Ba
CV	10,47		

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Frota, G J. (2021)

Através dos resultados encontrados para o comprimento do hipocótilo, observou-se que sementes com 35% de teor de água apresentaram médias superiores quando comparadas às sementes com teor de água de 43%. Ao contrapor as soluções condicionantes, não houve diferença significativa para ambos os teores (TABELA 4).

Ao analisar o comprimento da raiz, foi evidenciado que sementes com 43% de teor de água prevaleceram sobre os resultados das sementes com 35% de teor de água. Os resultados para a relação tamanho do hipocótilo e raiz foram semelhantes aos resultados encontrados para o comprimento de raiz. Como as plântulas de sementes com 12% de teor de água já haviam morrido no teste de 45 dias após a germinação, não foi possível analisar estaticamente o seu comprimento.

Tabela 4 - Comprimento hipocótilo, comprimento da raiz e relação comprimento do hipocótilo/raiz (TH/TR) de plântulas de café, submetidas a diferentes condicionantes aos 45 dias.

Condicionante	Comprimento do hipocótilo (cm)	
	35	43
Anódica	5,8 Aa	4,9 Ab
Ac. Ascórbico	6,1 Aa	5,4 Ab
Catódica	6,1 Aa	5,1 Ab
H2O	6,5 Aa	5,1 Ab
SNP	5,9 Aa	5,1 Ab
CV	7,72	
Condicionante	Comprimento da Raiz (cm)	
	35	43
Anódica	4,0 Ab	6,6 Aa
Ac. Ascórbico	3,5 Ab	6,0 Aa
Catódica	2,7 Ab	4,0 Ba
H2O	3,7 Ab	6,2 Aa
SNP	4,0 Ab	6,3 Aa
CV	16,94	
Condicionante	Relação CH/CR	
	35	43
Anódica	0,7 Ab	1,3 Aa
Ac. Ascórbico	0,6 Ab	1,1 Aa
Catódica	0,4 Ab	0,8 Ba
H2O	0,6 Ab	1,2 Aa
SNP	0,7 Ab	1,3 Aa
CV	16,13	

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Frota, G J. (2021)

Ao analisar a massa seca de raiz e parte aérea (TABELA 5), as sementes que atingiram a secagem até 12% de teor de água obtiveram valores inferiores, esses resultados confirmam os encontrados nos teste de germinação (TABELA 1), já que, sementes que obtiveram menores porcentagens de germinação, apresentam valores inferiores para massa seca. Ao contrapor os resultados em sementes que atingiram a secagem até 35% e 43% de teor de água, comparando a massa seca da raiz em relação ao teor de água de 35% não houve o acúmulo de tecidos, com isso os resultados não divergem dos alcançados para o teor de água de 35%. Já para a massa seca da parte aérea, os valores superiores foram encontrados em plântulas de sementes com teor de água de 35%. Ao analisar os outros tratamentos com os agentes condicionantes, não houve diferença significativa.

Após a realização do trabalho foi evidenciado que as sementes secas obtiveram o

mesmo resultado final de massa seca de raiz e parte aérea. Quando realizado o armazenamento, o condicionamento fisiológico não obteve efeito em sementes consideradas secas.

Tabela 5 - Matéria seca (g) de raiz (R) e parte aérea (PA) de plântulas com 45 dias, oriundas de sementes de café com diferentes teores de água e submetidas a diferentes condicionantes.

Condicionante	-	<u>Massa seca Raiz</u>			Média
		12	35	43	
Anódica		0,10	0,21	0,23	0,17 A
Ac. Ascórbico		0,11	0,25	0,23	0,20 A
Catódica		0,10	0,21	0,20	0,17 A
H ₂ O		0,10	0,21	0,23	0,18 A
SNP		0,12	0,26	0,23	0,20 A
Média		0,11 b	0,23 a	0,22 a	
CV		19,84			
Condicionante	-	<u>Massa seca parte aérea</u>			Média
		12	35	43	
Anódica		0,85	1,68	1,44	1,32 A
Ac. Ascórbico		0,86	1,86	1,38	1,36 A
Catódica		0,80	1,79	1,41	1,33 A
H ₂ O		0,84	1,89	1,45	1,39 A
SNP		0,88	1,84	1,46	1,40 A
Média		0,85 c	1,82 a	1,43b	
CV		10,36			

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Frota, G J. (2021)

Portanto, é importante salientar que o condicionamento fisiológico é uma técnica que pode trazer benefícios ao produtor final de sementes de café. No entanto, deve-se fazer estudos sobre qual a cultivar que irá ser trabalhada e métodos corretos para determinado condicionamento, com intuito de melhorar a qualidade fisiológica das mesmas.

4. CONCLUSÕES

O condicionamento fisiológico, após oito meses de armazenamento, independente do agente condicionante, não é eficaz em sementes de café com teor de água de 12%.

Após oito meses de armazenamento, o condicionamento fisiológico em soluções de ácido ascórbico e nitroprussiato de sódio aumenta o vigor de sementes de café, se estas estiverem com teor de água igual a 35%.

REFERÊNCIAS

- ATAÍDE, Glauciana M. et al. **Óxido nítrico na germinação de sementes de baixo vigor de *Dalbergia nigra***. Revista Ciências Agrárias, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 438-444, 24 jan. 2019.
- SANTOS, Hellen Cristina Andrade dos et al. **Efeito de tratamento de sementes com ácido ascórbico no vigor de sementes e plântulas de melancia**. Horticultura Brasileira, [s. l.], v. 31, n. 2, p. S3503-S3509, jul. 2014. Disponível em:
http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_7/A5696_T9882_Comp.pdf. Acesso em: 01 out. 2021.
- AHMAD, I.; BASRA, S.M.A.; HUSSAIN, S.; HUSSAIN, S.A.; REHMAN, H.; REHMAN, A.; ALI, A. Priming with ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide improves seedling growth of spring maize at suboptimal temperature. **Journal of Environmental and Agricultural Sciences**, [s.l.], v. 3, n. 18.6, p. 14-22, 2015.
- ABID, M. *et al.* Seed osmopriming invokes stress memory against post-germinative drought stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Environmental and Experimental Botany**, [s.l.], v. 145, p. 12-20, 2018.
- ALI, Q.; DAUD, M.K.; HAIDER, M.Z.; ALI, S.; RIZWAN, M.; ASLAM, N.; ZHU, S.J. Seed priming by sodium nitroprusside improves salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) by enhancing physiological and biochemical parameters. **Plant Physiology and Biochemistry**, [s.l.], v. 119, p. 50-58, 2017.
- ALVES M.V.P. *et al.* Physiological and biochemical characterization of jiló seeds (*Solanum gilo*) in different harvest times. **American Journal of Plant Sciences**, [s.l.], v. 8, n. 10, p. 2569-2595, 2017.
- ATAÍDE, G.M. Óxido nítrico na germinação de sementes de baixo vigor de *Dalbergia nigra*. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 38, n. 3, p. 438-444, 2015.
- ARIF, M. *et al.* Evaluating the impact of osmopriming varying with polyethylene glycol concentrations and durations on soybean. **International Journal of Agriculture and Biology**, [s.l.], v. 16, n. 2, p. 359-364, 2014.
- ARMONDES, K.A.P. *et al.* Condicionamento osmótico e desempenho de sementes de repolho com diferentes níveis de vigor. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 34, n. 3, p. 428-434, 2016.
- BAILLY, C.; BENAMAR, A.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. **Seed Science Research**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 35-42, 2000.
- BARROS, T.T.V. *et al.* **Semina: Ciências Agrária**, Londrina, v. 42, n. 3, suplemento 1, p.1435-1452, 2021.
- BASRA, S.M.A.; FAROOQ, M.; WAHID, A.; KHAN, M.B. Rice seed invigoration by hormonal and vitamin priming. **Seed Science Technology**, [s.l.], v. 34, p. 753-758, 2006.

BERJAK, P.; SERSHEN, B. V.; PAMMENTER, N. W. Cathodic amelioration of the adverse effects of oxidative stress accompanying procedures necessary for cryopreservation of embryonic axes of recalcitrant-seeded species. **Seed Science Research**, Wageningen, v. 21, n.3, p. 187–203, Sept. 2011.

BRASIL. MAPA. 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. 395 p.

BRAZ, M.R.S.; ROSSETTO, C.A. Condicionamento fisiológico na germinação e no vigor desementes armazenadas de café. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n.7, p. 1849-1856, 2008.

CAMARGO, R. **Condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**.1998. 108 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1998.

CARVALHO, C.A.M.; ALMEIDA, T.T.; GUIMARÃES, R.M. Plântulas de café originadas de sementes armazenadas e submetidas ao condicionamento fisiológico em matriz sólida.

Nativa, [s.l.], v. 2, n. 3, p. 166-169, 2014.

CARVALHO, C.A.M.; GUIMARÃES, R.M.; SILVA, T.T.A. Condicionamento fisiológico em matriz sólida de sementes de café (*Coffea arabica* L.) com e sem pergaminho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 94-98, 2012.

DE GARA, L. Class III peroxidases and ascorbate metabolism in plants. **Phytochemistry Reviews**, [s.l.], v. 3, n. 1-2, p. 195-205, 2004.

DU, S.T.; LIU, Y.; ZHANG, P.; LIU, H.J.; ZHANG, X.Q.; ZHANG, R.R. Atmospheric application of trace amounts of nitric oxide enhances tolerance to salt stress and improves nutritional quality in spinach (*Spinacia oleracea* L.). **Food Chemistry**, [s.l.], v. 173, p. 905-911, 2015.

EIRA, M.T.S. *et al.* Tolerance of coffee spp. seeds to desiccation and low temperature. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 97-105, aug. 1999.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behavior: I., coffee. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 41, n. 230, p. 1167-1174, 1990.

FAN, H.; DU, C.; XU, Y.; WU, X. Exogenous Nitric Oxide Improves Chilling Tolerance of Chinese Cabbage Seedlings by Affecting Antioxidant Enzymes in Leaves. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, [s.l.], v. 55, p. 159-165, 2014.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

GALLIE, D.R. Ascorbic acid: a multifunctional molecule supporting plant growth and development. **Scientifica**, New York, v.2003, n.1, p.1-24, 2013.

GUIMARÃES, R.M. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.)**. 2000. 180 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, MG, 2000.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Optimum air-dry seed storage environments for arabica coffee. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 20, n. 3, p. 547-560, 1992.

HUSSAIN, S. *et al.* Benefits of rice seed priming are offset permanently by prolonged storage and the

- storage conditions. **Scientific Reports**, London, v. 5, n. 1, p. 1-12, 2015.
- KAISER, I.S. *et al.* Efeito de liberadores de óxido nítrico na qualidade fisiológica de sementes de repolho sob salinidade. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 1, p. 39-45, 2016.
- KIKUTI, A.L.P. *et al.* Coffee seeds water imbibition at different periods and temperatures. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, [s.l.], v. 11, n. S2, p. 51 - 57, 2013.
- KUMAR, J.S.P., PRASAD, S.R., BANERJEE, R.; THAMMINENI, C. Seed birth to death: dual functions of reactive oxygen species in seed physiology. **Annals of Botany**, [s.l.], v.116, n. 4, p. 663-668, 2015.
- LIMA, S.M.P. *et al.* Efeitos de tempos e temperaturas de condicionamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.) sob condições ideais e de estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 28, n. 3, p. 506-514, 2004.
- LIMA, W.A.A. **Condicionamento fisiológico, germinação e vigor de sementes de café (*Coffea arabica* L.)**. 1999. 69 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- FROTA, Giovana Janini. **Condicionamento fisiológico de sementes de *Coffea arabica* L.** 2021. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Dag, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021.
- MAGUIRRE, J.D. Speed of germination - aid seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, mar./apr. 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. 495 p.
- MCCUE, P.; ZHENG, Z.; PINKHAM, J.; SHETTY, K. Model for enhanced pea seedling vigour following low pH and salicylic acid treatments. **Processes Biochemistry**, Reino Unido, v. 35, n. 6, p. 603-613, 2000.
- MITTLER, R. ROS are good. **Trends in Plant Science**, [s.l.], v. 22, n. 1, p. 11-19, 2017.
- PENIDO, A. C. **Tratamento químico, armazenamento e condicionamento fisiológico de sementes de café (*Coffea arabica* L.)**. 2019. 101 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.
- PEREIRA B.L.C.; BORGES E.E.L.; OLIVEIRA A.C.; LEITE H.G.; GONÇALVES J.F.C. Influência do óxido nítrico na germinação de sementes de *Plathymenia reticulata* Benth com baixo vigor. **Scientia Forestalis**, [s.l.], v. 38, p. 629-636, 2010.
- PIRES, R. *et al.* Action of nitric oxide in sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) submitted to stress by cadmium. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n.1, p. 022-029, 2016.
- RICALDONI, M.A. **Ação antioxidante da água catódica: estudos preliminares em sementes de café**. 2016. 22 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.
- RUTTANARUANGBOWORN, A. *et al.* Effect of seed priming with different concentrations of potassium nitrate on the pattern of seed imbibition and germination of rice (*Oryza sativa* L.), **Journal of Integrative Agriculture**, [s.l.], v.16, n. 3, p. 605-613, 2017.
- SADEGI, H.; ROBATI, Z. Response of *Cichorium intybus* L. to eight seed priming methods under osmotic stress conditions. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, Taichung, v.4, n. 4, p.443-448, 2015.

SANTOS, C.A. *et al.* Germinação de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 87, p. 219-224, 2016.

SANZ, L.; ALBERTOS, P.; MATEOS, I.; SÁNCHEZ-VICENTE, I.; LECHÓN, T.; FERNÁNDEZ-MARCOS, M.; LORENZO, O. Nitric oxide (NO) and phytohormones crosstalk during early plant development. **Journal of Experimental Botany**, [s.l.], v. 66, p.2857-2868, 2015.

SGUAREZI, C.N. *et al.* Avaliação de tratamentos pré-germinativos para melhorar o desempenho de sementes de café (*Coffea arabica* L.). II. Processo de umidificação. **Revista Brasileira de Sementes**, [s.l.], v. 23, n. 2, p. 162-170, 2001.

SONG J.; SHI G.; XING S.; CHEN, M.; WANG, B. Effects of nitric oxide and nitrogen on seedling emergence, ion accumulation, and seedling growth under salinity in the euhalophyte *Suaeda salsa*. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, [s.l.], v. 172., p. 544-549, 2009

TOMMASI, F.; PACIOLLA, C.; DE PINTO, M.C.; DE GARA, L A Comparative study of glutathione and ascorbate metabolism during germination of *Pinus Pinea* L. Seeds. **Journal of Experimental Botany**. [s.l.], v. 52, n. 361, p. 1647-1654, 2011.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. *In*: Krzyzanowski, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.3. p.1-24.

VILELA, A.L.O. *et al.* Antioxidant and antimicrobial activity of cathode and anode in *Coffea arabica* L. seeds. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 43, e202143011, 2021.

WANG, W. *et al.* The effect of storage condition and duration on the deterioration of primed rice seeds. **Frontiers in Plant Science**, Lausanne, v. 9, p. 172, 2018.

YAN, M. Prolonged storage reduced the positive effect of hydropriming in Chinese cabbage seeds stored at different temperatures. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v. 111, p.313-315, 2017.

ZHENG, M. *et al.* Seed priming in dry direct-seeded rice: consequences for emergence, seedling growth and associated metabolic events under drought stress. **Plant Growth Regulation**, New York, v. 78, n. 2, p.167-178, 2016.