



Rômulo Castro Félix

**TESTES PRELIMINARES EM FRUTOS DESTACADOS DE CAFEIEIRO PARA
DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICAS DE CRIAÇÃO DA BROCA DO CAFEIEIRO**

Bambuí
2025

RÔMULO CASTRO FÉLIX

**TESTES PRELIMINARES EM FRUTOS DESTACADOS DE CAFEIEIRO PARA
DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICAS DE CRIAÇÃO DA BROCA DO CAFEIEIRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Bambuí como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Sousa Cavalcanti

Bambuí
2025

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - *Campus Bambuí*

F316t Félix, Rômulo Castro.

Testes preliminares em frutos destacados de cafeeiro para desenvolvimento de técnicas de criação da broca do cafeeiro [manuscrito] / Rômulo Castro Félix. – 2025.
30 f. : il. ; color.

Orientador: Ricardo Sousa Cavalcanti.
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. *Campus Bambuí*, 2025.

1. *Coffea arabica*. 2. Conservação de frutos. 3. Criação em laboratório. I. Cavalcanti, Ricardo Sousa. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus Bambuí*. III. Título.

CDD 664.53

Catálogo: João Batista Rodrigues - CRB-6/2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Ensino

Departamento de Ciências Agrárias
Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

Rômulo Castro Félix

**TESTES PRELIMINARES EM FRUTOS DESTACADOS DE CAFEIEIRO PARA
DESENVOLVIMENTO DE TÉCNICAS DE CRIAÇÃO DA BROCA DO CAFEIEIRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus Bambuí* para obtenção do grau de bacharel em Agronomia.

Aprovado em 25/07/2025 pela banca examinadora:

Bambuí, 07 de agosto de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Sousa Cavalcanti, Professor**, em 07/08/2025, às 20:15, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Julia Bahia Miranda, Técnica de Laboratório / Área Biologia**, em 07/08/2025, às 22:07, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Robson Shigueaki Sasaki, Professor**, em 08/08/2025, às 17:02, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2410773** e o código CRC **02C20D21**.

23209.003846/2023-65

2410773v1

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, por me conceder força, sabedoria e serenidade em cada etapa desta jornada. Aos meus pais, Elisângela de Castro e Dênio Luis Félix, minha eterna gratidão. Obrigado por todo amor, apoio incondicional, conselhos e por acreditarem em mim mesmo nos momentos em que eu duvidei. Vocês são minha base, meu exemplo e minha maior motivação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido a oportunidade de realizar esta graduação, pela vida, por todo o cuidado que tem comigo e por nunca ter deixado de me atender em momentos de aflição vividos ao longo do curso.

Aos meus pais, Elisângela e Dênio, pelo amor sem limites e pela imensa paciência. Obrigado por se dedicarem de todas as formas, superando obstáculos para me proporcionar a chance de estudar. Por confiarem em minhas escolhas, me apoiarem com respeito e nunca deixarem que as dificuldades sufocassem meus sonhos. Amo vocês profundamente!

À minha namorada Emanuely, que marcou um antes e depois na minha trajetória acadêmica. Agradeço por todo o companheirismo, apoio constante e pela compreensão que nunca faltou ao longo dessa caminhada.

Ao meu padrasto Flávio e à minha madrastra Cristina pelo apoio constante ao longo da minha trajetória acadêmica. Sua presença, incentivo e cuidado foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente com confiança e determinação.

Aos meus avós Cecília (in memoriam) e Wilson (in memoriam), que foram parte fundamental da minha vida, sou imensamente grato por todo o amor, dedicação e cuidado que sempre me ofereceram.

Aos meus amigos, que estiveram comigo em todos os momentos, tornando-se minha segunda família. Compartilhamos desafios e conquistas, e a presença de vocês fez toda a diferença. Um agradecimento especial ao Arthur, Marcelo, Pedro, Rafael, João Victor e Ana Flávia, que, mesmo à distância, nunca deixaram de estar por perto, oferecendo apoio quando eu mais precisei.

Sou profundamente grato a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória, não apenas pelo ensino técnico oferecido, mas por transmitirem valores, ética e humanidade, elementos essenciais na construção da minha identidade profissional. Em especial, deixo meu sincero agradecimento ao professor Ricardo Sousa Cavalcanti, que me orientou com paciência, dedicação e observações sempre pertinentes, tanto nos estágios quanto no Trabalho de Conclusão de Curso. Obrigada por todo apoio!

Ao Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí por possibilitar a minha graduação e pelo suporte durante o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

FÉLIX, Rômulo Castro. **Testes preliminares em frutos destacados de cafeeiro para desenvolvimento de técnicas de criação da broca do cafeeiro.** Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2025. 29p.

A broca do cafeeiro (*Hypothenemus hampei*) é uma praga de difícil controle no campo, sua criação em condições laboratoriais se torna essencial para subsidiar pesquisas relacionadas ao seu ciclo biológico, comportamento e estratégias de manejo, especialmente no âmbito do controle biológico e do desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis. Entretanto, um dos maiores entraves para a criação contínua dessa praga em laboratório é a dificuldade de obtenção e conservação dos frutos de café, que possuem alta perecibilidade e são influenciados pela sazonalidade. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade de uso de frutos congelados e *in natura*, com diferentes revestimentos (cera de abelha, parafina e ausência de revestimento), como substrato para criação da broca do cafeeiro em condições de laboratório. O experimento foi conduzido no IFMG – Campus Bambuí, utilizando frutos da cultivar Rubi (*Coffea arabica*), divididos em seis tratamentos, com cinco repetições cada, sendo armazenados por 76 dias. Durante o período, foram realizadas pesagens periódicas a fim de acompanhar a perda de massa dos frutos, um indicativo direto da sua integridade e potencial para manutenção da praga. Os resultados demonstraram que os frutos congelados apresentaram as maiores perdas de peso, mesmo quando revestidos, indicando que o congelamento compromete a estrutura física e a viabilidade do fruto como hospedeiro. Em contrapartida, os frutos não congelados, sobretudo os revestidos com cera de abelha, mantiveram melhor sua integridade física, registrando os menores percentuais de perda. Diante disso, conclui-se que a utilização de frutos *in natura* com revestimento de cera de abelha é a alternativa mais eficiente para a criação laboratorial de *Hypothenemus hampei*, favorecendo a continuidade de experimentações e contribuindo para avanços no manejo da praga.

Palavras chaves: *Coffea arabica*, conservação de frutos, criação em laboratório.

ABSTRACT

FÉLIX, Rômulo Castro. **Preliminary tests on detached coffee tree fruits to develop coffee berry borer breeding techniques.** Bambuí: IFMG Campus Bambuí, 2025. 29p.

Coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) is a pest difficult to control in the field. Its rearing under laboratory conditions is essential to support research related to its biological cycle, behavior, and management strategies, especially in the context of biological control and development of new sustainable technologies. However, one of the main obstacles to the continuous laboratory rearing of this pest is the difficulty in obtaining and preserving coffee fruits, which are highly perishable and influenced by seasonality. In this context, the objective of this study was to evaluate the feasibility of using frozen and fresh fruits, with different coatings (beeswax, paraffin, and no coating), as a substrate for rearing *Hypothenemus hampei* under laboratory conditions. The experiment was conducted at IFMG – Campus Bambuí, using fruits from the Rubi cultivar (*Coffea arabica*), divided into six treatments with five replicates each, and stored for 76 days. During this period, periodic weighings were performed to monitor the fruit mass loss, which is a direct indicator of their integrity and potential to sustain pest. Results showed that frozen fruits had the highest weight losses, even when coated, indicating that freezing compromises the physical structure and viability of the fruit as a host. In contrast, fresh fruits, especially those coated with beeswax, better preserved their physical integrity and recorded the lowest loss percentages. Therefore, it is concluded that the use of fresh fruits coated with beeswax is the most efficient alternative for the laboratory rearing of *Hypothenemus hampei*, promoting the continuity of experimental work and contributing to advances in pest management.

Keywords: *Coffea arabica*, fruit preservation, laboratory rearing.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Peso médio dos frutos de café revestidos e não revestidos para a criação da broca do cafeeiro.....	22
Tabela 2 - Percentual de perda de peso dos frutos de café submetidos a diferentes tratamentos ao longo do período experimental com base na média dos pesos.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Divisão dos frutos de café congelados dividido em parcelas.....	16
Figura 2 – Divisão dos frutos de café não congelados divididos em parcelas.....	17
Figura 3 – Pesagem das parcelas.....	17
Figura 4 – Derretimento da parafina e da cera de abelha.....	18
Figura 5 – Frutos revestidos até o nível da coroa.....	18
Figura 6 – Frutos armazenados em placas plásticas.....	19
Figura 7 – Frutos sem revestimentos armazenados em placas plásticas.....	20
Figura 8 – Fluxograma das etapas realizadas durante o trabalho.....	21
Figura 9 – Curvas de variação do peso médio dos frutos de café submetidos a diferentes tratamentos ao longo do período experimental.....	25

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.2	Objetivo Geral.....	12
2.2	Objetivo Específico	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1	Broca do café.....	13
3.2	Criação da broca do café em laboratório.....	13
3.3	Conservação de frutos através do congelamento	14
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
4.1	Localização da área experimental.....	15
4.2	Coleta e condução do experimento.....	16
4.3	Delineamento experimental	20
4.4	Análise estatística.....	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma das atividades agrícolas mais relevantes para o Brasil, tanto do ponto de vista econômico quanto social, representando uma significativa fonte de renda e emprego para milhares de produtores. Contudo, essa cultura enfrenta diversos desafios fitossanitários, sendo a broca-do-cafeeiro (*Hypothenemus hampei*) considerada a principal praga do cafeeiro, especialmente das espécies *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (PAIVA *et al.*, 2015).

A broca-do-cafeeiro é um besouro da família Curculionidae e subfamília Scolytinae, originário da África, que se adaptou a diversos ambientes tropicais produtores de café (VEGA *et al.*, 2015). Para a criação massal da broca objetivando a multiplicação de seus inimigos naturais para uso em programas de controle biológico e manejo integrado, tem-se utilizado frutos maduros, beneficiados com pergaminho (Benavides- G. & Portilla- R, 1995) e dieta artificial (Villacorta & Barrera, 1996). A criação do inseto em frutos maduros ou beneficiados durante todo o ano é dificultada por sua ausência nas regiões em que ocorre de uma a duas florações ao ano e cuja colheita é única. A utilização da dieta artificial ainda não é tão frequente devido ao alto custo dos ingredientes e muitas vezes pouco eficientes. O armazenamento de frutos maduros ou beneficiados pode ser feito em câmara fria após a colheita e depois utilizados para a criação da broca, entretanto, as sementes beneficiadas, depois de retiradas da armazenagem, perdem rapidamente o conteúdo de umidade, prejudicando o desenvolvimento dos estádios imaturos do inseto (OZORCO-HOYOS, 1994).

O controle da broca envolve majoritariamente práticas culturais e, em alguns casos, uso de inseticidas, o que acarreta riscos de resistência e impactos ambientais (BRUN *et al.*, 1989). Dessa forma, a criação da praga em condições laboratoriais tem se mostrado uma ferramenta indispensável para o avanço de estudos sobre seu comportamento, biologia e alternativas de manejo. Uma das dificuldades encontradas pelos pesquisadores está na obtenção contínua de frutos adequados para a criação, devido à sazonalidade e perecibilidade do café *in natura*. Nesse sentido, métodos que envolvam a conservação dos frutos, como o congelamento, vêm sendo investigados como alternativa viável para manter a criação de insetos ao longo do ano (PARRA, 2001; HIROSE; NEVES, 2002).

O congelamento é uma técnica amplamente utilizada na conservação de frutos tropicais, uma vez que reduz a atividade metabólica dos tecidos e inibe o desenvolvimento de microrganismos deterioradores (RESENDE *et al.*, 2004). No entanto, esse processo pode causar alterações estruturais e fisiológicas nos tecidos vegetais, as quais podem influenciar o

desenvolvimento de insetos que se alimentam diretamente do material vegetal conservado. Assim, é necessário avaliar os impactos do congelamento sobre a viabilidade do fruto como substrato alimentar para *Hypothenemus hampei*, comparando-se os resultados com frutos recém-colhidos e mantidos em condições naturais.

Compreender a interação entre a broca do cafeeiro e diferentes condições de armazenamento dos frutos é essencial para aperfeiçoar métodos de criação laboratorial, principalmente em programas de controle biológico, que dependem da produção constante de indivíduos sadios e viáveis para testes e liberações em campo (PARRA, 2001). A possibilidade de utilizar frutos congelados representa uma alternativa estratégica para superar os desafios de sazonalidade e logística na produção de colônias da praga.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Testar a manutenção de frutos de cafeeiro em condições naturais e após o período de congelamento para futuras utilizações em criações de broca do cafeeiro.

2.2 Objetivo Específico

- Comparar o peso dos frutos que passaram pelo processo de congelamento e não congelamento;
- Armazenar frutos de café sob diferentes condições;
- Avaliar a perda de umidade dos frutos submetidos aos diferentes métodos de conservação;
- Identificar possíveis estratégias para otimização do armazenamento de frutos de café.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Broca do café

A região preferencial do ataque da broca é na coroa do fruto, local da cicatriz floral. Os primeiros ataques ocorrem ainda quando muitos dos frutos estão aquosos, neste caso, a broca causa uma perfuração somente superficial, não ovoposita e nem se estabelece no fruto. Já nos estágios iniciais de maturação, cerca de 90 dias após a primeira florada, o besouro adulto pode penetrar a semente criando galerias (MATIELLO *et al.*, 2016).

Para Reis *et al.* (2010) os primeiros prejuízos causados pela broca do café estão relacionados com a queda precoce dos frutos. A queda dos frutos é causada devido a penetração do adulto da broca para postura de seus ovos, enquanto a redução no peso da semente é ocasionada pela alimentação das larvas resultantes da postura. Em pesquisas realizadas por Nakano *et al.* (1976) e Yokoyama *et al.* (1978) apud Reis *et al.* (2010) foi descoberto que o ataque de broca aumenta a queda natural de frutos precocemente na ordem de 8% a 13% para café arábica.

A perda de peso é um dos principais prejuízos que a broca pode causar. Em um experimento realizado no estado de Minas Gerais verificou-se uma redução no peso do café, no qual com a máxima infestação (100%) de grãos brocados, as perdas chegam a 21%, o que representa uma perda de 12,6 kg de café por saca beneficiada de 60 kg (REIS *et al.*, 1984; REIS, 2007 apud REIS *et al.*, 2011).

Segundo Reis *et al.* (2010), a melhor estratégia para manejo da broca-do-café é baseada no controle cultural, criando condições desfavoráveis para sobrevivência da praga. Plantios mais abertos permitem maior entrada de luz e circulação de ar na área, isso reduz a umidade do ar entre as plantas, criando o microclima desfavorável para sobrevivência da broca.

3.2 Criação da broca do café em laboratório

Para a obtenção de sucesso em uma criação massal de insetos é de relevância imprescindível que esta tenha continuidade durante todo o ano, pois se houver interrupção da mesma não se conseguirá, em curto prazo de tempo, retornar aos níveis de uma produção massal. Assim sendo, como as liberações de inimigos naturais são realizadas apenas em determinadas épocas do ano, é importante dispor de técnicas para o armazenamento de ovos, visando a continuidade da criação em períodos críticos, como por exemplo na entressafra, quando os insetos não estão disponíveis no campo (PARRA, 2001).

Segundo Parra (2001), uma das grandes limitações de um entomologista é dispor de um inseto durante todo o ano para a realização de estudos básicos sobre o mesmo, a fim de conhecer sua biologia e tornar possível seu controle.

Logo, para o desenvolvimento de um programa de controle biológico, a criação e manutenção de insetos sadios em laboratório são fundamentais, visando sua utilização em testes de patogenicidade e determinação das doses de aplicação (Parra 1998). Para a broca-do-café a criação pode ser baseada em dietas artificiais (Brun *et al.*, 1993, Villacorta & Barrera 1993) ou em frutos infestados (Jiménez-Gómez 1992).

A criação em dietas artificiais possui vantagens, ocupando menor espaço físico e produzindo maior número de insetos, mas exige cuidado sanitário especial para evitar problemas com contaminações na dieta, necessitando de mão de obra especializada e laboratório com maior infraestrutura (Hirose *et al.*, 2002).

Além disso, para estudos de controle microbiano a utilização de insetos criados em dieta artificial pode causar alterações na eficiência do patógeno. O desenvolvimento dos fungos entomopatogênicos dentro do hospedeiro pode ser influenciado não apenas pelo sistema imunológico do hospedeiro, mas também indiretamente pela dieta alimentar (Hajek & St. Leger 1994). A influência da dieta artificial no desenvolvimento do fungo *Ascospaera aggregata*, na abelha *Megachile rotundata* (Fabricius), foi constatada por Goettel *et al.* (1993). Também o percevejo *Blissus leucopterus* (Say) foi mais susceptível a *Beauveria bassiana* quando alimentado em dieta artificial em comparação com a dieta natural (Ramoska & Todd 1985).

A broca-do-café, pelo seu comportamento de construção de galerias na dieta, poderá também ficar com resíduos da dieta sobre a sua cutícula, influenciando a germinação dos conídios sobre os insetos, quando realizado testes de fungos entomopatogênicos. No método de criação descrita por Jiménez-Gómez (1992), visando obter adultos de *H. hampei* para seleção de fungos entomopatogênicos, os insetos foram criados em frutos de café. Entretanto, o autor não explica, de forma clara, como foi criada e coletada a broca-do-café.

3.3 Conservação de frutos através do congelamento

Os frutos após a colheita continuam sofrendo reações metabólicas e mantêm os processos fisiológicos por tempo considerável durante todo o período pós-colheita. Alves (1993) descreve que, a acerola, assim como os outros frutos tropicais, passa por uma série de alterações durante os processos de maturação, amadurecimento e senescência.

Quando se deseja manter a qualidade original do fruto, o congelamento pode ser o método selecionado, mas ocorrem mudanças físicas e químicas que são prejudiciais à integridade estrutural do fruto (RESENDE *et al.*, 2004). Para Powrie (1973), embora o congelamento possa ser considerado o método mais recomendado para preservar alimentos por longos períodos, suas vantagens podem ser afetadas pelos efeitos deletérios ao produto, cuja severidade é tanto menor quanto mais rápida é a remoção do calor.

Segundo Menezes (1992), durante o armazenamento de frutos ocorrem grandes reduções de peso devido a processos de respiração e principalmente de transpiração. O uso de filmes plásticos, à base de polietileno ou cloreto de polivinila (PVC), pela sua praticidade, custo relativamente baixo e alta eficiência, têm sido bastante utilizados em associação ao armazenamento refrigerado para evitar perdas, possibilitando com , através da modificação da atmosfera, frutos tropicais de alta perecibilidade, tenham a sua vida pós-colheita prolongada. Bleinroth *et al.* (1992) citam que mesmo durante a fase de crescimento os frutos estão quase sempre perdendo água. Após a colheita, este processo continua, com o agravante de que a água evaporada dos tecidos não pode mais ser reposta. A turgescência das células dependem principalmente da presença de água, sendo a perda desta uma das principais causas da deterioração destes produtos.

Fornasieri e Scalon (2004) em trabalho de armazenamento de acerolas sob refrigeração (12 °C) e atmosfera modificada, citam que a vida útil pós-colheita das acerolas pode ser prolongada para 12 dias em embalagem de PVC e CF Film® (embalagem plástica contendo absorvente de etileno) sob refrigeração, comparada com apenas quatro dias em temperatura ambiente.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização da área experimental

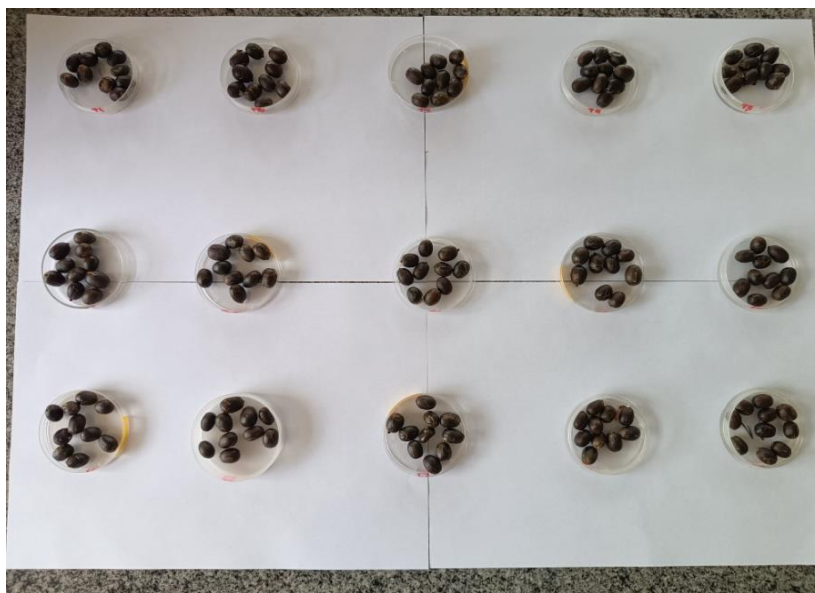
A montagem e execução do experimento foram realizadas no Laboratório de Entomologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) – *Campus* Bambuí, localizado na altura do km 5 da Rodovia LMG-827, no município de Bambuí-MG, alto do São Francisco, Centro-Oeste mineiro, região com altitude média de 697 metros, latitude 20° 00' 23'' S e longitude 45° 58' 37'' O.

4.2 Coleta dos frutos de café e condução do experimento

No dia 27 de março de 2024 foram colhidos 150 frutos imaturos de café pertencente à espécie *Coffea arabica*, cultivar Rubi originária do cruzamento das cvs. Catuai 99 com Mundo Novo e congelados no Laboratório de Entomologia no IFMG – *Campus* Bambuí. No dia 10 de abril foi realizada a coleta de 150 frutos imaturos na lavoura implantada no IFMG – *Campus* Bambuí, após a coleta, ambos os frutos foram levados para o Laboratório de Entomologia, no qual foram lavados em água corrente e em uma solução de hipoclorito de sódio.

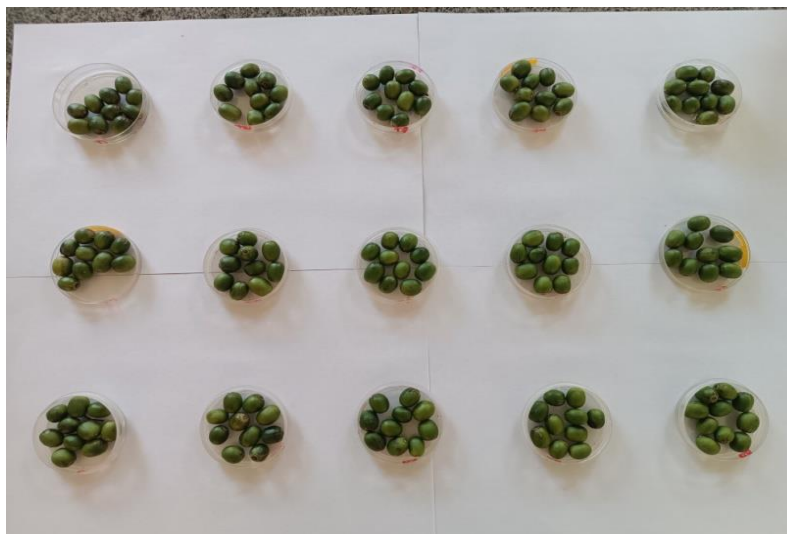
Em seguida, os frutos foram secados com papel toalha e divididos aleatoriamente em 30 parcelas contendo 10 frutos cada, sendo separados em frutos congelados (Figura 1) e não congelados (Figura 2).

Figura 1 – Divisão dos frutos de café congelados em parcelas.



Fonte: o autor, 2025.

Figura 2 – Divisão dos frutos de café não congelados em parcelas.



Fonte: o autor, 2025.

Após a divisão, todas as 30 parcelas foram pesados com o auxílio de uma balança no Laboratório de Fitopatologia no IFMG – *Campus* Bambuí (Figura 3).

Figura 3 – Pesagem das parcelas.



Fonte: o autor, 2025.

Para a realização do experimento foi utilizado 200 gramas de cera de abelha e 200 gramas de parafina, que foram inseridas em becker de 500 ml e em outro de 1000 ml aquecidas na chapa aquecedora, o experimento foi realizado no Laboratório de Bromatologia do IFMG – *Campus* Bambuí (Figura 4).

Figura 4 – Derretimento da parafina e da cera de abelha.

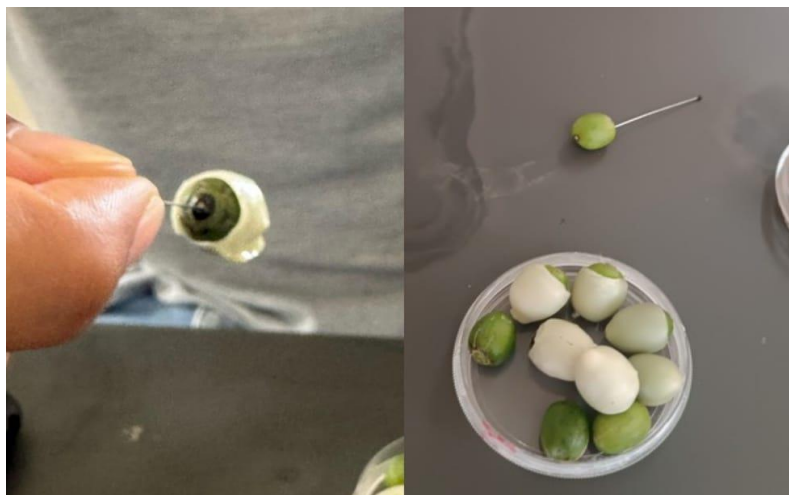


Fonte: o autor, 2025.

Após a pesagem, 50 frutos congelados e não congelados foram imersos na parafina derretida e 50 frutos congelados e não congelados foram imersos na cera de abelha. No tratamento testemunha, 50 frutos congelados e não congelados não receberam nenhum tipo de revestimento, ou seja, não foram imersos em nenhuma das substâncias. Para auxiliar na imersão dos frutos nas substâncias derretidas foi utilizado alfinetes entomológicos, os quais eram inseridos na coroa dos frutos para posteriormente realizar a imersão dos mesmos na cera de abelha e na parafina derretidas.

Os frutos foram imersos até o nível da coroa (Figura 5), com o objetivo de deixá-la exposta, uma vez que, as fêmeas da broca demonstram preferência para penetrar o fruto na região da coroa.

Figura 5 – Frutos revestidos até o nível da coroa.



Fonte: o autor, 2025.

Em seguida, os frutos foram armazenados em pequenas placas circulares de plástico, os quais foram observados semanalmente para visualizar as condições de secagem e realizar a pesagem de cada uma das parcelas (Figura 6).

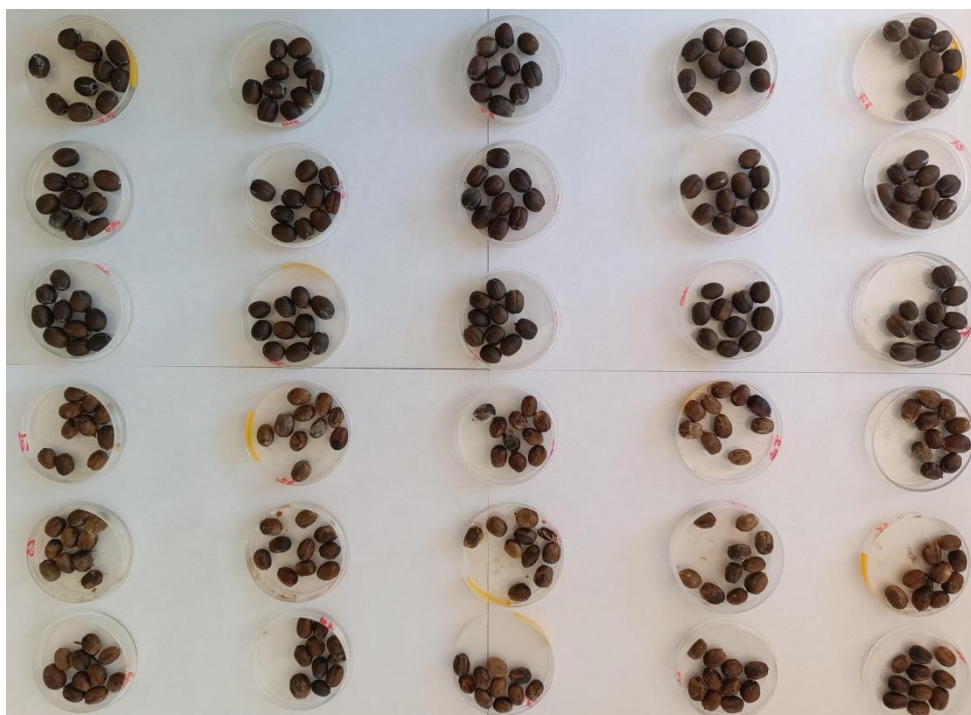
Figura 6 – Frutos armazenados em placas plásticas.



Fonte: o autor, 2025.

No dia 25 de junho de 2025 os frutos foram pesados novamente no Laboratório de Fitopatologia do IFMG *Campus* Bambuí, para a avaliação final do experimento, no qual todo o revestimento de parafina e cera de abelha foram retirados para que não houvesse interferência no peso final de cada tratamento, com o objetivo de avaliar somente o peso dos frutos de café (Figura 7).

Figura 7 – Frutos sem revestimentos armazenados em placas plásticas.



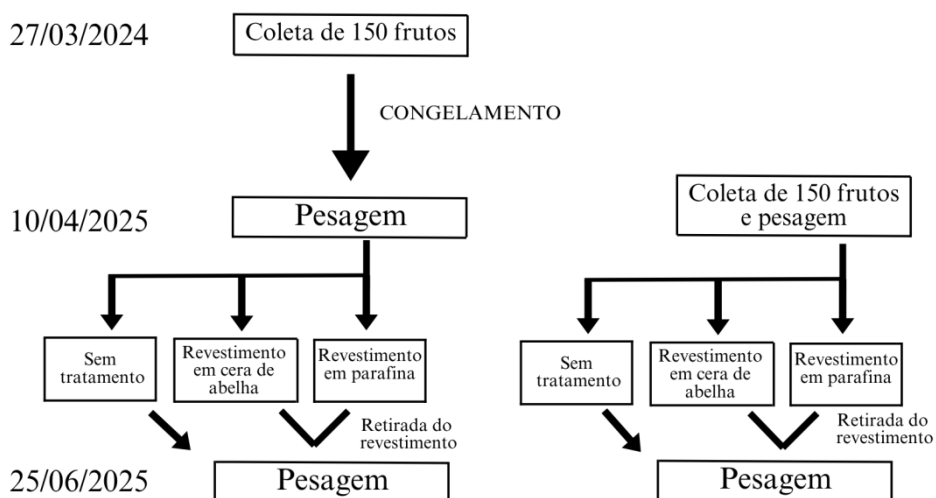
Fonte: o autor, 2025.

4.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o delineamento inteiramente casualizado, constituído de seis tratamentos (frutos congelados revestidos com cera de abelha, frutos congelados revestidos com parafina, frutos congelados sem revestimento, frutos não congelado revestido com cera de abelha, frutos não congelados revestidos com parafina e frutos não congelados sem revestimento) com cinco repetições com dez frutos por parcelas, totalizando 50 frutos por tratamento e 30 parcelas experimentais.

Em cada parcela experimental, foram avaliados o peso das parcelas contendo 10 frutos. Os frutos de café permaneceram armazenados no laboratório por 76 dias, até o momento da avaliação final, que foi realizada no dia 25 de julho de 2025. Todos os processos realizados durante o experimento pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8 – Fluxograma das etapas realizadas durante o trabalho.



Fonte: o autor, 2025.

4.4 Análise estatística

Os dados de peso dos frutos foram submetidos à Análise de Variância e Teste Scott-Knott ($p > 0,05$) para comparação entre as médias através do programa Sisvar (FERREIRA *et al.*, 2003).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes aos pesos dos frutos de café tratados em laboratório para a criação da broca do cafeeiro estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Peso médio dos frutos de café revestidos e não revestidos para a manutenção para futuras criações da broca do cafeeiro.

Tratamentos	Peso inicial (g)	Peso final (g)
Frutos congelados com cera de abelha	9,26 ± 0,23 a	2,84 ± 0,80 a
Frutos congelados sem revestimento	9,36 ± 0,23 a	3,00 ± 0,80 a
Frutos congelados com parafina	9,60 ± 0,23 a	3,06 ± 0,80 a
Frutos não congelados sem revestimento	12,50 ± 0,23 b	4,17 ± 0,80 b
Frutos não congelados com parafina	12,67 ± 0,23 b	4,20 ± 0,80 b
Frutos não congelados com cera de abelha	12,83 ± 0,23 b	4,33 ± 0,80 b
CV (%)	4,76	4,91

Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ($p < 0,05$). Peso inicial refere-se à pesagem realizada no dia 10 de abril e Peso final à pesagem realizada no dia 25 de julho.

Fonte: o autor, (2025).

Com base nos resultados expostos na Tabela 1, é possível observar uma diferença estatística significativa com base no peso dos frutos de café no peso final, o que reflete diretamente na escolha de qual dos tratamentos é o mais adequado para a conservação de frutos de café para criação da broca do cafeeiro em laboratório, sendo os tratamentos em que se utilizou frutos de café não congelado.

Foi possível observar que os frutos submetidos ao congelamento, independentemente do tipo de revestimento (cera de abelha, parafina ou ausência de revestimento), apresentaram pesos iniciais médios significativamente inferiores aos frutos não congelados. Essa diferença pode ser atribuída à perda de umidade decorrente do processo de congelamento, o que influenciou diretamente na massa dos frutos ao longo do período de armazenamento.

Em relação ao peso final, nota-se que os frutos que foram submetidos a um período de congelamento também apresentaram menor peso médio em comparação aos frutos não congelados, mantendo o mesmo padrão observado no peso inicial. Essa diferença foi estatisticamente significativa, conforme indicado pelas letras distintas (a e b) obtidas através do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os frutos não congelados apresentaram maior estabilidade no peso, o que pode indicar melhores condições para a manutenção da umidade e, conseqüentemente, maior viabilidade para a criação da broca.

É importante destacar que o tipo de revestimento aplicado aos frutos (cera de abelha ou parafina) não resultou em diferenças estatísticas significativas dentro dos grupos

congelados ou não congelados, o que sugere que o fator congelamento teve maior influência na variação do peso dos frutos do que o tipo de cobertura utilizada para reduzir esses efeitos.

Com o objetivo de complementar a análise apresentada na Tabela 1 e facilitar a visualização das diferenças entre os tratamentos quanto à perda de peso dos frutos, foi elaborada a Tabela 2, que apresenta os valores percentuais de perda de peso para cada tratamento ao longo do período experimental. Essa abordagem permite uma compreensão mais objetiva dos impactos dos tratamentos sobre a conservação dos frutos de café.

Tabela 2 – Percentual de perda de peso dos frutos de café submetidos a diferentes tratamentos ao longo do período experimental com base na média dos pesos.

Tratamento	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Perdas (%)
Frutos congelados com cera de abelha	9,26	2,84	69,33
Frutos congelado com parafina	9,60	3,06	68,12
Frutos congelados sem revestimento	9,36	3,00	67,94
Frutos não congelados com parafina	12,67	4,20	66,85
Frutos não congelados sem revestimento	12,50	4,17	66,64
Frutos não congelados com cera de abelha	12,83	4,33	66,25

Fonte: o autor, (2025).

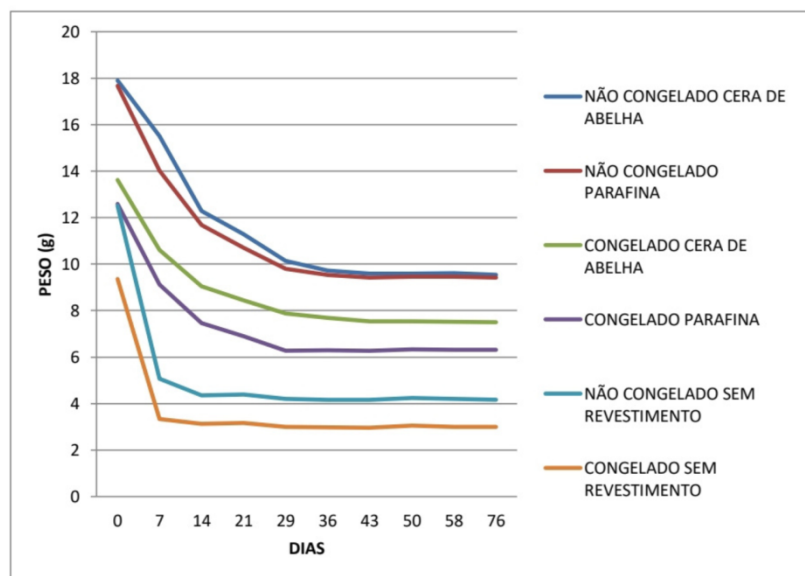
Observa-se que os frutos de café congelados, independentemente do tratamento, apresentaram as maiores perdas de peso ao final do experimento. A maior taxa de perda de peso foi observado nos frutos revestidos com cera de abelha com uma perda de 69,33%, seguido dos frutos revestidos com parafina com 68,12%, e dos frutos sem revestimento com a menor perda apresentada, sendo de 67,94%. Esses resultados evidenciam que o congelamento, mesmo quando associado ao revestimento de parafina ou cera de abelha, não foi o suficiente para evitar a perda significativa do peso dos frutos. Esse fator compromete não apenas a integridade física do material, mas também a sua atratividade e funcionalidade para o desenvolvimento da broca do cafeeiro.

Por outro lado, os frutos não congelados se mostraram mais estáveis durante o seu armazenamento, com perdas de 66,85% nos frutos revestidos com parafina, 66,64% nos frutos sem revestimento e 66,25% nos frutos revestidos com cera de abelha. Embora as diferenças numéricas entre os tratamentos nos frutos não congelados pareçam pequenas, elas ganham relevância quando se considera a viabilidade dos frutos ao longo do tempo.

Essas observações convergem para um entendimento claro em relação ao congelamento, que mesmo sendo uma prática comum para prolongar a conservação de frutos, pode não ser ideal quando o objetivo é criar a broca do cafeeiro em condições laboratoriais. A perda de peso elevada nos frutos que passaram pelo processo de congelamento compromete sua funcionalidade como hospedeiro, podendo afetar tanto o desenvolvimento quanto o comportamento da praga. Já os frutos não congelados, especialmente os revestidos com cera de abelha, preservam melhor suas características físico-químicas, mantendo-se mais adequados para estudos laboratoriais com a broca do cafeeiro.

Com o objetivo de ampliar a compreensão dos resultados obtidos, foi construído um gráfico com base nas médias de peso dos frutos registradas ao longo dos dias de avaliação (Figura 8). A representação gráfica das curvas de variação permite observar com mais clareza o comportamento de cada tratamento ao longo do tempo, evidenciando as tendências de perda de peso dos diferentes revestimentos sobre a conservação dos frutos

Figura 9 – Curvas de variação do peso médio dos frutos de café submetidos a diferentes tratamentos ao longo do período experimental.



Fonte: o autor, (2025).

De acordo com Souza *et al.* (2018), a criação eficiente da broca em laboratório depende, entre outros fatores, da qualidade fisiológica dos frutos oferecidos. Os autores destacam que frutos recém-colhidos, com boa integridade física e sem sinais de desidratação, promovem maior sucesso no ciclo biológico da praga. Essa afirmação está condizentes com os resultados do presente estudo, em que frutos não congelados apresentaram menor perda de peso e, portanto, maior potencial para sustentar o desenvolvimento do inseto.

Uma das técnicas mais eficientes para aumentar a durabilidade de frutos e minimizar as perdas pós-colheita é o armazenamento à baixa temperatura. O uso da refrigeração é utilizado para diminuir a taxa respiratória, a perda de água e retardar o amadurecimento dos frutos (PAULL, 1994). Importante destacar que esse armazenamento deve ser realizado em ambientes com temperatura e umidade controlada, o que pode ter influência direta na qualidade dessa conservação.

A refrigeração atua como um fator de redução de perdas pós-colheita, mas é importante que o controle seja rigoroso, pois danos causados pelo frio podem ocorrer. A refrigeração diminui o metabolismo dos frutos, pois uma redução de 10°C na temperatura pode reduzir o metabolismo em duas a três vezes, de acordo com Chitarra e Chitarra (2005)

No método de criação descrita por Jiménez-Gómez (1992), visando obter adultos de *H. hampei* para seleção de fungos entomopatogênicos, os insetos foram criados em frutos de café. Entretanto, o autor não explica, de forma clara, como foi criada e coletada a broca-

do-café. Nesse artigo a criação foi feita em recipientes plásticos (140 x 79 x 60 mm), contendo 200 frutos brocados/recipiente, recobertos com papel alumínio para evitar a entrada de luz. A forma de coleta não é descrita, mas presumivelmente esta foi realizada com pinça e/ou pincel, demandando mais tempo para a manutenção da criação, além de provocar maior estresse dos insetos por manipulação, podendo influenciar os resultados dos bioensaio. Essa técnica pode ser utilizada para captura da broca para futuras criações em frutos não congelados, que proporciona um maior tempo de conservação dos frutos para criação da broca do café.

Filmes biodegradáveis e revestimentos comestíveis têm usado cera de abelha para melhorar as propriedades de barreira devido às suas propriedades hidrofóbicas (Huang *et al.*, 2022). As ceras apresentam resultados promissores em retardar o amadurecimento, a respiração e o amaciamento dos frutos, reduzindo a umidade e a permeabilidade ao vapor de água, mantendo a cor, o frescor e a atividade antioxidante da casca e da polpa, ou seja, melhorando as propriedades mecânicas e as propriedades de barreira. Isso é confirmado neste experimento, onde os frutos não congelados com cera de abelha apresentaram os menores índices de perda de peso (66,25%), sugerindo maior eficácia na conservação pós-colheita e, por consequência, maior adequação para o desenvolvimento da praga em laboratório.

Essas comparações com a literatura existente confirmam que a escolha adequada do tipo de fruto e do método de conservação influenciam diretamente na eficácia dos experimentos com a broca do café. O congelamento, apesar de prático, parece ser contraproducente para esse tipo de estudo, enquanto estratégias simples como o uso de revestimentos naturais podem contribuir significativamente para a manutenção da qualidade dos frutos em laboratório.

6 CONCLUSÃO

O melhor tratamento para conservação do peso dos frutos de café para a criação da broca do cafeeiro em laboratório ao 76 ° dia de avaliação é a utilização de frutos de café que não passou por um período de congelamento.

Os frutos que foram congelados tiveram as maiores perdas de peso nos seus tratamentos em relação ao frutos que não foram congelados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. E. **Acerola (Malpighia emarginata D.C.) Fisiologia da maturação e armazenamento refrigerado sob atmosfera ambiente e modificada.** 1993. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1993.

BENAVIDES, M.; VEGA, F.E.; ROMERO-SEVERSON, J.; BUSTILLO, A.; STUART, J. **Biodiversity and biogeography of an important inbred pest of coffee, coffee berry borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae).** Annals of the Entomological Society of America, v.98, p.359-366, 2005. DOI: 10.1603/0013-8746(2005)098[0359:BABOAI]2.0.CO;2.

BLEINROTH, E. W. *et al.* **Tecnologia pós-colheita de frutas tropicais.** Campinas: ITAL, 1992. 203 p.

BRUN, L.O., C. Marcillaud, V. Gaudichon & D. Scukling. 1989. **Endosulfan resistance in Hypothenemus hampei (Coleoptera: Scolytidae) in New Caledonia.** J. Econ. Entomol. 82: 1311-1316.

BRUN, L.O., V. Gaudichon & P.J. Wigley. 1993. **An artificial diet for continuous rearing of the coffee berry borer Hypothenemus hampei (Ferrari) (Coleoptera, Scolytidae).** Insect. Sci. Appl. 14: 585-587.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783 p

FORNASIERI, J. L.; SCALON, S. P. Q. **Temperatura e atmosfera modificada na conservação pós-colheita de acerola.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: CBF, 2004. 1 CDROM.

GOETTEL M.S., J.D. Vandenberg, G.M. Duke & G.B. Schaalje. 1993. **Susceptibility to chalkbrood of alfalfa leafcutter bees, Megachile rotundata, reared on natural and artificial provisions.** J. Invertebr. Pathol. 61: 58-61.

HAJEK, A.E. & R.J. St. Leger. 1994. **Interactions between fungal pathogens and insect hosts.** Annu. Rev. Entomol. 39: 293-322

HIROSE, Edson; NEVES, Pedro M. O. J. **Técnica para criação e manutenção da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae), em laboratório.** *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 31, n. 1, p. 161–164, mar. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ne/a/PJSVpLZT7nhhZQYvPxCmq7c/?lang=pt>. Acesso em: 28 abr. 2025.

JIMÉNEZ-GÓMEZ, J. 1992. **Patogenicidad de diferentes aislamientos de Beauveria bassiana sobre la broca del café.** *Cenicafé* 43: 84-98.

MATIELLO, J.B. *et al.* **Cultura de Café no Brasil: manual de recomendações.** São Paulo: Futurama, 2016.

MENEZES, J. B. **Armazenamento refrigerado de pedúnculos do caju (*Anacardium occidentale* L.) sob atmosfera ambiental e modificada.** 1992. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.

OROZCO- HOYOS, J., 1994. **Efecto del contenido de humedad inicial del grano pergamino sobre el desarrollo de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera:Scolytidae).** In: Congreso Sociedad Colombiana de Entomologia, Medellin, Colombia, 27-29 jul., 1994. Resúmenes.

PARRA, J.R.P. 1998. **Criação de insetos para estudos com patógenos**, p. 1015-1037. In S.B. Alves (ed.), *Controle microbiano de insetos*. São Paulo, FEALQ, 1163p.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de insetos para programas de controle biológico.** 6.ed. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 2001. 134p.

PAULL, R. E. **Response of tropical horticultural commodities to insect disinfestation treatments.** *HortScience*, v. 29, n. 9, p. 988–996, 1994.

PIMENTA, C. J. **Qualidade de Café.** Lavras: UFLA, 2003

POWRIE, W. D. (1973). Characteristics of food phyto-systems and their behavior during freeze-preservation. In: FENNEMA, O. R.; POWRIE, W. D. & MARTH, E.A. (eds.). **Low-temperature preservation of food and living matter.** New York: Marcel Dekker, p.85-352.

RAMOSKA W.A. & T. Todd. 1985. **Variation in efficacy and viability of *Beauveria bassiana* in the chinch bug (Hemiptera: Lygaeidae) as a result of feeding activity on selected host plants.** Environ. Entomol. 14: 146-148

REIS, P.R. *et al.* **Café Arábica do plantio à colheita.** Lavras: U.R EPAMIG SM, 2010.

REIS, P.R. *et al.* **Café Arábica da pós-colheita ao consumo.** Lavras: U.R EPAMIG SM, 2011

RESENDE, J. V.; CARNEIRO, C. S.; CAL-VIDAL, J. Crioproteção de frutos de abacaxis submetidos a congelamento com ar estático. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 7, n. 1, p.31-45, 2004.

ROMERO, J.V.; CORTINA, H.A. **Life tables of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) on three coffee accessions.** Revista Colombiana de Entomologia, v.33, p.10-16, 2007.

Souza, M. F.; Andrade, A. P.; Carvalho, A. M. (2018). ***Avaliação da viabilidade de frutos de café para criação da broca-do-cafeeiro em laboratório.*** Revista Brasileira de Entomologia, 62(3), 245–250.

UTILIZAÇÃO DE CERA DE ABELHA EM REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS APLICADOS EM FRUTOS. Agron Food Academy. <https://agronfoodacademy.com/utilizacao-de-cera-de-abelha-em-revestimentos-comestiveis-aplicados-em-frutos/>

VEGA, F. E. *et al.* *The coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae): a short review with recent findings and future research directions.* Terr. Arthropod Rev., v. 8, n. 2, p. 129–147, 2015.

ZACARIAS, M. S.; SILVA, R. A. *Pragas do cafeeiro e seu impacto na produção.* Revista Agropecuária Atual, v. 10, n. 55, p. 21–26, 2015.