

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL E SOCIOECONOMIA
RURAL

VITÓRIA DE ANDRADE TRONCO

**QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO
TRATADAS COM EXTRATO DE CAMBUCI**

Araras
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA AGROINDUSTRIAL E SOCIOECONOMIA
RURAL

VITÓRIA DE ANDRADE TRONCO

**QUALIDADE SANITÁRIA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO
TRATADAS COM EXTRATO DE CAMBUCI**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado para a obtenção do título de
Bacharel em Agroecologia na
Universidade Federal de São Carlos.

Orientação: Prof. Dr. Victor Augusto Forti

Araras
2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus. Agradeço-lhe por ser a minha estrela guia, por me consolar e dar-me a força para continuar esta jornada. Dedico também aos meus pais e irmãos, que me acompanham e incentivam a nunca esquecer que as minhas ações, por menores que sejam, podem transformar o mundo!

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pela minha vida, pela minha saúde e por fortalecer o meu espírito diariamente a buscar a felicidade.

Gostaria de agradecer à minha família, em especial aos meus pais, meus irmãos e avós, por me ensinarem que a educação é a base de qualquer ser humano. Também agradeço todo o apoio emocional e financeiro que os meus pais nos deram (a mim e à minha irmã) para que fosse possível finalizar esta graduação.

Agradecimento ao meu orientador pela orientação acadêmica, pelo apoio nesse processo de aprendizagem, pela confiança e paciência. Gratidão pelos ensinamentos.

Agradecimento aos membros do grupo de estudo NEPAS (Núcleo de Extensão e Pesquisa em Agricultura Sustentável) que me ajudaram durante todo o desenvolvimento deste trabalho, principalmente, a Isadora, a Júlia, a Ivana e a Bianca.

Agradecimento a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica do processo nº 21/13688-7.

RESUMO

A agricultura orgânica busca a produção de alimentos saudáveis em consonância com a preservação ambiental e segurança social. Para a produção orgânica de milho, o tratamento das sementes é essencial para a manutenção da qualidade fisiológica e sanitária e para evitar a disseminação de fitopatógenos relevantes em campos de produção agrícola. O controle desses fitopatógenos a partir de extratos vegetais tem sido explorado na literatura. Em vista do potencial da atividade antifúngica dos compostos secundários produzidos pelas plantas, o cambuci (*Campomanesia phaea*) apresenta esse potencial, pois suas folhas e frutos são ricos em compostos fenólicos, compostos com propriedade antifúngica. Objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho orgânico tratadas com o extrato de cambuci. Foram preparados dois extratos vegetais de diferentes tecidos da espécie *C. phaea*, a casca do fruto e as folhas, nas seguintes concentrações: 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, e dois modos de preparo dos tecidos, seco (o tecido folha ou casca foi seco em estufa com ventilação de ar forçada) e fresco (o tecido casca ou folha não foi seco em estufa). A extração com solvente hidroalcólico dos tecidos foi colocada em rotaevaporador para obter um extrato aquoso bruto (100%) e diluído em água (para obter as concentrações 25%, 50% e 75%) a ser usado na aplicação das sementes. As sementes foram avaliadas quanto a sanidade, por meio do *blotter test*, e quanto a qualidade fisiológica, por meio dos testes de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas, massa de matéria seca de plântulas e teste frio. Cada um dos extratos aplicados foi avaliado quanto ao teor de compostos fenólicos totais. O extrato da casca seca apresentou maior porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação das sementes de milho em relação ao controle, sem, no entanto, afetar as variáveis biométricas das plântulas. O extrato das folhas frescas de cambuci, em que se observou os maiores teores de compostos fenólicos totais, reduziram o percentual de fungos do gênero *Fusarium* a partir da concentração 25%. Porém, na concentração de 50% do extrato das folhas frescas encontrou um efeito fitotóxico desse extrato sobre as sementes de milho, o que reduziu a germinação em 10,7% em relação ao controle e o comprimento da parte aérea das plântulas em 19,46% em relação ao controle. Na concentração de 75% do extrato das folhas frescas reduziu a massa seca da parte aérea das plântulas em 26,67% em relação ao controle. O extrato das folhas frescas na concentração de 25% representa uma estratégia promissora no tratamento de sementes de milho para o controle de fitopatógenos associados.

Palavras-chave: *Zea mays* L.. *Campomanesia phaea*. Extratos vegetais. Tratamento natural.

ABSTRACT

Organic agriculture aims to produce healthy food in harmony with the environment and social security. For organic maize production, seed treatments are essential to maintain physiological and sanitary quality and prevent the spread of relevant phytopathogens in agricultural production fields. The control of these phytopathogens using plant extracts has been studied in the literature. Considering the potential antifungal activity of the secondary compounds produced by plants, the Cambuci (*Campomanesia phaea*) has this potential, as its leaves and fruits are rich in phenolic compounds, compounds with antifungal properties. The aim of this study was to evaluate the health and physiological quality of organic maize seeds treated with cambuci extract. Two plant extracts were prepared from different tissues of *C. phaea* species, fruit peel and leaves, in the following concentrations: 0%, 25%, 50%, 75% and 100%, and two ways of preparing the tissues, dry (the leaf or peel tissue was dried in an oven with forced air ventilation) and fresh (the peel or leaf tissue was not dried in an oven). The hydroalcoholic solvent extraction of the tissues was placed in a rotary evaporator to obtain a crude aqueous extract (100%) and diluted in water (to obtain concentrations of 25%, 50% and 75%) to be used in the application of the seeds. The seeds were evaluated for sanity by *blotter test* and for physiological quality by germination, germination speed index (GSI), seedling length, seedling dry matter mass and cold test. Each of the extracts used was evaluated for total phenolic compound content. The dry bark extract showed a higher germination percentage and germination speed index of maize seeds compared to the control, without affecting the biometric variables of the seedlings. The extract of fresh cambuci leaves, in which the highest levels of total phenolic compounds were observed, reduced the percentage of fungi of the genus *Fusarium* from the 25% concentration onwards. However, the 50% concentration of the fresh leaf extract had a phytotoxic effect on maize seeds, reducing germination by 10.7% compared to the control and the length of the aerial part of the seedlings by 19.46% compared to the control. The 75% concentration of the fresh leaf extract reduced the dry mass of the aerial part of the seedlings by 26.67% compared to the control. The fresh leaf extract at a concentration of 25% represents a promising strategy for treating corn seeds to control associated phytopathogens.

Keywords: *Zea mays* L. *Campomanesia phaea*. Plant extracts. Natural treatment.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Porcentagem de germinação, índice de Velocidade de Germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR), em centímetros, das sementes de milho tratadas com extrato da casca seca (CS) e extrato da casca fresca (CF) de cambuci.....22
- Tabela 2** – Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), em gramas, e porcentagem de germinação de plântulas de milho no teste frio tratadas com extrato da casca seca (CS) e extrato da casca fresca (CF) de cambuci.....23
- Tabela 3** – Teste de sanidade, em porcentagem de incidência de fungos, nas sementes milho tratadas com extrato da casca seca (CS) e extrato da casca fresca (CF) de cambuci.....24
- Tabela 4** – Porcentagem de germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), comprimento de parte aérea e raiz, em centímetros, das sementes de milho tratadas com extrato da folha seca (FS) e extrato da folha fresca (FF) de cambuci.....25
- Tabela 5** – Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), em gramas, e porcentagem de germinação de plântulas de milho no teste frio tratadas com extrato da folha seca (FS) e extrato da folha fresca (FF) de cambuci.....26
- Tabela 6** – Teste de sanidade, em porcentagem de incidência de fungos, nas sementes de milho tratadas com extrato da folha seca (FS) e extrato da folha fresca (FF) de cambuci.....27
- Tabela 7** – Determinação do teor de compostos fenólicos totais, em µg de EAG (Equivalente de ácido gálico), nos extratos: de casca fresca (CF), de casca seca (CS), folha fresca (FF) e da folha seca (FS) de cambuci.....29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1. QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA	13
2.2. CULTURA DO MILHO	14
2.3. TRATAMENTO DE SEMENTES E USO DE EXTRATOS VEGETAIS	15
2.4. POTENCIAL USO DA CULTURA DO CAMBUCI	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5. CONCLUSÕES	31
6. REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

A produção orgânica tem aumentado consideravelmente no Brasil (Vogt; Alencar; Fochezatto, 2022), gerando alto retorno financeiro aos produtores, quando comparado aos sistemas convencionais de produção (Cox *et al.*, 2019). A agricultura orgânica é um modelo que incentiva o uso de recursos locais e o menor uso de insumos externos, como fertilizantes sintéticos e pesticidas, bem como reduz o impacto sobre o ambiente, pode aumentar a fertilidade do solo e favorece a conservação da biodiversidade (Xie *et al.*, 2003).

Alinhado à agricultura orgânica, visando reduzir os poluentes no ambiente, o tratamento alternativo tem sido utilizado na agricultura (Jiménez-Reyes *et al.*, 2019) em contraposição ao uso de agrotóxicos. Entre esses controles tem se o controle biológico, óleos essenciais, extratos vegetais, entre outros que substituem controles convencionais (insumos sintéticos) (Baker; Green; Loker, 2020; Jiménez-Reyes *et al.*, 2019).

O tratamento de sementes é essencial para a manutenção da qualidade de sementes, como foco especial para a deterioração provocada por fungos nas sementes armazenadas (Conceição *et al.*, 2016). Além disso, essa tecnologia é utilizada para evitar a disseminação de patógenos relevantes em campos de produção agrícola que afetam o estabelecimento de mudas no campo (Chang *et al.*, 2020). Entre as formas de tratamento de sementes tem se o convencional, por meio de inseticidas e fungicidas (Conceição *et al.*, 2016), porém, em vista dos efeitos negativos dos agrotóxicos no ambiente, o incentivo ao uso de tratamentos alternativos em sementes tem sido relatada (Carvalho *et al.*, 2024). A aplicação dos extratos vegetais na agricultura tem sido direcionada para controle de fitopatógenos, principalmente, por conta da diversidade de metabólitos secundários existentes nesses extratos (Dourado *et al.*, 2020; Carvalho *et al.*, 2022; Carvalho *et al.*, 2024).

Na literatura, existem diversas possibilidades de tratamentos alternativos de sementes a partir de metabólitos secundários de plantas, com destaque para as plantas da família Myrtaceae. O extrato aquoso de eucalipto inibiu o crescimento dos fungos *Alternaria* sp. e *Cladosporium* sp. em sementes de trigo e estimulou o crescimento da parte aérea e da raiz das plântulas (Baseggio *et al.*, 2019). O extrato alcóolico de goiabeira inibiu o recobrimento micelial por *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp. e *Cladosporium* sp, em 92,71% nas sementes de amendoim (Ferreira; Cunha; Correa, 2015).

A espécie *Campomanesia phaea* (cambuci), pertencente à família Myrtaceae, é rica em metabólitos secundários (como: (E)-cariofileno, óxido cariofileno e compostos flavonóides, tais como: alpinetina O-dideoxi-hexosídeo, 5,7-dimethoxiflavanona e alpinetina) (Lorençoni *et al.*, 2020), o que indica seu potencial no controle de fungos associados às sementes. Apesar de ainda questionada a eficácia de extratos vegetais na substituição de produtos sintéticos, há diversos relatos na literatura comprovando o seu uso para o controle de diversos patógenos, bem como bioestimulante em sistemas de produção mais sustentáveis (Godlewska; Ronga; Michalak, 2021). Diante da variedade de compostos metabólicos no cambuci e do potencial bioativo dos compostos fenólicos para o controle de fitopatógenos, justifica-se avaliar o potencial de uso de extratos vegetais.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho orgânico tratadas com extrato de cambuci em diferentes concentrações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA

As sementes quando atingem a maturidade fisiológica possuem alta qualidade fisiológica (alta capacidade germinativa, alto vigor, alto conteúdo de matéria seca e menor teor de água) (Marcos-Filho, 2015; Carvalho; Nakagawa, 2000), que cai continuamente com a deterioração das sementes (Marcos-Filho, 2015). Condições de armazenamento são determinantes para a manutenção dessa qualidade fisiológica (Govender; Aveling; Kritzinger, 2008).

Temperaturas inadequadas de armazenamento, infestações de pragas e surgimento de doenças durante o armazenamento das sementes comprometem essa qualidade e a longevidade das sementes no armazenamento (Gebregergis; Baraki; Fiseseha, 2024). Em sementes de milho armazenadas por um ano foi observado queda na qualidade fisiológica do lote, acréscimo de fungos de armazenamento nas sementes e alteração bioquímica das sementes (redução do teor de carboidratos e de proteínas), que, provavelmente, está relacionado com o uso das reservas pelos fungos (Bhattacharya; Raha, 2002).

A avaliação da qualidade sanitária de sementes é fundamental para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes, uma vez que os fitopatógenos associados as sementes podem gerar danos econômicos devido a perda de produtividade da cultura (Menten, 1995), afetar a germinação e o desenvolvimento de plântulas (Marcos-Filho, 2015), de maneira que limita as plântulas continuamente de executar funções vitais para o seu desenvolvimento (Krugner, 1995).

Outros efeitos dos patógenos nas sementes é que eles podem afetar visualmente as sementes, produzindo manchas, o que pode vir a comprometer negativamente a comercialização delas (Menten, 1995). Além disso, os fungos de armazenamento afetam as sementes de forma que estas ficam mais susceptíveis aos efeitos da deterioração, provocando o aquecimento da massa de sementes (em virtude da respiração), redução das reservas, produção de micotoxinas pelos fungos, entre outros efeitos que reduzem a qualidade das sementes (Marcos-Filho, 2015).

Sementes contaminadas com microrganismos contribuem para a disseminação e a transmissão de doenças pelo meio, visto que as sementes são ótimos mecanismos de transporte (Marcos-Filho, 2015). Exemplos de patógenos introduzidos por sementes no Brasil foram: *Peronosclerospora sorghi*, agente causador da doença míldio do sorgo, e o patógeno *Phomopsis phaseoli* que causa o cancro da haste na soja (Menten, 1995).

Os principais gêneros de fungos que acometem as sementes de milho são: *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. (Stefanello *et al.*, 2015), sendo esses dois últimos fungos de armazenamento (Popinigis, 1985). Esses fungos de armazenamento se mantêm ativos quando o acondicionamento das sementes está com teores de água e temperatura elevadas, observa-se que as sementes de milho com teores de água acima ou igual a 14% tendem a ter maior incidência desses fungos (Popinigis, 1985), enquanto teores de água inferior a 13% nas sementes de milho preserva a viabilidade das sementes no armazenamento (Catão *et al.*, 2010).

2.2. CULTURA DO MILHO

O milho é uma espécie importante para a segurança alimentar, sendo a base da alimentação de diversas comunidades humanas e de animais, sendo o principal recurso de países da Ásia, África e América Latina para suprir a necessidade alimentar dessas populações (Shiferaw *et al.*, 2011; Erenstein *et al.*, 2022). O uso do milho como fonte alimentar deve-se por seu um alimento rico em energia (Erenstein *et al.*, 2022). Os principais países exportadores dessa cultura são Estados Unidos, Brasil, Argentina, Ucrânia e Romênia (Shiferaw *et al.*, 2011; Erenstein *et al.*, 2022).

O México é centro de diversidade do milho (*Zea mays*) (Corral *et al.*, 2008), sendo que o teosinto é o ancestral selvagem que serviu para a domesticação do milho atual (Hake; Ross-Ibarra, 2015). Tem sido visto que a cultura do milho possui ampla distribuição geográfica e boa adaptabilidade. É possível cultivá-la em ambientes áridos à úmidos, bem como em clima tropical a subtropical (Corral *et al.*, 2008).

Em comunidades na Tanzânia, foi visto que o milho é a principal fonte da dieta alimentar. Observa-se, que ela é consumida em pelo menos duas refeições por dia, por mais de 70% dos agricultores (Mboya *et al.*, 2011). Isso é realidade no Brasil, uma vez que o milho está entre os principais alimentos utilizados pela população brasileira, verifica-se que a região Nordeste, é a maior consumidora de milho e seus derivados, com frequência de consumo de 25,8% (IBGE, 2020). Similarmente, no México, o milho tem sido o principal item culinário para as receitas mexicanas, sendo utilizado no preparo de farinhas, tortilhas, bebidas, entre outros pratos culinários (Suárez; Chávez; Mariscal, 2013).

Para além da alimentação humana, o milho tem sido usado como matéria prima para a produção de ração animal, identifica-se que 60% do milho é destinado para a produção de ração no mundo (Shiferaw *et al.*, 2011; Erenstein *et al.*, 2022). Tem sido visto, portanto, maior uso do milho como fonte indireta para a produção de alimentos de origem animal (Erenstein *et al.*,

2022), apesar de também utilizado para fins industriais, como para a produção de etanol no Estados Unidos (Ranum; Peña-Rosas; Garcia-Casal, 2014).

As plantas C4 possuem as enzimas fosfoenolpiruvato carboxilase (PEPcase) e Rubisco, que atuam na carboxilação, e a sua anatomia foliar é composta por mesófilo e células da bainha do feixe vascular. A relação de superfície de contato das células da bainha é menor em relação as demais plantas (C3 e Metabolismo Ácido das Crassuláceas - CAM), visto que as paredes dessas células são espessas e não possuem espaços intercelulares, o que diminuem a desidratação e a perda de CO₂. Além disso, o fato dessas plantas possuírem duas carboxilações, há maior eficiência fotossintética em elevadas temperaturas do que em plantas C3, uma vez que a primeira via de carboxilação feita pela PEPcase reage melhor a altas temperaturas do que a Rubisco (Castro; Kluge; Peres, 2005).

Entre as plantas consideradas C4, algumas delas são o milho, o sorgo, o milheto e a cana de açúcar (Leakey, 2009; Castro; Kluge; Peres, 2005), sendo que o milho é uma das culturas C4 importantes em escala de produção no mundo (Leakey, 2009). No ano de 2022, o milho foi uma das principais commodities, comparadas com outros cereais, mais produzidas nesse ano. Os maiores produtores de milho, em 2022, foram os Estados Unidos, China e Brasil respectivamente, e a média de produção mundial foi de 1,2 bilhões de toneladas, sendo que entre os países da América, os Estados Unidos e o Brasil foram os países que tiveram maior participação na produção mundial de milho, juntos representam 39% produção mundial (FAOSTAT, 2023).

2.3. TRATAMENTO DE SEMENTES E USO DE EXTRATOS VEGETAIS

O tratamento de sementes é essencial para evitar disseminação e introdução de patógenos em novas áreas, bem como tem sido utilizado para o controle de pragas e doenças na agricultura (Chang *et al.*, 2020; Moumni; Brodal; Romanazzi, 2023), além de ter sido visto, também, que a aplicação deles permite obter vantagens na fisiologia vegetal, após o tratamento das sementes.

Conforme a literatura, existem diversas formas e tipos de tratamento de sementes. As principais formas de aplicação são o tratamento industrial (TSI) e o tratamento na fazenda, que estão relacionados com eficiência na tecnologia de aplicação. Observa-se que o TSI tem mantido a integridade física das sementes por utilizar tecnologias mais eficientes em oposição ao tratamento na fazenda. Esse último, por tratar as sementes por meio de equipamentos de menor eficiência, tem contribuído no aumento de danos mecânicos e menor adesão do produto

(Reis *et al.*, 2023). O TSI tem demonstrado mais eficiência no revestimento das sementes de milho e de soja e contribuído para a produtividade de sementes de soja com alta qualidade fisiológica (Decarli *et al.*, 2019; Medeiros *et al.*, 2023; Reis *et al.*, 2023).

Os possíveis tipos de tratamentos em sementes que estão sendo aplicados na agricultura são: tratamento químico, físico, por compostos naturais e por meio de agentes biológicos (Moumni; Brodal; Romanazzi, 2023).

O tratamento químico em sementes tem sido feito por meio de fungicidas e inseticidas. A associação de fungicidas e inseticidas tem mantido a qualidade fisiológica de sementes de milho armazenadas e controlado também fungos dos gêneros *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. (Silva *et al.*, 2020). Porém, em vista dos efeitos desses controles sobre o ambiente, tem se demonstrado mais pesquisas sobre formas alternativas para o tratamento de sementes (Carvalho *et al.*, 2024). O tratamento físico, por tratamento térmico, tem sido também uma alternativa para controlar patógenos de relevância para cereais, como cevada (Bänziger *et al.*, 2022).

Outra alternativa é o uso do tratamento biológico de sementes por meio de *Trichoderma* spp., pois o uso desse microrganismo tem exibido ação equivalente aos tratamentos químicos contra fungos e tem estimulado o crescimento de trigo (Couto *et al.*, 2021). Tem sido visto que os métodos por tratamento biológico em sementes tem sido uma alternativa mais sustentável, que trazem benefícios no desempenho de culturas (Lamichhane; Corrales; Soltani, 2022).

Assim como nos métodos por tratamento biológico, entender como os extratos vegetais interagem na fisiologia das plantas é importante, pois pode haver efeito fitotóxico sobre as sementes (Silva Flávio *et al.*, 2014). Apesar dessa possibilidade, o tratamento por meio de extratos vegetais, por conta da riqueza de metabólitos secundários das espécies vegetais (principalmente compostos fenólicos e terpenos), tem se mostrado eficaz para o controle de fitopatógenos, com ação fungicida, inseticida, herbicida e ação bioestimulante (Carvalho *et al.*, 2024). O extrato das folhas e da casca do salgueiro (*Salix babylonica*) contribuíram para que as sementes de milho germinassem melhor sob condição de estresse salino e apresentassem acréscimo de crescimento inicial após o tratamento com esses extratos. O efeito bioestimulante desses extratos estaria relacionado com o alto teor de compostos bioativos, como salicilatos e compostos fenólicos (Mutlu-Durak; Kutman, 2021).

Além disso, um fator a destacar sobre a extração dos compostos bioativos das plantas para a obtenção dos extratos vegetais, é que o tipo de solvente utilizado para a obtenção dos extratos vegetais pode impactar na fisiologia das sementes tratadas, ao mesmo tempo em que pode interferir na quantidade de compostos extraídos. No estudo de Erasto, Madege e Kilasi

(2022), foi visto desempenho melhor na emergência e nos tratamentos de sementes de milho com extratos produzidos usando solvente com água do que com etanol, relação possível com a não evaporação total de etanol nas sementes. Por outro lado, o uso de solvente orgânicos, como etanol, tem extraído maior quantidade de compostos bioativos, entre eles compostos fenólicos (Mazahir *et al.*, 2022).

Em se tratando de países que possuem participação relevante no incentivo ao uso e estudo sobre extratos vegetais, o Brasil está entre os países com maior participação de publicações sobre o uso dos extratos vegetais para a agricultura, enfatizando o potencial uso desses tratamentos alternativos na agricultura familiar do país e por serem produtos mais baratos e sustentáveis (Carvalho *et al.*, 2022).

2.4. POTENCIAL USO DA CULTURA DO CAMBUCCI

O Brasil possui uma riqueza de frutíferas nativas, com importância nutricional, econômica e social (Farias; Sanches; Petrus, 2024), que são ricas em compostos bioativos que trazem benefícios à saúde (Gonçalves; Lajolo; Genovese, 2010), como vitamina C, flavonoides e ácido elágico (Genovese *et al.*, 2008). Dentre os frutos nativos da Mata Atlântica, tem-se o cambuci (*Campomanesia phaea*), pertencente à família Myrtaceae, com distribuição geográfica nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (Flora e Funga do Brasil, 2024). A família Myrtaceae é uma das mais representativas em distribuição de espécies da Mata Atlântica (Lucas; Bünger, 2015). Frutas dessa família apresentam compostos bioativos, como flavonoides, que tem ação importante na saúde humana (Veiga Correia *et al.*, 2022).

A fragmentação do domínio Mata Atlântica, que está vulnerável devido às mudanças climáticas e à conversão do seu ecossistema por atividades agrícolas e urbanas, tem afetado os serviços ecossistêmicos (como segurança hídrica e segurança alimentar) (Scarano; Ceotto, 2015). Observa-se que a riqueza e a composição da família Myrtaceae no domínio Mata Atlântica têm sido influenciadas por fatores geoclimáticos (Wagner; Bogoni; Fiaschi, 2022). Diante dessa vulnerabilidade do domínio Mata Atlântica, o cambuci também sofre a redução na população.

Tem sido visto estudos fitoquímicos do gênero de plantas *Campomanesia*, enfatizando a rica composição química desse gênero, com ênfase para os compostos fenólicos e a vasta aplicação promissora nas indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia (Silva; Kempka, 2023; Duarte *et al.*, 2020). Os extratos das folhas, de frutos e de sementes de *Campomanesia xanthocarpa* tem ação antimicrobiana, antioxidante, entre outras propriedades, relacionado com

o alto teor de compostos fenólicos nesses tecidos (Raphaelli *et al.*, 2021). Em outro estudo, foi visto que os extratos vegetais da casca de *Campomanesia guazumifolia* e *Campomanesia sessiliflora* também são ricos em compostos fenólicos e tem ação antibacteriana e antifúngica (Castro *et al.*, 2023). Observa-se que o tipo de tecido utilizado no preparo dos extratos vegetais influencia nas atividades biológicas.

Estudos sobre as propriedades químicas dos frutos do cambuci também têm ganhado destaque nos últimos anos, bem como a importância dos compostos bioativos dessa espécie para a saúde e para a nutrição humana (Moreno *et al.*, 2024). O fruto do cambuci, rico em vitamina C e compostos fenólicos, possui cor de casca variando de verde a verde-amarelado acinzentado (Tokairin *et al.*, 2018). Observa-se que os extratos etanólicos e óleos essenciais das folhas de cambuci são ricos em compostos fenólicos e têm demonstrado que os seus compostos bioativos têm propriedades antioxidantes e antiinflamatórias (Lorençoni *et al.*, 2020). Os frutos do cambuci têm sido usados para o controle de microrganismos, foi visto que os purês dos frutos cambuci apresentaram alto teor de compostos fenólicos totais, alta atividade antioxidante e controlaram bactérias gram-positivas (Stafussa *et al.*, 2021).

Devido ao alto rendimento de polpa e elevada acidez, o processamento desse fruto tem sido realizado (Tokairin *et al.*, 2018; Vallilo *et al.*, 2005), principalmente, para a produção de geleias (Dias *et al.*, 2018). O consumo *in natura* do cambuci é menos frequente, uma vez que são frutos ácidos que dificultam o consumo (Vallilo *et al.*, 2005).

Observa-se que esses frutos se caracterizam como não climatéricos. Recomenda-se a colheita antecipada, uma vez que o tempo de pós-colheita pode ser aumentado em dois dias quando os frutos são colhidos diretamente da planta. Além disso, recomenda-se a colheita antecipada pelo fruto possuir mais firmeza, o que beneficia o transporte, reduzindo os danos mecânicos (Tokairin *et al.*, 2023), esse fruto assim que colhido já inicia a fermentação, o que demonstra que é um fruto que é facilmente perecível (Spricigo *et al.*, 2021).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, no período de maio a outubro de 2022. As sementes de milho da variedade IAC Airan foram obtidas no Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e os frutos de cambuci foram obtidos na região do Vale do Paraíba, no município de Natividade da Serra, SP (23 ° 31'27" S, 45 ° 27'12" W, 720 metros).

O experimento foi um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, sendo 2 tipos de modo de preparo (fresco e seco) e 5 concentrações (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Para realização do experimento foram utilizados dois lotes de sementes de milho, nas sementes do primeiro lote foram aplicados os extratos provenientes de casca e o segundo lote de sementes de milho com os extratos das folhas. Todos os extratos foram testados de tecidos frescos e secos, nas concentrações de 25%, 50%, 75% e 100%, acrescidos de um tratamento testemunha (0%), sem a aplicação de extrato.

Para o preparo do extrato seco obtido a partir de um material seco, foram utilizadas 18 g de casca dos frutos ou folhas de cambuci. Posteriormente, o tecido vegetal selecionado ficou mantido em estufa com ventilação forçada de ar por 72 horas a 60 °C para obter um material seco. Após isso, as amostras foram moídas obtendo-se um material em pó com auxílio de um pistilo e um almofariz, o qual foi armazenado em um recipiente lacrado em temperatura ambiente, até a etapa de extração. Para a extração, adicionou-se ao material 1667 mL de solvente hidroalcolólico (70% de álcool) em um recipiente de vidro, que foi revestido com papel alumínio. Esse recipiente com a mistura (pó e solvente) foi mantido em repouso para extração por um período de 24 horas. Para o extrato de folhas secas, utilizou-se apenas o limbo foliar, excluindo-se as nervuras centrais.

Quanto ao preparo do extrato fresco, este foi obtido com 18 g do tecido vegetal fresco, tanto para casca quanto para folhas (apenas o limbo foliar), os quais foram macerados com o auxílio de pistilo e almofariz. Após isso, esse material foi colocado para extração em 1667 mL de solvente hidroalcolólico (70% de álcool). O recipiente foi envolvido em papel alumínio e mantido em repouso para extração por um período de 24 horas.

Feito isso, a solução de todos os extratos foi filtrada utilizando-se papel filtro, funil e recipiente para a coleta do material filtrado. Após essa etapa, o extrato foi colocado em rotaevaporador sob baixa pressão (-550 mmHg) com rotação de 70 rpm por 40 minutos a temperatura de 60 °C para extrair o solvente alcoólico utilizado. Por conta do volume de extrato, a rotaevaporação foi realizada em três bateladas para cada extrato.

Após a evaporação, juntou-se os volumes adquiridos de cada batelada, homogeneizando o extrato bruto. Este foi, posteriormente, diluído em água para a obtenção de cada um dos tratamentos de concentração a serem testados. Posteriormente, parte dos extratos obtidos foram congelados a -10 °C em freezer e, à medida que ocorria a instalação dos testes, uma parte era descongelada para a aplicação nas sementes.

Para a aplicação dos extratos nas sementes de milho, seguiu-se a relação de calda de 10 mL de extrato para 200 sementes de milho. A aplicação consistiu em colocar as sementes em um saco plástico com o extrato e misturá-los até obter uma aplicação uniforme. Feito o tratamento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, onde foram feitas 4 repetições de 50 sementes para cada tratamento em rolo de papel umedecidas com água na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco e, depois, os rolos foram armazenados à temperatura de 25°C em câmara de germinação do tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) (Brasil, 2009a). A contagem foi feita ao quarto dia e ao sétimo dia após a semeadura. Também foi feito a avaliação da velocidade de germinação que foi a partir da ocorrência diária de plântulas normais para cada um dos tratamentos analisados, determinando-se posteriormente o IVG (Maguire, 1962).

Para o comprimento de plântulas e massa de matéria seca de plântulas foram realizadas 4 repetições de 20 sementes em rolos de papel compostos de três folhas, umedecidas com água na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco e, depois, os rolos foram armazenados sob temperatura de 25°C em câmara de germinação do tipo B.O.D. (Nakagawa, 1999). As avaliações foram efetuadas no sétimo dia após a semeadura e os resultados foram expressos em centímetros. Para a massa de matéria seca, separou-se a parte aérea e raiz em sacos de papel e mantendo o material em estufa com ventilação forçada por 96 horas a 65°C. Após a secagem do material, foi feita a pesagem com auxílio de uma balança analítica com precisão de 0,0001 (medida em gramas) de cada tratamento separando a parte da raiz e aérea.

Para a metodologia do teste de frio, foram realizadas 4 repetições de 50 sementes em rolo de papel com terra. O papel foi umedecido com água na proporção de 2,5 vezes a massa seca do papel. A quantidade de terra utilizada para a cobertura das sementes foi de 100mL. Após isso, os rolos de papel foram armazenados em geladeira à 10° C por 7 dias. Depois desse tempo, foram colocados em câmara de germinação do tipo BOD por 7 dias a 25° C. A avaliação foi realizada após 14 dias da instalação e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (Cicero; Vieira, 2020).

Para o teste de sanidade (*blotter test*), foram realizadas 4 repetições de 40 sementes para cada tratamento. As sementes foram semeadas sobre três camadas de papel filtro umedecido

com água destilada em placa de Petri. Após isso, as placas foram mantidas a temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$, sob luz fluorescente branca em câmara com fotoperíodo de 12 horas pelo período de 7 dias (Brasil, 2009b).

Após a obtenção dos dados, estes foram analisados isoladamente, para cada lote, para os tratamentos de casca e folha de cambuci, por meio da Análise de Variância (ANOVA) e, se quando verificado efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foi aplicado a regressão para montagem das figuras.

Para a quantificação dos compostos fenólicos totais foi elaborada uma curva de calibração com padrões de ácido gálico para a interpolação da absorbância no espectrofotômetro. Para leitura em espectrofotômetro considerou-se 700nm. Posteriormente, anotou-se os valores de absorbância obtidos em espectrofotômetro para os extratos, utilizando a equação obtida na curva padrão para encontrar os valores finais de compostos fenólicos totais. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g.mL}^{-1}$ do equivalente ao ácido gálico, seguindo a metodologia proposta por Silveira *et al.* (2018), com adaptações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes tratadas com os extratos de casca fresca de cambuci, observou-se que a germinação e o comprimento da raiz não apresentaram diferença significativa entre as concentrações. Para o extrato de casca seca, nota-se que a porcentagem de germinação foi maior nas concentrações 25%, 50% e 100% em relação ao controle (Tabela 1). É possível notar que os extratos de casca não afetaram negativamente as sementes tratadas para porcentagem de germinação, IVG, comprimento de parte aérea e raiz.

Tabela 1 - Porcentagem de germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR), em centímetros, das sementes de milho tratadas com extrato da casca seca (CS) e extrato da casca fresca (CF) de cambuci.

Trat.	Germinação (%)		IVG		CPA (cm)		CR (cm)	
	CS	CF	CS	CF	CS	CF	CS	CF
0%	80,50Bb	88,90Aa	9,81Ab	10,62Aab	7,97Aa	6,78Bab	21,15Aa	19,01Aa
25%	89,00Aa	86,50Aa	11,29Aa	10,30Bb	7,17Aa	7,53Aab	20,12Aa	18,92Aa
50%	91,50Aa	91,45Aa	11,69Aa	11,58Aa	7,23Aa	6,44Ab	21,95Aa	19,27Ba
75%	85,00Aab	87,00Aa	11,41Aa	10,44Bab	7,39Aa	7,73Aa	22,46Aa	19,39Ba
100%	91,50Aa	90,98Aa	11,69Aa	11,49Aab	7,23Aa	7,25Aab	21,95Aa	21,92Aa
CV (%)	3,73		5,52		7,76		8,17	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas, para cada teste, e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Trat.: tratamentos, CV (%): coeficiente de variação.

Não houve efeito negativo dos extratos de casca seca e fresca sobre o comprimento da raiz, porém, houve diferença significativa entre os extratos nas concentrações 50% e 75% (Tabela 1). Essa diferença revela que o extrato da casca seca obteve melhor desempenho que o de casca fresca. Em estudo analisando outras espécies vegetais, o extrato etanólico de casca de *Campomanesia sessiliflora* mostrou potencial de redução do crescimento radicular da espécie *Allium cepa* (Silva *et al.*, 2022), o que diverge dos resultados do presente trabalho.

Em relação à massa de matéria seca de ambas as partes (parte aérea e raiz), também não se observou mudança expressiva comparada ao controle no extrato da casca seca e fresca, uma

vez que os valores foram próximos entre si (Tabela 2). Conforme Khan *et al.* (2017), um dos indicadores de bioestímulo é o aumento da massa de matéria fresca e seca, além da manutenção do vigor. Esse aumento de massa está relacionado com a interação de hormônios, entre outros fatores que beneficiam a fisiologia da planta.

Tabela 2 - Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), em gramas, e porcentagem de germinação de plântulas de milho no teste frio tratadas com extrato da casca seca (CS) e extrato da casca fresca (CF) de cambuci.

Trat.	MSPA (g)		MSR (g)		Frio (%)	
	CS	CF	CS	CF	CS	CF
0%	0,030Aa	0,030Aa	0,050Aa	0,055Aa	73,5Aa	74,5Aa
25%	0,028Aa	0,028Aa	0,050Aa	0,053Aa	80,5Aa	73,5Aa
50%	0,030Aa	0,020Ba	0,055Aa	0,060Aa	79,5Aa	78,5Aa
75%	0,038Aa	0,028Ba	0,053Aa	0,053Aa	77,0Aa	73,5Aa
100%	0,030Aa	0,030Aa	0,053Aa	0,050Aa	84,0Aa	82,5Aa
CV (%)	20,88		30,62		6,78	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas, para cada teste, e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Trat.: tratamentos, CV (%): coeficiente de variação.

De maneira semelhante aos demais testes, não foi verificado efeito dos extratos vegetais testados sobre o resultado do teste de frio (Tabela 2). Nota-se, portanto, que de maneira geral, os extratos da casca não interferiram na fisiologia das sementes de milho.

Quanto ao teste de sanidade para o extrato da casca seca, houve redução de 55,6% na ocorrência de *Fusarium* sp. na concentração 25% em relação ao controle. Por outro lado, as concentrações dos extratos frescos da casca aplicados nas sementes de milho não apresentaram efeito sanitário em relação ao controle para *Fusarium* sp. (Tabela 3). A concentração de 75% no extrato da casca fresca e da casca seca não reduziram, respectivamente, a presença do fungo *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp., e nas demais concentrações dos extratos da casca fresca e seca não foram observados a incidência destes fungos. Apesar disso, a eficácia de produtos obtidos de plantas da família Myrtaceae no controle de fitopatógenos tem sido relatada na literatura (Duarte *et al.*, 2023).

Tabela 3 - Teste de sanidade, em porcentagem de incidência de fungos, nas sementes milho tratadas com extrato da casca seca (CS) e extrato da casca fresca (CF) de cambuci.

Trat.	Sanidade							
	<i>Fusarium</i> sp.		<i>Penicillium</i> sp.		<i>Aspergillus</i> sp.		<i>Acremonium</i> sp.	
	CS	CF	CS	CF	CS	CF	CS	CF
0%	22,50Aa	23,75Aa	1,25Aa	1,25Aab	0,63Aab	0Aa	0Aa	0Aa
25%	10,00Bb	20,63Aa	0,63Aa	0,00Ab	0Ab	0Aa	0Aa	0Aa
50%	12,50Bab	26,88Aa	0,63Aa	0,00Ab	0Ab	0Aa	0Aa	0Aa
75%	13,13Aab	18,13Aa	0,00Ba	2,50Aa	1,25Aa	0Aa	0Aa	0Aa
100%	17,50Aab	23,13Aa	0,00Aa	0,00Ab	0Ab	0Aa	1,25Aa	0Aa
CV (%)	29,39		91,20		72,30		85,52	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas, para cada teste, e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Trat.: tratamentos, CV (%): coeficiente de variação.

Quanto aos resultados do extrato de folha (Tabela 4 e Figura 1), verificou-se que não houve variação na germinação entre ambos os tipos de extratos. Em relação ao IVG verificou-se redução quando as sementes eram tratadas com o extrato de folha fresca, em comparação ao controle, a partir da concentração de 50%. O comprimento da parte aérea também foi reduzida, em relação ao controle, a partir da concentração de 50% para o extrato das folhas secas e frescas. Observou-se que ambos os extratos (seco e fresco) comprometeram o comprimento radicular na concentração 100% em relação ao controle (Tabela 4). Na literatura, verifica-se que o gênero *Campomanesia*, especificamente referente ao extrato etanólico das sementes da espécie *Campomanesia lineatifolia*, afetou a fisiologia da semente de *Taraxacum officinale* ao passo que comprometeu a germinação, o IVG e a capacidade fotossintética, relacionado possivelmente com os compostos metabólitos desse extrato (Cabeza-Cepeda; Balaguera-López; Vega, 2021).

Tabela 4 - Porcentagem de germinação, Índice de Velocidade de Germinação (IVG), comprimento de parte aérea e raiz, em centímetros, das sementes de milho tratadas com extrato da folha seca (FS) e extrato da folha fresca (FF) de cambuci.

Trat.	Germinação (%)		IVG		CPA (cm)		CR (cm)	
	FS	FF	FS	FF	FS	FF	FS	FF
0%	88,00Aa	93,50Aa	13,40Aa	14,70Aa	12,25Aa	12,85Aa	21,50Aa	22,07Aa
25%	88,00Aa	87,47Aab	12,85Aa	13,51Aab	11,00Aab	12,00Aab	21,80Aa	22,19Aa
50%	88,00Aa	83,50Ab	12,47Aa	12,00Ab	9,76Abc	10,35Abc	19,64Aa	20,07Aab
75%	89,50Aa	85,00Aab	13,21Aa	12,50Ab	9,72Abc	10,03Ac	19,02Aa	19,64Aab
100%	87,00Aa	85,50Aab	12,27Aa	12,31Ab	8,49Ac	9,11Ac	14,63Bb	17,40Ab
CV (%)	5,48		8,21		7,92		9,35	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas, para cada teste, e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Trat.: tratamentos, CV (%): coeficiente de variação.

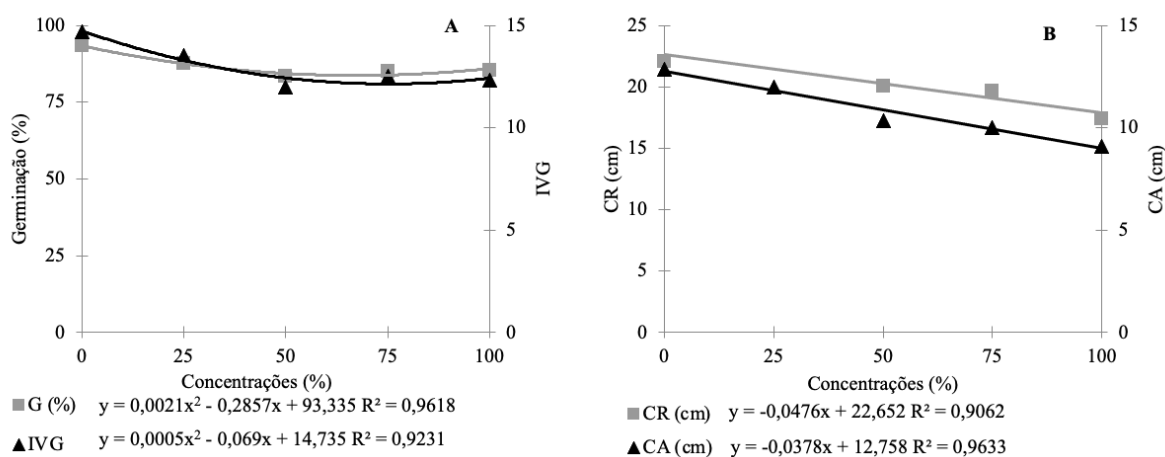


Figura 1 - Porcentagem de sementes germinadas e IVG (A), comprimento de parte aérea (CA) e raiz (CR) (B) nas sementes de milho tratadas com extrato da folha fresca (FF) de cambuci.

A redução no comprimento radicular das sementes (Tabela 4), que foram tratadas com os extratos da folha fresca e seca na concentração 100% em relação ao controle, pode estar relacionada a um possível efeito inibitório dos compostos fenólicos das folhas sobre a planta, uma vez que, segundo Cantanhede Filho *et al.* (2017), os compostos fenólicos, em especial os flavonóides, podem promover a redução no crescimento de plântulas.

Além disso, observou-se que a ocorrência da redução do comprimento da raiz e da parte aérea das plântulas de milho pode estar relacionada com o fato de que a família Myrtaceae apresenta também potencial fitotóxico. Isso foi relatado no estudo de Imatomi *et al.* (2015), onde foi verificado que algumas espécies dessa família afetaram o crescimento radicular, além de causarem danos radiculares. Diante disso, se faz necessários mais estudos para identificar o potencial do uso das folhas como alternativa aos herbicidas.

Quanto à massa de matéria seca da raiz, não houve mudança significativa em relação ao controle (para o extrato folha seca e fresca). No entanto, na massa de matéria seca da parte aérea nas concentrações de 75% e de 100% houve redução significativa em relação ao controle (Tabela 5). Além disso, verifica-se que as sementes quando tratadas com os extratos das folhas frescas a partir das concentrações de 25% tiveram melhor desempenho no teste frio quando comparadas com as folhas secas.

Tabela 5 - Massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), em gramas, e porcentagem de germinação de plântulas de milho no teste frio tratadas com extrato da folha seca (FS) e extrato da folha fresca (FF) de cambuci.

Trat.	MSPA (g)		MSR (g)		Frio (%)	
	FS	FF	FS	FF	FS	FF
0%	0,043Aa	0,045Aa	0,033Aa	0,030Aa	71,11Aa	68,00Ab
25%	0,038Aab	0,043Aa	0,028Aa	0,030Aa	68,00Ba	77,00Aab
50%	0,035Aab	0,040Aab	0,033Aa	0,030Aa	62,5Ba	83,43Aa
75%	0,033Ab	0,033Ab	0,033Aa	0,030Aa	67,5Ba	79,00Aab
100%	0,033Ab	0,033Ab	0,025Aa	0,030Aa	66,0Ba	80,50Aa
CV (%)	12,41		14,91		7,89	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas, para cada teste, e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Trat.: tratamentos, CV (%): coeficiente de variação.

Observou-se que para o teste de sanidade, as sementes tratadas com os extratos seco e fresco das folhas, tiveram queda na ocorrência do fungo *Fusarium* sp. a partir da concentração de 75% para o extrato de folha seca (redução de 53,96%) e a partir de 25% no extrato da folha fresca (redução de 42,17%), em relação ao controle (Tabela 6 e Figura 2). Estes achados

colaboram com Duarte *et al.* (2023), que verificaram que a eficácia antimicrobiana de extratos de plantas da família Myrtaceae em fungos fitopatogênicos de *Thielaviopsis ethacetica* varia em função de sua concentração.

Tabela 6 - Teste de sanidade, em porcentagem de incidência de fungos, nas sementes de milho tratadas com extrato da folha seca (FS) e extrato da folha fresca (FF) de cambuci.

Trat.	Sanidade					
	<i>Fusarium</i> sp.		<i>Penicillium</i> sp.		<i>Aspergillus</i> sp.	
	FS	FF	FS	FF	FS	FF
0%	39,38Bab	51,88Aa	9,38Aa	6,88Ab	0,63Aa	3,13Aab
25%	53,13Aa	30,00Bb	6,25Ba	16,88Ab	0,00Aa	2,50Aab
50%	27,50Abc	26,88Ab	11,25Aa	13,75Ab	1,88Aa	1,88Ab
75%	18,13Ac	19,38Ab	15,63Aa	31,88Aa	1,25Ba	7,50Aa
100%	20,63Ac	26,25Ab	6,25Aa	10,63Ab	1,88Aa	3,13Aab
CV (%)	22,69		52,09		98,41	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas, para cada teste, e minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Trat.: tratamentos, CV (%): coeficiente de variação.

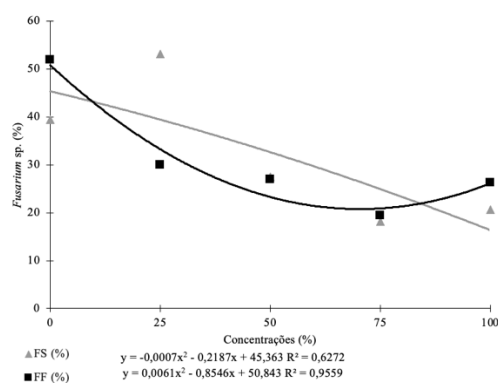


Figura 2 - Ocorrência de fungos *Fusarium* sp. nas sementes milho tratadas com extrato da folha seca (FS) e extrato da folha fresca (FF) de cambuci.

Identificou-se, portanto, que o extrato das folhas frescas de cambuci na concentração 25% pode ser uma alternativa de controle de *Fusarium* sp., uma vez que a fisiologia das

sementes tratadas não foi impactada negativamente pelo extrato e ainda assim conseguiu reduzir o percentual desse fungo na semente (Figura 2).

Uma possível razão desses extratos apresentarem boas respostas no controle de fungos, principalmente para o gênero *Fusarium* sp., pode estar relacionada com a presença de grupos específicos de compostos fenólicos. No estudo de Lorençoni *et al.* (2020), foi verificado altos teores de óxido de cariofileno e do flavonoide alpinetina em folhas de cambuci. Observa-se que o óxido de cariofileno atua como antifúngico (Rahman; Hossain; Kang, 2010). Logo, esse composto pode ter influenciado na inibição dos fungos nas sementes de milho. Sendo assim, é preciso mais estudos para verificar possível efeito desses compostos sobre fungos vinculados às sementes.

Determinação do teor dos compostos fenólicos totais nos extratos:

Sobre a quantificação dos compostos fenólicos totais, foi elaborada a curva de calibração com padrões de ácido gálico para a interpolação da absorbância no espectrofotômetro (Figura 3). Posteriormente, determinou-se o teor dos compostos fenólicos nas respectivas concentrações em cada extrato (origem folha e casca) (Tabela 7).

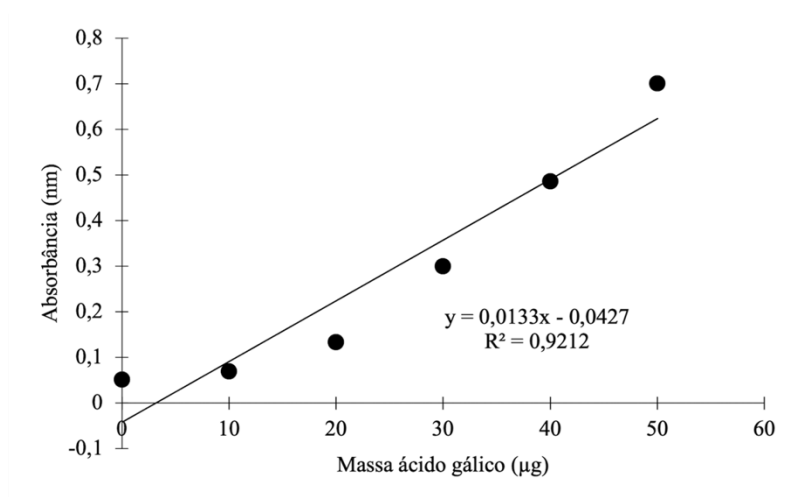


Figura 3 - Curva de calibração com padrões de ácido gálico.

Tabela 7 - Determinação do teor de compostos fenólicos totais, em μg de EAG (Equivalente de ácido gálico), nos extratos: de casca fresca (CF), de casca seca (CS), folha fresca (FF) e da folha seca (FS) de cambuci.

Concentrações	CS	CF	FS	FF
	----- μg de EAG -----			
25%	20,003	18,223	38,493	70,779
50%	40,005	36,446	109,694	203,529
75%	60,008	54,669	164,541	305,293
100%	80,010	72,892	219,388	407,058

Foi observado que as folhas apresentaram maior teor de compostos fenólicos que na casca. No trabalho de Saludes-Zanfaño, Vivar-Quintana e Morales-Corts (2022) identificaram que o teor de compostos fenólicos foi maior nas folhas de Pistache do que na raiz. Logo, conclui-se que a depender do tecido, o teor de compostos fenólicos se altera. Além disso, nesse mesmo trabalho os autores observaram que os extratos das folhas de pistache interferem no potencial fisiológico das plantas daninhas (germinação, comprimento e IVG). Isso estava relacionado ao efeito alelopático das folhas devido à presença maior de fenólicos, tais como: quercetina e ácido gálico.

A quercetina e ácido gálico são substâncias que comprometem os processos metabólicos. Segundo Gonçalves, Lajolo e Genovese (2010), o fruto cambuci apresenta altas concentrações de quercetina que inibe a enzima alfa-amilase, enquanto o ácido gálico inibe o desenvolvimento radicular (Rudrappa *et al.*, 2007). Essas substâncias foram também observadas nas folhas de cambuci por Lorençoni *et al.* (2020). Por consequência, esses altos teores de compostos fenólicos nas folhas, podem estar relacionados com essas substâncias e podem ter impactado na fisiologia das sementes de milho deste estudo.

Também se nota relação dessa maior quantidade de compostos fenólicos nas folhas com a redução do comprimento da raiz, visto que os extratos das folhas frescas impactaram muito mais no vigor das sementes de milho tratadas do que as sementes tratadas com os extratos das folhas secas. Isso é indicativo da ação do ácido gálico na inibição do sistema radicular, sendo assim, um indicativo do potencial fitotóxico. Os compostos fenólicos nas folhas frescas (nas concentrações 25%) proporcionaram redução do percentual dos fungos do gênero *Fusarium* nas sementes. Enquanto, nas sementes tratadas com os extratos das folhas secas na concentração

25% não houve redução desse fungo, uma vez que esse último extrato apresentou menor teor de compostos fenólicos totais do que as folhas frescas (Figura 4). São necessários mais estudos para identificar quais são os compostos químicos que agem nessa inibição.

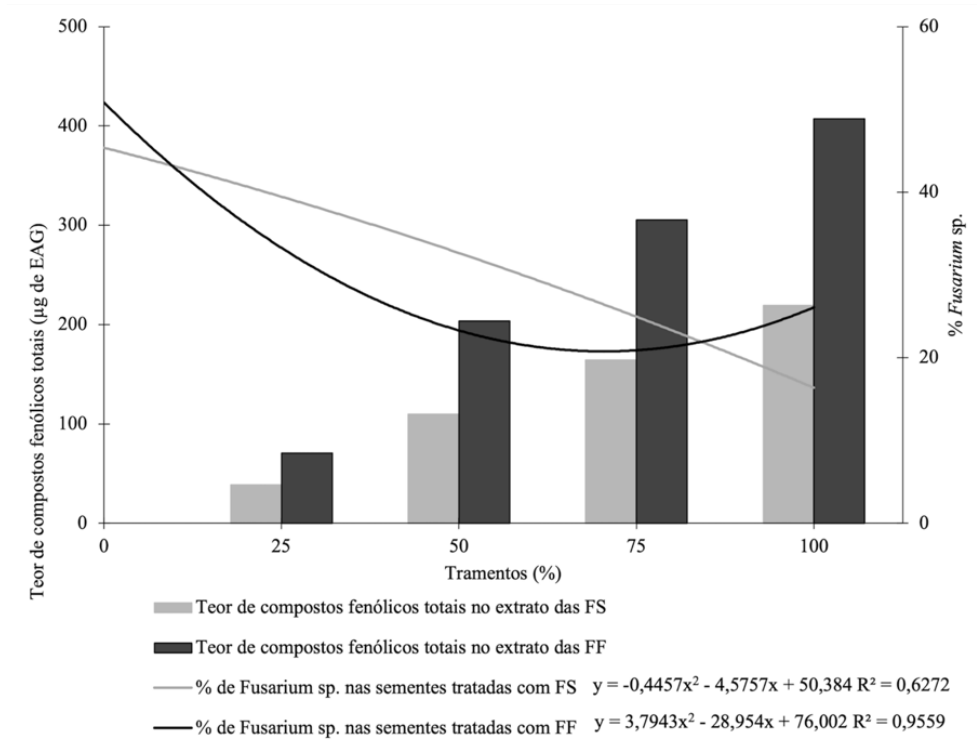


Figura 4 - Teor de compostos fenólicos totais, em µg de EAG, nos extratos da folha fresca (FF) e da folha seca (FS) de cambuci e incidência de fungos do gênero *Fusarium* nas sementes de milho tratadas com esses extratos.

Além disso, a diferença do teor de fenólicos totais na casca (fresca e seca) e nas folhas (secas e frescas), pode estar relacionado com o modo de preparo dos extratos. No trabalho de Pinto *et al.* (2022), foi visto que o modo de preparo pode interferir na disponibilidade dos compostos, estes podem ser reduzidos (por conta da degradação térmica e estresse oxidativo) ou terem os seus teores acrescidos. Diante disso, essa diferença, principalmente vista nas folhas, entre teores de compostos fenólicos nas folhas seca e fresca, pode estar relacionado com o dano provocado pelo estresse térmico durante o preparo do extrato.

5. CONCLUSÕES

As folhas de cambuci apresentaram maior teor de compostos fenólicos do que a casca, com ênfase para os extratos das folhas frescas. As sementes tratadas com extrato das folhas frescas tiveram menor incidência de fungos do gênero *Fusarium* a partir da concentração de 25% em relação ao controle e verificou um efeito fitotóxico nas sementes tratadas com os extratos das folhas frescas de cambuci a partir da concentração de 50% em relação ao controle.

O extrato obtido a partir da casca seca do cambuci na concentração de 25% diminuiu a incidência de *Fusarium* sp. e aumentou o potencial e velocidade de germinação de sementes do milho, sem, no entanto, afetar o comprimento e a massa de matéria seca da parte aérea e da raiz das plântulas de milho em relação ao controle.

6. REFERÊNCIAS

BAKER, B. P.; GREEN, T. A.; LOKER, A. J. Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. **Biological Control**, [s. l], v. 140, 104095, 2020. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2019.104095

BÄNZIGER, I.; KÄGI, A.; VOGELGSANG, S.; KLAUS, S.; HEBEISEN, T.; BÜTTNER-MAINIK, A.; SULLAM, K. E. Comparison of thermal seed treatments to control snow mold in wheat and loose smut of barley. **Frontiers in Agronomy**, [s. l], v. 3, 775243, 2022. DOI: 10.3389/fagro.2021.775243

BASEGGIO, E. R.; REIK, G. G.; PIOVESAN, B.; MILANESI, P. M. Atividade antifúngica de extratos vegetais no controle de patógenos e tratamento de sementes de trigo. **Revista Científica Rural**, [s. l], v. 21, n. 1, 2019.

BHATTACHARYA, K.; RAHA, S. Deteriorative changes of maize, groundnut and soybean seeds by fungi in storage. **Mycopathologia**, [s. l], v. 155, n. 3, p. 135-141, 2002. DOI: 10.1023/A:1020475411125

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009a. 399p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009b. 200 p.

CABEZA-CEPEDA, H. A.; BALAGUERA-LÓPEZ, H. E.; VEGA, D. S. U. Alelopatía del extracto de *Campomanesia lineatifolia* sobre *Taraxacum officinale*. **Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, [s. l], v. 22, n. 3, 2021. DOI: 10.21930/rcta.vol22_num3_art:2010

CANTANHEDE FILHO, A. J.; SANTOS, L. S.; GUILHON, G. M. S. P.; ZOGHBI, M. G. B.; PORTS, P. S.; RODRIGUES, I. C. S. Triterpenoides, fenólicos e efeito fitotóxico das folhas de *Eugenia flavescens* DC (Myrtaceae). **Química Nova**, [s. l], v. 40, n. 3, p. 252-259, 2017. DOI: 10.21577/0100-4042.20160190

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

CARVALHO, R. S.; da SILVA, M. A.; BORGES, M. T. M. R.; FORTI, V. A. Plant extracts in agriculture and their applications in the treatment of seeds. **Ciência Rural**, v. 52, n. 5, 2022. DOI: 10.1590/0103-8478cr20210245

CARVALHO, R. S.; da SILVA, M. A.; BORGES, M. T. M. R.; FORTI, V. A. Compounds identified in plant extracts applied to agriculture and seed treatment. **Ciência Rural**, v. 54, n. 1, 2024. DOI: 10.1590/0103-8478cr20220424

CASTRO, T. L. A.; dos SANTOS, J. V. D.; de OLIVEIRA, K. M. P.; CARDOSO, C. A. L. Peels of the fruits of *Campomanesia guazumifolia* (Cambess) O. Berg and *Campomanesia sessiliflora* (O. Berg) Mattos: Residues with cosmetic and food potentials. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, [s. l.], v. 35, 2023. DOI: 10.1016/j.scp.2023.101198

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal: teoria e prática**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2005. 650 p.

CATÃO, H. C. R. M.; COSTA, F. M.; VALADARES, S. V.; DOURADO, E. R.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; SALES, N. L. P. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, [s. l.], v.40, p.2060-2066, 2010. DOI: 10.1590/S0103-84782010001000002

CHANG, X.; LI, H.; NAEEM, M.; WU, X.; YONG, T.; SONG, C.; LIU, T.; CHEN, W.; YANG, W. Diversity of the seedborne fungi and pathogenicity of *Fusarium* species associated with intercropped soybean. **Pathogens**, [s. l.], v. 9, n. 7, 2020. DOI: 10.3390/pathogens9070531

CICERO, S. M.; VIEIRA, R. D. Teste de frio. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J. B.; MARCOS-FILHO, J. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2020. Cap. 6, p. 276-315.

CONCEIÇÃO, G. M.; LÚCIO, A. D.; MERTZ-HENNING, L. M.; HENNING, F. A.; BECHE, M.; de ANDRADE, F. F. Physiological and sanitary quality of soybean seeds under different chemical treatments during storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 11, p. 1020-1024, 2016. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n11p1020-1024

CORRAL, J. A. R.; PUGA, N. D.; GONZÁLEZ, J. J. S.; PARRA, J. R.; EGUIARTE, D. R. G.; HOLLAND, J. B.; GARCÍA, G. M. Climatic adaptation and ecological descriptors of 42 Mexican maize races. **Crop Science**, [s. l.], v. 48, n. 4, p. 1502-1512, 2008. DOI: 10.2135/cropsci2007.09.0518

COUTO, A. P. S.; PEREIRA, A. E.; ABATI, J.; FONTANELA, M. L. C.; DIAS-ARIEIRA, C. R.; KROHN, N. G. Seed treatment with *Trichoderma* and chemicals to improve physiological and sanitary quality of wheat cultivars. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 4, p. 813-823, 2021. DOI: 10.1590/1983-21252021v34n408rc

COX, W.; HANCHAR, J. J.; CHERNEY, J.; SORRELLS, M. Economic responses of maize, soybean, and wheat in three rotations under conventional and organic systems. **Agronomy**, [s. l.], v. 9, n. 8, 2019. DOI: 10.3390/agronomy9080424

DECARLI, L.; LUDWIG, M. P.; FREIBERG, J. A.; GIROTTO, E. Tratamento industrial em sementes de soja: qualidade fisiológica e desempenho da cultura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, p. 1-7, 2019. DOI: 10.5039/agraria.v14i3a6235.

DIAS, R.; CURI, P. N.; PIO, R.; BIANCHINI, F. G.; de SOUZA, V. R. Subtropical region cambuci accessions: characterization and jam processing potential. **Revista Ciência Agronômica**, [s. l.], v. 49, n. 2, p. 307-314, 2018. DOI: 10.5935/1806-6690.20180035

DOURADO, G. F.; SILVA, M. S. B. S.; de OLIVEIRA, A. C. S.; SILVA, E. K. C.; de OLIVEIRA, L. J. M. G.; RODRIGUES, A. A. C. Alternative seed treatment methods for plant pathogen control in sweet pepper crops. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 15, n. 3, p. 1-10, 2020. DOI: 10.5039/agraria.v15i3a8420.

DUARTE, J. A.; SILVA, G. A. R.; MACHADO, F. P.; FOLLY D.; PEÑALOZA, E.; GARRETT, R.; SANTOS, M. G.; VENTURA, J. A.; WERMELINGER, G. F.; ROBBS, B. K.; ROCHA, L.; FIAUX, S. B. Glimpsing the chemical composition and the potential of Myrtaceae plant extracts against the food spoilage fungus *Thielaviopsis ethacetica*. **Food Control**, [s. l], v. 146, 109501, 2023. DOI: 10.1016/j.foodcont.2022.109501

DUARTE, L. S.; PEREIRA, M. T. M.; PASCOAL, V. D. B.; PASCOAL, A. C. R. F. *Campomanesia* genus – a literature review of nonvolatile secondary metabolites, phytochemistry, popular use, biological activities, and toxicology. **Eclética Química Journal**, [s. l], v. 45, n. 2, 2020. DOI: 10.26850/1678-4618eqj.v45.2.2020.p12-22

ERASTO, R.; MADEGE, R. R.; KILASI, N. Effects of antifungal plant extracts on improving maize seedling emergence and plant growth. **Seed Science and Technology**, [s. l], v. 50, n. 3, p. 329-338, 2022. DOI: 10.15258/sst.2022.50.3.04

ERENSTEIN, O.; JALETA, M.; SONDER, K.; MOTTALEB, K.; PRASANNA, B. M. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. **Food Security**, [s. l], v. 14, n. 5, p. 1295-1319, 2022. DOI: 10.1007/s12571-022-01288-7

FAOSTAT. **Agricultural production statistics 2000–2022**. Rome, 2023. Disponível em: <[https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/agricultural-production-statistics-\(2000-2022\)/en](https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/agricultural-production-statistics-(2000-2022)/en)>. Acesso em: 25 jan. 2025.

FARIAS, T. R. B.; SANCHES, N. B.; PETRUS, R. R. The amazing native Brazilian fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s. l], v. 64, n. 26, p. 9382–9399, 2024. DOI: 10.1080/10408398.2023.2212388

FERREIRA, T. C.; CUNHA, A. L. A.; CORREA, E. B. Bioatividade de extratos vegetais contra patógenos de sementes de amendoim. **Revista Ciência Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 19-25, 2015. DOI: 10.28998/rca.v13i1.1335

Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2024. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10324>>. Acesso em: 11 mai. 2024.

GEBREGERGIS, Z.; BARAKI, F.; FISESEHA, D. Effects of environmental factors and storage periods on sesame seed quality and longevity. **CABI Agriculture & Bioscience**, [s. l], v.5, n. 1, 2024. DOI: 10.1186/s43170-024-00247-w

GENOVESE, M. I.; PINTO, M. D. S.; GONÇALVES, A. E. S. S.; LAJOLO, F. M. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil.

Food Science and Technology International, [s. I], v. 14, n. 3, p. 207-214, 2008. DOI: 10.1177/1082013208092151

GODLEWSKA, K.; RONGA, D.; MICHALAK, I. Plant extracts - importance in sustainable agriculture. **Italian Journal of Agronomy**, [s. I], v. 16, n. 2, 2021. DOI: 10.4081/ija.2021.1851

GONÇALVES, A. E. S. S.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of brazilian native fruits and commercial frozen pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. I], v. 58, n. 8, p. 4666-4674, 2010. DOI: 10.1021/jf903875u

GOVENDER, V.; AVELING, T. A. S.; KRITZINGER, Q. The effect of traditional storage methods on germination and vigour of maize (*Zea mays* L.) from northern KwaZulu-Natal and southern Mozambique. **South African Journal of Botany**, [s. I], v. 74, n. 2, p. 190-196, 2008. DOI: 10.1016/j.sajb.2007.10.006

HAKE, S.; ROSS-IBARRA, J. Genetic, evolutionary and plant breeding insights from the domestication of maize. *Elife*, [s. I], v. 4, 2015. DOI: 10.7554/eLife.05861

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. 120 p.

IMATOMI, M.; NOVAES, P.; MIRANDA, M. A. F. M.; GUALTIERI, S. C. J. Phytotoxic effects of aqueous leaf extracts of four Myrtaceae species on three weeds. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 2, p. 241-248, 2015. DOI: 10.4025/actasciagron.v37i2.19079

JIMÉNEZ-REYES, M. F.; CARRASCO, H.; OLEA, A. F.; SILVA-MORENO, E. Natural compounds: a sustainable alternative to the phytopathogens control. **Journal of the Chilean Chemical Society**, [s. I], v. 64, n. 2, p. 4459-4465, 2019. DOI: 10.4067/S0717-97072019000204459

KHAN, S.; BASRA, S. M. A.; AFZAL, I.; WAHID, A. Screening of moringa landraces for leaf extract as biostimulant in wheat. **International Journal of Agriculture and Biology**, [s. I], v. 19, n. 5, p. 999-1006, 2017. DOI: 10.17957/IJAB/15.0372

KRUGNER, T. L. A natureza da doença. In: FILHO, A. B.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de Fitopatologia**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. 919 p.

LAMICHHANE, J. R.; CORRALES, D. C.; SOLTANI, E. Biological seed treatments promote crop establishment and yield: a global meta-analysis. **Agronomy For Sustainable Development**, [s. I], v. 42, n. 3, 2022. DOI: 10.1007/s13593-022-00761-z

LEAKEY, A. D. B. Rising atmospheric carbon dioxide concentration and the future of C4 crops for food and fuel. **Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences**, [s. l], v. 276, n. 1666, p. 2333-2343, 2009. DOI: 10.1098/rspb.2008.1517

LORENÇONI, M. F.; FIGUEIRA, M. M.; SILVA, M. V. T.; SCHMITT, E. F. P.; ENDRINGER, D. C.; SCHERER, R.; BARTH, T.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FRONZA, M. Chemical composition and anti-inflammatory activity of essential oil and ethanolic extract of *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum leaves. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l], v. 252, 2020. DOI: 10.1016/j.jep.2020.112562

LUCAS, E. J.; BÜNGER, M. O. Myrtaceae in the Atlantic forest: their role as a 'model' group. **Biodiversity and Conservation**, [s. l], v. 24, n. 9, p. 2165-2180, 2015. DOI: 10.1007/s10531-015-0992-7

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, [s. l], v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

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

MAZAHIR, M.; AHMED, A.; AHMAD, A.; AHMAD, M. S.; KHAN, M. A.; MANZOOR, M. F. Extraction and determination of bioactive compounds and antioxidant activity of buckwheat seed milling fractions. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 42, 2022. DOI: 10.1590/fst.81721

MBOYA, R.; TONGOONA, P.; DERERA, J.; MUDHARA, M.; LANGYINTUO, A. The dietary importance of maize in Katumba ward, Rungwe district, Tanzania, and its contribution to household food security. **African Journal of Agricultural Research**, [s. l], v. 6, n. 11, p. 2617-2626, 2011. DOI: 10.5897/AJAR10.891

MEDEIROS, J. C.; CARVALHO, E. R.; ANDRADE, D. B.; MORAES, L. F. S.; LIMA, J. M. E.; MASSA, M. A. F. Quality of corn seed industrial seed treatment (IST) and on-farm treatment (OFT) in Brazilian agribusiness. **Journal of Seed Science**, [s. l], v. 45, 2023. DOI: 10.1590/2317-1545v45268856

MENTEN, J. O. M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. In: MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes**. São Paulo: Ciba Agro, 1995. 321 p.

MORENO, J. A. J.; FERREIRA, V. C. ; AMPESE, L. C.; MARINHO, L. F.; ROSTAGNO, M. A.; CARNEIRO, T. F. An overview of the ellagic acid and proanthocyanidins' polyphenols from cambuci (*Campomanesia phaea* berg): Myrtaceae's family. **European Food Research and Technology**, [s. l], v. 250, n. 3, p. 859-876, 2024. DOI: 10.1007/s00217-023-04413-8

MOUMNI, M.; BRODAL, G.; ROMANAZZI, G. Recent innovative seed treatment methods in the management of seedborne pathogens. **Food Security**, [s. l], v. 15, n. 5, p. 1365-1382, 2023. DOI: 10.1007/s12571-023-01384-2

MUTLU-DURAK, H.; KUTMAN, B. Y. Seed Treatment with Biostimulants Extracted from Weeping Willow (*Salix babylonica*) Enhances Early Maize Growth. **Plants**, [s. l], v. 10, n. 7, 2021. DOI: 10.3390/plants10071449

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor em sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p.2.1-2.24.

PINTO, M.; SOARES, C.; PEREIRA, R.; RODRIQUES, J. A.; FIDALGO, F.; VALENTE, I. M. Untargeted metabolomic profiling of fresh and dried leaf extracts of young and mature *Eucalyptus globulus* trees indicates differences in the presence of specialized metabolites. **Frontiers in Plant Science**, [s. l], v. 13, p. 1-18, 2022. DOI: 10.3389/fpls.2022.986197

POPONIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, s.ed., 1985. 289p.

RAPHAELLI, C. D.; PEREIRA, E. S.; CAMARGO, T. M.; RIBEIRO, J. A.; PEREIRA, M. C.; VINHOLES, J.; DALMAZO, G. O.; VIZZOTTO, M.; NORA, L. Biological activity and chemical composition of fruits, seeds and leaves of guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg - *Myrtaceae*): a review. **Food Bioscience**, [s. l], v. 40, 2021. DOI: 10.1016/j.fbio.2021.100899

RAHMAN, A.; HOSSAIN, M. A.; KANG, S. C. Control of phytopathogenic fungi by the essential oil and methanolic extracts of *Erigeron ramosus* (Walt.) B.S.P. **European Journal of Plant Pathology**, [s. l], v. 128, n. 2, p. 211-219, 2010. DOI: 10.1007/s10658-010-9645-6

RANUM, P.; PEÑA-ROSAS, J. P.; GARCIA-CASAL, M. N. Global maize production, utilization, and consumption. **Annals of the New York Academy of Sciences**, [s. l], v. 1312, p. 105-112, 2014. DOI: 10.1111/nyas.12396

REIS, L. V.; CARVALHO, E. R.; REIS, V. U. V.; NARDELLI, A., C. P.; ANDRADE, D. B. de; OLIVEIRA JUNIOR, A. Treatment technologies for soybean seeds: dose effectiveness, mechanical damage and seed coating. **Ciência e Agrotecnologia**, [s. l], v. 47, 2023. DOI: 10.1590/1413-7054202347013622

RUDRAPPA, T.; BONSALE, J.; GALLAGHER, J. L.; SELISKAR, D. M.; BAIS, H. P. Root-secreted allelochemical in the noxious weed *Phragmites australis* deploys a reactive oxygen species response and microtubule assembly disruption to execute rhizotoxicity. **Journal of Chemical Ecology**, [s. l], v. 33, n. 10, p. 1898-1918, 2007. DOI: 10.1007/s10886-007-9353-7

SALUDES-ZANFAÑO, M. I.; VIVAR-QUINTANA, A. M.; MORALES-CORTS, M. R. *Pistacia* root and leaf extracts as potential bioherbicides. **Plants**, [s. l], v. 11, n. 7, 2022. DOI: 10.3390/plants11070916

SCARANO, F. R.; CEOTTO, P. Brazilian Atlantic forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change. **Biodiversity and Conservation**, [s. l], v. 24, n. 9, p. 2319-2331, 2015. DOI: 10.1007/s10531-015-0972-y

SHIFERAW, B.; PRASANNA, B. M.; HELLIN, J.; BÄNZIGER, M. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. **Food Security**, [s. l], v. 3, n. 3, p. 307-327, 2011. DOI: 10.1007/s12571-011-0140-5

SILVA, B. A.; de CASTRO, T. L. A.; VIANA, L. F.; SANTOS, M. S. M.; CARDOSO, C. A. L. Effect of the peel extracts from two *Campomanesia* (Myrtaceae) species on *Allium cepa* L. (Amaryllidaceae). **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 9, n. 1, e6831, 2022. DOI: 10.32404/rean.v9i1.6831

SILVA FLÁVIO, N. S. D. da; SALES, N. de L. P.; AQUINO, C. F.; SOARES, E. P. S.; AQUINO, L. F. S.; CATÃO, H. C. R. M. Health and physiological quality of sorghum seeds treated with aqueous extracts and essential oils. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 7-20, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n1p7

SILVA, K. M. J.; VON PINHO, R. G.; VON PINHO, E. V. R.; OLIVEIRA, R. M.; dos SANTOS, H. O.; SILVA, T. S. Chemical treatment and size of corn seed on physiological and sanitary quality during storage. **Journal of Seed Science**, [s. l], v. 42, 2020. DOI: 10.1590/2317-1545v42219569

SILVA, V. R. F.; KEMPKA, A. P. *Campomanesia xanthocarpa* (Mart.) O. Berg: Therapeutic potential through a comprehensive review of biological activities and phenolic compound interactions. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, [s. l], v. 54, p. 1-17, 2023. DOI: 10.1016/j.bcab.2023.102927

SILVEIRA, M. R. S.; OSTER, A. H.; MOURA, C. F. H.; SILVA, E. O.; SILVA, L. M. A.; SOUSA, A. E. D. **Protocolos para avaliação das características físicas e físico-químicas, dos compostos bioativos e atividade antioxidante do pedúnculo do cajú**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018. 43 p.

SPRICIGO, P. C.; CORREIA, B. S. B.; BORBA, K. R.; TAVER, I. B.; MACHADO, G. O.; WIHELMS, R. Z.; JÚNIOR QUEIROZ, L. H. K.; JACOMINO, A. P.; COLNAGO, L. A. Classical food quality attributes and the metabolic profile of cambuci, a native brazilian atlantic rainforest fruit. **Molecules**, [s. l], v. 26, n. 12, 2021. DOI: 10.3390/molecules26123613

STAFUSSA, A. P.; MACIEL, G. M.; BORTOLINI, D. G.; MAROLDI, W. V.; RIBEIRO, V. R.; FACHI, M. M.; PONTAROLO, R.; BACH, F.; PEDRO, A. C.; HAMINIUK, C. W. I. Bioactivity and bioaccessibility of phenolic compounds from Brazilian fruit purees. **Future Foods**, [s. l], v. 4, 2021. DOI: 10.1016/j.fufo.2021.100066

STEFANELLO, R.; MUNIZ, M.F.B.; NUNES, U.R.; DUTRA, C.B.; SOMAVILLA, I. Physiological and sanitary qualities of maize landrace seeds stored under two conditions. **Ciencia e Agrotecnologia**, [s. l], v. 39, n. 4, p. 339-347, 2015. DOI: 10.1590/S1413-70542015000400004

SUÁREZ, R. F.; CHÁVEZ, L. A. M.; MARISCAL, A. G. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional: Una revisión indispensable. **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 36, p. 275-283, 2013. ISSN 0187-7380

TOKAIRIN, T. O.; da SILVA, A. P. G.; SPRICIGO, P. C.; de ALENCAR, S. M.; JACOMINO, A. P. Cambuci: a native fruit from the Brazilian Atlantic forest showed nutraceutical characteristics. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l], v. 40, n. 5, 2018. DOI: 10.1590/0100-29452018666

TOKAIRIN, T. O.; SPRICIGO, P. C.; FREITAS, T. P.; TAVER, I. B.; PURGATTO, E.; JACOMINO, A. P. Cambuci ripening: Postharvest quality and volatile compounds production implications. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l], v. 45, e-850, 2023. DOI: 10.1590/0100-29452023850

VALLILO, M. I.; GARBELOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E. de; LAMARDO, L. C. A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 241-244, 2005. DOI: 10.1590/S0100-29452005000200014

VEIGA CORREIA, V.T.; DA SILVA, P.R.; RIBEIRO, C.M.S.; RAMOS, A.L.C.C.; MAZZINGHY, A.C.D.C.; SILVA, V.D.M.; JÚNIOR, A.H.O.; NUNES, B.V.; VIEIRA, A.L.S.; RIBEIRO, L.V.; et al. An integrative review on the main flavonoids found in some species of the Myrtaceae family: phytochemical characterization, health benefits and development of products. **Plants**, [s. l], v. 11, n. 20, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11202796>

VOGT, C. M.; ALENCAR, D. A.; FOCHEZATTO, A. The economic impact of organic production in Brazil: a study based on municipal production hotspots. **Plos One**, [s. l], v. 17, n. 3, 2022. DOI: 10.1371/journal.pone.0264095

XIE, B.; WANG, X. R.; DING, Z.; YANG, Y. P. Critical impact assessment of organic agriculture. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, [s. l], v. 16, n. 3, p. 297–311, 2003.

WAGNER, M. A.; BOGONI, J. A.; FIASCHI, P. Myrtaceae richness and distribution across the Atlantic Forest Domain are constrained by geoclimatic variables. **Plant Ecology**, [s. l], v. 223, n. 9, p. 1079-1092, 2022. DOI: 10.1007/s11258-022-01258-1