

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Dariane Rocha Texeira

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO DA PALHA DO CAFÉ ARABICA
(*Coffea arábica* L.) NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ALFACE (*Lactuca sativa*
L.)**

São João Evangelista

2024

DARIANE ROCHA TEXEIRA

**POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO DA PALHA DO CAFÉ ARABICA
(*Coffea arábica* L.) NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ALFACE (*Lactuca sativa*
L.)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia, no Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista (IFMG/SJE).

Orientador: Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho

São João Evangelista

2024

T355p Texeira, Dariane Rocha.
Potencial alelopático do extrato da palha do café arábica (*Coffea arábica* L.) na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). / Dariane Rocha Texeira – 2024.
27f.: il.

Orientador: Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho.
Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2024.

1. Alelopátia. 2. Extrato vegetal. 3. Herbicidas naturais. 4. Bioherbicidas. 5. Agricultura sustentável. I. Texeira, Dariane Rocha. II. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. III. Título.

CDD 631.8


Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/MG – 003372/P

DARIANE ROCHA TEXEIRA


**POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO DA PALHA DO CAFÉ ARABICA
(*Coffea arabica* L.) NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ALFACE (*Lactuca sativa*
L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel
em Agronomia, no Instituto Federal de Minas
Gerais *Campus* São João Evangelista (IFMG/SJE)


Aprovado em: 06/03/2024 pela banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 ALISSON JOSE EUFRASIO DE CARVALHO
Data: 07/03/2024 07:43:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho (Orientador)
Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG

Documento assinado digitalmente
 VALERIA SANTOS CAVALCANTE
Data: 06/03/2024 20:21:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Valéria Santos Cavalcante
Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG

Documento assinado digitalmente
 RICARDO GOMES DE OLIVEIRA
Data: 07/03/2024 07:23:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Ricardo Gomes de Oliveira
Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar saúde e sabedoria em todos os momentos da minha vida. Toda Honra e Gloria a Ti Senhor!

Aos meus pais, João Caitano e Geralda Rocha por todos os ensinamentos, conselhos e dedicação todos esses anos, por dedicarem suas vidas aos filhos, sem vocês esse sonho não seria possível.

Aos meus irmãos Lucas, Mateus e Débora, por sempre estarem presentes nesta caminhada, e aos meus sobrinhos, Miguel e Júlia que sempre foram motivos de alegria em nossa família.

Ao meu namorado Washington, por sempre me apoiar, incentivar e estar sempre ao meu lado em todos os momentos.

A todos os meus tios e primos que sempre participaram da minha vida acadêmica.

Ao Instituto Federal - *Campus* São João Evangelista, a todos os professores, Técnicos de Laboratório e servidores da Instituição.

Ao meu professor e orientador Alisson José Eufrásio de Carvalho, que esteve presente em toda a minha graduação, por todo tempo e ensinamentos dedicados aos seus alunos.

Enfim a todos que contribuíram nessa caminhada!

RESUMO

A busca pela sustentabilidade das explorações agrícolas com melhoria da produtividade, geram desafios, em grande parte, em adotar tecnologias e práticas agrícolas inovadoras que estimularam ganhos significativos na produtividade agrícola. A alelopatia é um fenômeno biológico de interação química entre plantas, e este fenômeno tem grande potencial para ser utilizado como uma ferramenta eficaz e ambientalmente correta para o manejo de plantas daninhas em culturas de campo. Em culturas de campo, a alelopatia pode ser aplicada por meio de consórcio, rotação de culturas, plantas de cobertura, cobertura morta e extratos alelopáticos de água para o manejo de plantas daninhas. Evidências acumuladas indicam que algumas espécies vegetais possuem potentes aleloquímicos que têm grande potencial para serem os herbicidas naturais. Este trabalho verificou o potencial alelopático dos extratos da palha de (*coffea arábica*) café arábica na germinação das sementes de (*Lactuca sativa L.*) alface. No Brasil atualmente o controle químico é o mais utilizado para o controle de plantas daninhas, com isso a contaminação do solo e água além de favorecer o desenvolvimento de resistência as plantas infestantes. Diante desta satisfação a alelopátia vem ganhando forças pela sua eficácia na inibição da germinação de sementes por meio de compostos secundários. Além disso, a descoberta de aleloquímicos ativos pode levar ao desenvolvimento de herbicidas ecológicos que podem ter um efeito substancial sobre o uso convencional de herbicidas. Foram conduzidos testes de germinação em laboratório onde empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, os tratamentos foram constituídas por caixas plásticas *Gerbox* de polietileno cristal para germinação de sementes, contendo 20 sementes espécie de alface, sendo distribuídas aleatoriamente na B.O.D. Os extratos de palha de café foram preparados em proporção de 200 g de palha para cada extrato utilizados três tipos de extratos, extrato aquoso, extrato hidroalcoólico [(50 % água + 50 % (álcool 92%)], e o extrato alcoólico (álcool 92%). Os parâmetros observados foram o índice de velocidade de germinação, o tempo médio de germinação e o comprimento radicular das plantas de alface. Objetivou-se neste trabalho avaliar a potencial atividade alelopática da palha de café Arábica (*Coffea arabica L.*), por meio de extratos, sobre o índice de germinação (IG), índice de velocidade de germinação (IVG), Crescimento radicular (CR) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de alface (*Lactuca sativa L.*)

Palavras-chaves: Alelopatia. Extrato vegetal. Herbicidas naturais. Bioherbicidas. Agricultura sustentável

ABSTRACT

The pursuit of sustainability in agricultural operations, coupled with improved productivity, poses challenges primarily in adopting innovative agricultural technologies and practices that have led to significant gains in agricultural productivity. Allelopathy is a biological phenomenon of chemical interaction among plants, with great potential to be used as an effective and environmentally friendly tool for weed management in field crops. In field crops, allelopathy can be applied through intercropping, crop rotation, cover crops, mulching, and allelopathic water extracts for weed management. Accumulated evidence indicates that some plant species possess potent allelochemicals that hold great potential to serve as natural herbicides. This study investigated the allelopathic potential of extracts from the straw of Arabica coffee (*Coffea arabica*) on the germination of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.). Currently in Brazil, chemical control is the most widely used method for weed management, leading to soil and water contamination and favoring the development of weed resistance. In light of these concerns, allelopathy is gaining traction due to its efficacy in inhibiting seed germination through secondary compounds. Additionally, the discovery of active allelochemicals may lead to the development of ecological herbicides that could have a substantial impact on conventional herbicide use. Germination tests were conducted in a laboratory using a completely randomized design with 4 replications. Treatments consisted of crystal polyethylene Gerbox plastic boxes for seed germination, each containing 20 lettuce seeds randomly distributed in the B.O.D. The coffee straw extracts were prepared in proportions of 200 g of straw for each extract using three types of extracts: aqueous extract, hydroalcoholic extract [(50% water + 50% (92% alcohol)], and alcoholic extract (92% alcohol). The parameters observed were the germination speed index, average germination time, and root length of lettuce plants. The objective of this study was to evaluate the potential allelopathic activity of Arabica coffee straw (*Coffea arabica* L.), through extracts, on the germination index (GI), germination speed index (GSI), root growth (RG), and average germination time (AGT) of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.).

Keywords: Allelopathy. Plant extract. Natural herbicides. Bioherbicides. Sustainable agriculture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Palhas de café arábica utilizadas para o preparo dos extratos.	17
Figura 2- Extrato produzido a partir da palha de café arábica.....	18
Figura 3- Disposição das sementes com os diferentes extratos: Testemunha (A); Extrato aquoso (B); Extrato hidroalcoólico (C); Extrato Alcoólico (D).....	19
Figura 4- Protusão radicular. Caracterizando a germinação fisiológica (A) Testemunha e (B) Extrato aquoso, Sem apresentar germinação (C) Extrato hidroalcoólico e (D) Extrato alcoólico.	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Algumas espécies com potencial alelopático.	15
Tabela 2- Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis IG, IVG, TMG, e CR de sementes de alface submetidas a diferentes tipos de extratos a base de palha de café.	20
Tabela 3- IG, IVG, TMG, e CR de plantas de alface submetidas a diferentes tipos de extrato para germinação de sementes.	22

LISTA E ABREVIATURAS DE SIGLAS

CR – Comprimento da Radícula

IG – Índice de Germinação

IVG – Índice de Velocidade de Germinação

TMG – Tempo Médio de Germinação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	13
2.1. <i>Coffea arábica</i> L. (Café arábica).....	13
2.2. <i>Lactuca sativa</i> L. (Alface).....	14
2.3 Alelopatia.....	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS	17
4 RESULTADO E DISCURSSÃO	20
5 CONCLUSÃO.....	23

1 INTRODUÇÃO

O sistema intenso de monocultura, com o uso indiscriminado de agroquímicos traz inúmeros problemas ambientais, riscos a saúde dos produtores e fitossanitários as culturas (RODRIGUES, 2016). Na conservação dos recursos naturais um ponto importante está relacionado à proteção da água e solo, mas devido a eficiência dos agroquímicos, o mesmo vem sendo utilizado que forma descontrolada, causando inúmeros impactos ambientais e para o homem (SANTOS, *et al.*, 2006a).

O solo em um curto período de tempo não sofre grandes alterações, mas pode absorver grandes quantidades de contaminantes. Com o passar do tempo essas transformações são quase que irreversíveis. A maior quantidade de agroquímicos no solo fica depositado nas camadas superficiais, onde as plantas retiram seus nutrientes e encontra a maior quantidade de organismos que realizam a ciclagem de nutriente (BRITO, *et al.*, 2012).

Tendo estes conhecimentos, a alelopatia pode ser uma alternativa interessante no manejo de plantas daninhas, sendo que é caracterizado por seus efeitos positivos ou negativos sobre outras plantas quando ocorre a liberação de seus compostos secundários (SILVA, 2012). A prática da cobertura vegetal pode ser um bloqueio para o desenvolvimento das plântulas em desenvolvimento tanto pela alelopatia, como por barreira física, causando danos mecânicos (PITELLI e DURIGAN, 2001).

Para o controle de plantas daninhas, sem a utilização de agroquímicos é necessário empregar diferentes técnicas e com isso a introdução de extratos com potencial alelopático pode se tornar uma alternativa interessante, sendo que se trata de um método não poluente (FERREIRA, 2004). Nos últimos anos a demanda por uma agricultura mais limpa vem ganhando força e com isso a alelopatia vem se tornando um manejo mais viável e eficiente no contexto ecológico, econômico e ambiental (CARVALHO, 2012).

Uma das grandes vantagens do uso da alelopatia como herbicidas naturais, ocorre pelo fato desses gerarem novos compostos que possui um grande espectro de ação, degradação de forma mais rápida, menos tóxico e os patógenos não se tornam capazes de inativar (FERRAZ, 2008).

A palha do café e o pergaminho são um exemplo de compostos que possuem potencial alelopático, representam 50% da massa do fruto colhido, e é utilizado como cobertura morta ou usados em compostagem (CLECIA, 2004). Mas segundo SANTOS

(2006b), a cobertura morta da palha do café em grandes quantidades no solo, possui um efeito alelopático que pode intervir de forma negativa ou positiva na cultura de interesse.

Neste contexto, foi realizado um estudo baseado nas hipóteses de que: a palha de *Coffea arabica* possui propriedades alelopáticas que afetam a germinação, emergência e crescimento de plântulas de outras espécies vegetais e a resposta das plântulas às substâncias alelopáticas presentes na palha de café pode variar entre espécies cultivadas, devido a diferentes mecanismos de tolerância ou sensibilidade a esses compostos. Com base nessas hipóteses, os objetivos foram: 1) avaliar o efeito da atividade alelopática da palha café (*Coffea arabica* L) por meio de extratos aquosos, (2) e consolidar alguns resultados de pesquisas sobre a alelopatia.

As descobertas fornecem estratégias para mitigar consumo de defensivos agrícolas e melhorar sustentabilidade no sistema produtivo, destacando o potencial de possa contribuir como referencial para o fortalecimento de futuros trabalhos de pesquisas e produção.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1. *Coffea arábica* L. (Café arábica)

O café é uma planta indicada a temperaturas amenas e clima úmido, como no seu centro de origem, de ciclo bianual e perene. As altas temperaturas podem causar o abortamento das flores, sendo considerada ideal a temperatura para um bom desenvolvimento da espécie seria 23°C diurna e 17°C noturna (ALCANTRA, 2012).

No Brasil a *Coffea arábica* L chegou em 1727, mas somente no século XIX que a cafeicultura se transformou em um dos setores mais importantes para a economia do país, permanecendo até nos dias atuais como uma potência dentro do agronegócio brasileiro (ALCANTRA, 2012). Entre todas as espécies de café esta é a mais produzida e saboreada em todos os países consumidores e apresenta diversas variedades.

De acordo com a CONAB (2023) o Brasil produziu 38,93 milhões de sacas de café arábica, sendo o terceiro maior da série histórica. Mas de acordo com a CEPEA (2024), com a elevada oferta de grãos, durante o ano de 2023, os produtores operaram com o preço do grão em baixa. Além disso, as lavouras da safra 2021/2022 e 2022/2023 sofreram diversos problemas como as geadas e estresse hídrico, não foi um impedimento para o aumento na produção de 2023.

O Brasil se destaca na produção de café gerando assim uma grande quantidade de resíduos orgânicos como a palha que é 50% de todo o resíduo gerado pelo beneficiamento (GARCIA et al., 2004). Sendo que, é muito comum a utilização desse material como substrato para a produção de mudas, devido à grande quantidade de nutrientes (BERILLI et al., 2017).

O café é uma planta que possui uma grande quantidade de substâncias que estão relacionadas na interferência do desenvolvimento de outras plantas, sendo uma das principais substâncias a xantina cafeína que é uma poderosa inibidora de crescimento quando está em grande quantidade no solo. Essa substância assim como outras xantinas e alcalóide são aleloquímicos que estão relacionados com a alelopátia negativa no desenvolvimento de outras plantas (MINISSA, 2014).

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) que se trata de um alcaloide oriundo da purina, exerce um grande papel como inibidora de crescimento das plantas e até mesmo de sua própria espécie (ZAVALA, 2013). De todos os componentes presentes no fruto do café, a

cafeína é o único que não é destruída pelo processo de torra, sendo considerada a substância mais estável presente no fruto, sendo que a maioria das outras substâncias são destruídas ou formadas ao longo desse processo, o café arábica apresenta uma concentração entre 1,0 a 1,2% de cafeína (ANDRADE, 2009).

2.2. *Lactuca sativa* L. (Alface)

A *Lactuca sativa* L. pertencente à família Asteraceae, é originada de espécies silvestres encontradas no sul da Europa e na Ásia Ocidental (FILGUEIRA, 2007). É uma planta delicada, herbácea e possui um pequeno caule no qual prende as folhas que podem ser crespas ou lisas, com diversas colorações como tons de verde ou roxa depender do cultivar (HENZ, 2009).

A maioria das cultivares de alface desenvolve melhor em climas amenos, levando em consideração principalmente o período de crescimento vegetativo, sendo que, em temperaturas mais elevadas, pode ocorrer redução no crescimento das plantas devido ao processo rápido de pendoamento, pois temperaturas mais elevadas acelera o ciclo da cultura (HENZ et al., 2009).

No Brasil a alface é o principal elemento das saladas por conta dos seus valores nutricionais, por ser rica em fibras, ferro e vitamina C, a alface apresenta compostos que ajudam na redução do colesterol, diabetes e possui ativos anti-inflamatórios, fácil preparo, preços acessíveis para a população, e seu sabor (CARVALHO et al., 2013). Sendo que estudo realizado por MARJOTTA-MAISTRO et al, (2021) o produção de alface entre os anos de 2016 e 2020 foram comercializadas mais de 461 mil toneladas.

A *Lactuca sativa* L. é uma das espécies mais utilizadas como bioindicadora por possuir características interessantes como baixo custo, fácil manuseio, e é um modelo reconhecido e recomendado por órgãos ambientais para determinar os efeitos de diversas substâncias tóxicas (OECD, 2006; US EPA, 2012).

2.3 Alelopatia

Alelopatia é uma expressão que foi empregada pela primeira vez por MOLISCH (1937). Possui origem grega e significa *allelon* = de um para outro e *phatós* = sofrer, retratando um entrosamento bioquímico que pode dar origem a um efeito negativo ou positivo para as espécies envolvidas. Os aleloquímicos produzidos por algumas espécies de plantas podem ser introduzidos no ambiente pela volatilização de substâncias gasosas, pela fase aquosa do solo ou substrato (RIZVI et al., 1992).

Foi criado em 1996 a Sociedade Internacional de Alelopátia (SIA), que definiu o conceito de alelopátia mais respeitado atualmente como, “ciência que estuda qualquer processo envolvendo, essencialmente metabolitos secundários produzidos pelas plantas, algas, bactérias, e fungos que influenciam o crescimento e o desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos, incluindo efeitos positivos e negativos” (MACIAS et al, 2000).

Os aleloquímicos podem ser encontrados em toda a planta: caules, folhas, raízes, inflorescências e flores, sementes e frutos. As substâncias alelopáticas podem ser liberadas dos tecidos vegetais por diversas formas, por volatilização de compostos por raízes, caules, flores e folhas, e esta maneira são absorvidos por outras plantas; por lixiviação dos tecidos, onde as toxinas são solúveis em água e lixiviados para outras áreas e absorvido por outras plantas; por exsudação radicular devido o grande número de compostos alelopáticos ser liberado na rizosfera, influenciando de forma direta e indireta as interações solo/planta (ANDRE et al., 2021).

Sendo assim alelopátia é um fenômeno corriqueiro nas comunidades de plantas, pelo fato de dadas espécies plantas interferirem no desenvolvimento de outras. Por esse fator é de extrema importância estar ciente que restos de plantas para cobertura morta e para a compostagem podem interferir no cultivo das plantas espontâneas, mas também nas plantas da cultura desejada. Desse modo a atividade alelopática de diversas plantas tem sido estudada e empregada como uma alternativa natural para o controle de plantas indesejadas na agricultura (MINASSA, 2014). Muitos trabalhos apresentam espécies com potencial alelopático conforme Tabela 1.

Tabela 1- Algumas espécies com potencial alelopático.

Nome científico	Nome popular	Fonte
<i>Brachiaria decumbens</i>	Braquiária	LISBOA DIDONET, 2009
<i>Crotalaria juncea</i>	Crotalária	LISBOA; DIDONET, 2009
<i>Leucena leucocephala</i>	Leucena	MAULI <i>et al.</i> , 2009
<i>Manguifera indica</i>	Mangueira	ALENCAR., 2016
<i>Mimosa bimucronata</i>	Maricá	JACOBI; FERREIRA, 1991

<i>Nicotina tabacum</i>	Fumo	ROSA <i>et al.</i> , 2007
<i>Pinus taeda</i>	Pinheiro	SATOR <i>et al.</i> , 2009
<i>Sambucus australis</i>	Sabugueiro	ROSA <i>et al.</i> , 2007
<i>Sapindus saponaria</i>	Saboneteira	GRISI <i>et al.</i> , 2011
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Barbatimão	BARREIRO <i>et al.</i> , 2005

Fonte: A autora

De acordo com TAIZ e ZEIGER (2006) os vegetais produzem diversos tipos de compostos orgânicos que aparentemente não apresentam ter uma função direta, dessa maneira são conhecidos como metabólitos secundários, derivados de acetato ou chiquimato, ou da combinação destes, e podem ser de diferentes classes como dos terpenos, compostos fenólicos, compostos nitrogenados, esteroides, ácidos graxos de cadeias longas, alcaloides, e estão associados a defesa contra diversos herbívoros, patógenos e aleloquímicos.

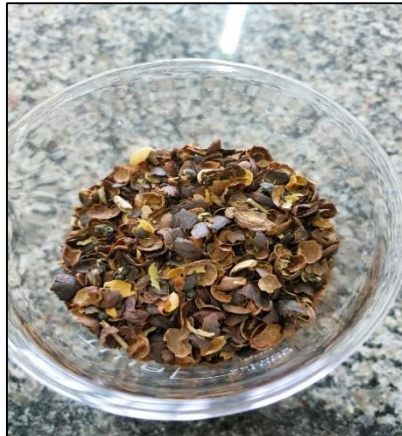
Podemos citar o terpenoides que inibe a germinação e crescimento de outras espécies de plantas, na membrana celular ele quebra a integridade, e causa injurias foliares (BATISH *et al.*, 2007). A tolerância ou resistência a esses metabólitos secundários se da por características de cada espécie distinta, estudos mostram que extratos de diferentes espécies com potencial alelopático inibe a germinação da alface, quando é avaliado em condições de laboratório (CARVALHO *et al.*, 2013).

A alelopátia pode ser expressada como autoxicidade ou intraespecífica, sendo que a planta pode produzir compostos químicos que expressam um potencial alelopático na germinação e desenvolvimento da sua própria espécie ou a alelopátia interespecífica que uma espécie expressa seu potencial alelopático sobre outra espécie (ALVES *et al.* (2004).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus São João Evangelista (IFMG-SJE), município de São João Evangelista, que está situado na região leste de Minas Gerais. Para a realização da pesquisa foram utilizados diferentes tipos de extrato obtidos da casca de café. A palha do café *Coffea arabica* L (café arábica), foi obtida no processo de descascamento do grão realizado no setor de beneficiamento de café conforme Figura 1 da própria Instituição de Ensino.

Figura 1 - Palhas de café arábica utilizadas para o preparo dos extratos.



Fonte: Autor, 2024.

Foram utilizados três tipos de extratos, sendo um extrato aquoso, extrato hidroalcoólico [(50 % água + 50 % (álcool 92%))], e o extrato alcoólico (álcool 92%). As palhas do café foram trituradas no liquidificador por 1 minuto antes de serem misturadas, após isso foi adicionado as seguintes proporções de 200 g de palha para 800 mL de água destilada para a obtenção do extrato aquoso; 200 g de palha para 400 mL de água destilada + 400 mL de álcool para a obtenção do extrato hidroalcoólico; e 200 g de palha para 800 mL de álcool para obtenção do extrato alcoólico, conforme Figura 2, em repouso na ausência de luz a temperatura ambiente por 24 h (MINASSA, 2014). Após este período foi realizada a filtração a vácuo utilizando papel filtro (Gramatura: 80 g.m⁻², espessura: 205 µm, permeabilidade ao ar 20mmCa: 14 L/s.m⁻² (DIN 53.887) maioria dos poros: 14 µm). O extrato obtido foi acondicionado em frasco de vidro de cor âmbar.

Figura 2 - Extrato produzido a partir da palha de café arábica



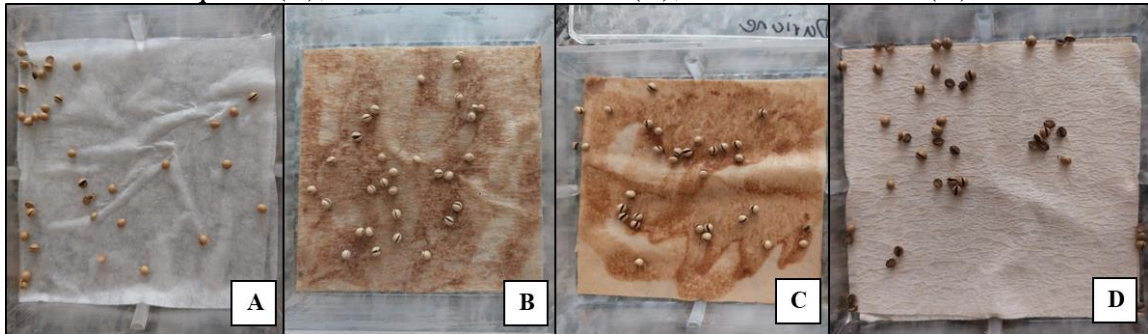
Fonte: Autor, 2024.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tipos de extrato, sendo eles a testemunha (água destilada) e os extratos aquoso, hidroalcoólico e alcoólico com quatro repetições e 20 sementes por repetição.

As sementes de alface utilizadas no experimento foram da cultivar Vanda, com sementes peletizadas da empresa Sakata®, na embalagem garantem 99,9% de pureza, e 95% de germinação.

Os ensaios foram realizados em caixas plásticas *Gerbox* de polietileno cristal para germinação de sementes, com dimensões de 11 x 11 x 3,5 cm, com capacidade de 200 mL, desinfetadas em solução hipoclorito de sódio a 2,0 – 2,5% de cloro ativo. Como substrato para a germinação, foi utilizado uma folha de papel *germitest*, papel para germinação com estrutura porosa, pH neutro, de cor branca, com fibras dispostas no sentido paralelo ao menor lado, esterilizado em estufa. Em seguida, estas folhas foram umedecidas com 6 mL de cada extrato, em conformidade com a Regra de Análise de Sementes (2009). Durante todo o experimento, a umidade das folhas *germitest* foi mantida adicionando 2 mL de cada solução experimental, quando necessário, conforme Figura 3.

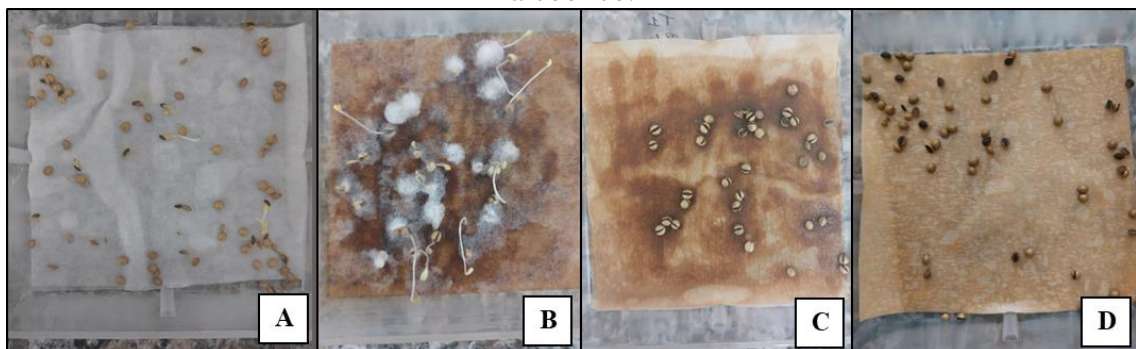
Figura 3 - Disposição das sementes com os diferentes extratos: Testemunha (A); Extrato aquoso (B); Extrato hidroalcoólico (C); Extrato Alcoólico (D).



Fonte: Autor, 2024.

As avaliações foram realizadas até a obtenção de 85% de germinação das sementes controle, ou até o décimo quinto dia após a deposição das sementes, conforme Figura 4, verificando a taxa de germinação a cada 24 horas. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram protrusão da radícula (ALVES *et al.*, 2004).

Figura 4 - Protrusão radicular. Caracterizando a germinação fisiológica (A) Testemunha e (B) Extrato aquoso, Sem apresentar germinação (C) Extrato hidroalcoólico e (D) Extrato alcoólico.



Fonte: Autor, 2024.

A avaliação da atividade alelopática dos extratos da palha do café sobre a germinação das sementes de alface foi obtida por determinação da germinação total (%), comprimento da radícula (CR), mensurada com paquímetro digital em milímetros e do índice de velocidade de germinação (IVG).

Foram realizadas avaliações diárias com contagem de plântulas germinadas sempre no mesmo horário. A fórmula utilizada para os cálculos foi a proposta por Maguire (1962):

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$$

Sendo que:

- IVG: índice de velocidade de germinação;

- G1, G2, Gn: número de plântulas germinadas na primeira, na segunda e na enésima avaliação;
- N1, N2, Nn: número de dias transcorrido da sementeira até a primeira, a segunda e a enésima avaliação.

Os dados obtidos não seguiram os pressupostos de normalidade e homogeneidade. Após transformação foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003).

4 RESULTADO E DISCURSSÃO

Os extratos utilizados no experimento influenciaram significativamente ($p < 0,05$) Índice de germinação (IG), Índice de velocidade de germinação (IVG), Tempo médio de germinação (TMG), e Crescimento radicular (CR) de sementes de alface (Tabela 2).

Tabela 2- Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis IG, IVG, TMG, e CR de sementes de alface submetidas a diferentes tipos de extratos a base de palha de café.

FV	GL	QM			
		IG	IVG	TMG	CR
Extratos	3	43,7654**	1,1127**	5,7029**	0,2515**
Erro	16	0,9394	0,0318	0,0252	0,0005
Total	19				
CV (%)		29,65	16,0	9,74	2,76

CV: Coeficiente de variação; **: significativo a 1%. IG: Índice de germinação; IVG: Índice de velocidade de Germinação; TMG: Tempo médio de germinação; CR: Crescimento radicular.

Fonte: Elaborado pelo autor, (2024).

Para todas as variáveis analisadas o extrato alcoólico e hidroalcoólico de palha de café reduziram significativamente os valores observados conforme Tabela 2, não permitindo a germinação das sementes. Somente para a variável CR, o extrato aquoso apresentou melhor resultado, sendo 35 % superior à testemunha. Para as demais variáveis, os extratos controle e aquoso não apresentaram diferenças significativas conforme Tabela 2. Isso ocorre devido a penetração de algumas substâncias alelopáticas juntamente com a água que provoca a inibição do crescimento das células, podendo causar um retardamento ou não da germinação (GONZALEZ *et al.*, 2002).

May *et al.* (2011), verificou em plântulas de pepino (*Cucumis sativus*), em contato com o extrato aquoso da palha de café, anomalias no sistema radicular das plantas. Segundo MINASSA (2014), a espécie de pepino (*C. sativus*) em seu teste não apresentou efeitos alelopáticos ao extrato aquoso da palha de café. No mesmo estudo também foi analisado a germinação da espécie de caruru-roxo (*Amaranthus hybridus L*) e foi obtido uma germinação satisfatória de cerca de 55% em relação ao controle. Em outro estudo com cinco espécies de caruru e extrato aquoso de palhas de café, foi observada uma média de 50% de germinação em relação ao controle na germinação desta espécie de planta daninha (CARVALHO e CHRISTOFFOLETI, 2007).

Na germinação das sementes de alface com extrato aquoso da palha de café MINASSA (2014), sob diferentes concentrações, 25% 50% 75% e 100%, relatou que não ocorreu interferência do extrato na germinação das sementes. PIRES *et al.* (2010), analisou o potencial alelopático da palha seca do café em diferentes espécies vegetais e observaram que extrato aquoso da palha de café reduziu o percentual de germinação das espécies de abobrinha (*Curcubita pepo*) e picão-preto (*Bidens pilosa*).

Quanto ao IVG podemos observar um retardamento das sementes de alface que germinou, como mostra o trabalho realizado por MINASSA (2014), que observou diferença significativa ($P < 0,05$) na concentração de 100% do extrato de café arábica. No mesmo trabalho verificou o IVG de sementes de pepino e tomate, indicando a regressão quadrática para os extratos, sendo que o pepino se mostrou sensível a concentração de 100% (v/v) do extrato de café arábica de (22,00). O tomate não apresentou resultados satisfatórios e foi constatado pouco vigor no lote das sementes, já na espécie de picão-preto foi verificado que não houve efeito alelopático significativo para as concentrações dos extratos da palha de café estudados por MINASSA (2014).

Quanto ao CR, conforme estudos realizados por BARKOSKY *et al* (2000), a inibição ou a redução do crescimento da radícula se deve aos compostos fenológicos que estão presentes em grande variedade de plantas e também exerce efeitos alelopáticos em outras plantas, sendo um desses compostos pode ser o ácido cafeico que pode alterar a atividade radicular inibindo a absorção de fosforo e potássio por despolarização das membranas da raiz.

No estudo de MINASSA (2014) a autora relatou que não houve inibição do crescimento da radicular, porem houve a redução do comprimento da radícula das espécies de alface, ela também relata que o extrato da palha de café conilon (*Coffea canefora L.*) na espécie de pepino que os resultados mostraram redução do crescimento da radícula, isso pode ser

explicado pelo fato da maior concentração do teor de cafeína nesta espécie em relação ao café arábica (*Coffea arabica*).

Outro estudo que apresentou resultados semelhantes foi o realizado por RODRIGUES *et al.* (2011), onde realizaram o estudo de extrato das folhas frescas e secas do cafeeiro sobre as sementes de soja, e foi verificado a redução significativa do comprimento da radícula em resposta aos extratos, principalmente do extrato de folhas secas.

Figura 6 – Modelo de tabela

Tabela 3- IG, IVG, TMG, e CR de plantas de alface submetidas a diferentes tipos de extrato para germinação de sementes.

Extrato	IG (%)	IVG (%)	TMG (dias)	CR (mm)
Testemunha	5,91 a	1,53 a	2,56 a	0,87 b
Aquoso	5,74 a	1,52 a	2,55 a	1,18 a
Alcoólico	0,71 b	0,71 b	0,71 b	0,71 c
Hidroalcoólico	0,71 b	0,71 b	0,71 b	0,71 c

Médias seguidas por letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. IG: Índice de germinação; IVG: índice de velocidade de germinação; TMG: Tempo médio de germinação; CR: comprimento de radícula.

Fonte: Elaborado pelo autor, (2024).

O extrato aquoso da palha de café, pode favorecer a germinação, o desenvolvimento radicular, aumenta na absorção de nutrientes conforme Tabela 3, e diversos outros fatores, ou podem inibir a germinação das sementes e ser tóxicos para algumas espécies de plantas, Zandonadi *et al.* (2014), relata que existe quatro fatores que podem determinar os efeitos desses compostos orgânicos, primeiro a espécie, o órgão e a idade da planta; segundo, a dose recomendada para cada cultivar; terceiro, a natureza do material orgânico; e quarto, as características físico-químicas das substâncias orgânicas que serão utilizadas. Outro ponto importante relatado pelos autores é a quantidade, a concentração e número de aplicações do extrato aquoso, sendo que estes fatores podem apresentar efeitos indesejados, como os efeitos alelopáticos. Dessa forma o extrato aquoso da palha de café expressou uma alelopatia positiva nas sementes de alface.

5 CONCLUSÃO

A germinação, o comprimento da radícula (CR), o tempo médio de germinação (TMG) das sementes de alface (*Lactuca sativa* L) são prejudicadas os extratos da palha do café arábica reduziu a emergência na espécie de alface, e somente o extrato aquoso expressou uma alelopátia positiva resultando 35% superior a testemunha no crescimento radícula (CR). Os diferentes tipos de extratos reduziu o índice de velocidade de germinação (IVG) da espécie cultivada.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, S. R., SILVA, M. A. P., MACÊDO, M. S., RIBEIRO, D. A., SANTOS, M. A. F., COSTA, N. C., Efeito fitotóxico de *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) em diferentes horários de coleta. **Fundação zoobotânica do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2016.
- ALVES, M. C. S.; Medeiros Filho, S.; INNECCO, R.; TORRES, S. B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n. 11p. 1083-1086, 2004.
- ANDRADE, Aretha PS. **Análise química e avaliação do potencial alelopático da casca do café (*Coffea arabica*)**. 2009.
- BARKOSKY, R. R.; EINHELLIG, F. A.; BUTLER, J. L. Mudanças induzidas pelo ácido caféico nas relações planta-água e na fotossíntese em *Euphorbia esula*. **Jornal de Ecologia Química**, v. 26, n.9, p. 2095-2109, 2000.
- BARREIRO, A. P.; DELACHIAVE, M. E. A.; SOUZA, F. S. Efeito alelopático de extratos de parte aérea de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] na germinação e desenvolvimento da plântula de pepino. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n.1, p.4-8, 2005.
- BATISH, D.R. et al. **Alternativa de controle de alpine com óleo de eucalipto**. *Agronomia para o desenvolvimento sustentável*. 2007.
- BERILLI, S. S.; BERILLI, A. P. C. G.; LEITE, M. C. T.; QUARTEZANI, W. Z.; ALMEIDA, R. F.; SALES, R. A. **Uso de resíduos na agricultura**. In: NICOLI, C. F. et al. **Agronomia: colhendo as safras do conhecimento**. Alegre, ES: UFES, CAUFES, 2017. p. 10-38.
- BEZERRA, Fred Carvalho et al. Utilização de resíduos orgânicos como substrato para produção hidropônica de mudas de alface. In: Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos, 1. 2009, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/574005>>. Acesso em: 01 ago 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009.
- BRITTO, Fábio Brandão et al. Herbicidas no alto Rio Poxim, Sergipe e os riscos de contaminação dos recursos hídricos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, p. 390-398, 2012.
- CARVALHO, W. P et al. **Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial da alface**.
- Cepea. Disponível em:< www.cepea.esalq.usp.br>. Acesso em: 03 de mar. 2024.

CHIOCHETTA, A. G et al. **Efeito alelopático e caracterização do extrato aquoso de azevem (*Iolium multiflorum*) sobre a germinação na semente de trigo (*triticum aestivum*).** 2021.

GARCIA, A. W. R.; MATIELLO, J. B.; JAPIASSU L. B. Avaliação do efeito nutricional de vários tipos de palha de café. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. Trabalhos apresentados...** Varginha: PROCAFÉ, 2004. p. 63-64.

HENZ, Gilmar Paulo; SUINAGA, F. A. **Tipos de alface cultivados no Brasil.** 2009.

JACOBI, U.S.; FERREIRA, A.G. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) OK. Sobre espécies cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.935-943, 1991.

LISBOA, O. A. de S.; DIDONET, A. D. Efeito alelopático de crotalária e braquiária na germinação de sementes de picão preto, corda-de-viola e alface. **XII Congresso Brasileiro de Fisiologia vegetal “Desafios para produção de alimentos e bioenergia”**, Fortaleza, p. 166-167, 2009.

Marjotta-Maistro, M. C.; Montebello, A. E. S.; Santos, J. A. dos; & Pedroso, M. T. M. (2021). Fluxo de abastecimento de alface e suas variedades: principais regiões de origem e destino. In: Silva-Matos, R. R. S.; Melo, G. S.; Rodrigues, B. E. (eds.) **Desenvolvimento rural e processos sociais nas ciências agrárias.** Ponta Grossa –PR: Atena. p. 135-144.

MAULI, M. M.; FORTES, A.M.T.; ROSA, D.M.; PICCOLO, G.; MARQUES, D.S.; CORSATO, J.M.; LESZCZYNSKI, R. Alelopatia de *Leucena* sobre soja e plantas invasoras. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina/PR, v. 30, n.1, p. 55-62, 2009.

MAY, D.; OLIVEIRA, C.M.R.; ROCHA, L. D.; MARANHÃO, L.T. Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 180- 186, abr./jun. 2011.

MINASSA, Elisa. EFEITO ALELOPÁTICO DA PALHA DE CAFÉ (*Coffea canephora* L. e *Coffea arabica* L.) SOBRE PLANTAS CULTIVADAS E ESPONTÂNEAS. 2014.

MOLISH, H. A influência de uma planta na outra alelopatia. Berlin:Jena Fisher, p. 30, 1937.

Rice, E. L. (1984). **Alelopátia.** New York: Academic Press, 422 p.

PIRES, N. de M.; OLIVEIRA, V. Rodrigues. **Alelopatia.** 2010.

Taiz, L.; Zeiger, E. (2006). **Fisiologia vegetal.** 3 ed. São Paulo: Artmed, 792 p. 2008.

ROSA, D. M.; FORTES, A. M. T.; PALMA, D.; MARQUES, D. S.; CORSATO, J. M.; LESZCZYNSKI, R.; MAULI, M. M. Efeito dos Extratos de Tabaco, *Leucena* e Sabugueiro sobre a Germinação de *Panicum maximum* Jaqc. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.2, p.444-446, 2007.

Rodrigues, M. S.; Peron, F; Bido, G. S.; Lúcio, L. C. (2011). Avaliação do efeito alelopático do extrato aquoso de *Coffea arabica* L. sobre o desenvolvimento inicial de soja (*Glycine max* L. Merrill). **Anais**. In: VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar.

RODRIGUES, N. C. **Alelopatia no manejo de plantas espontâneas**. Universidade Federal de São João Del-Rei. Sete Lagoas – MG, 2016.

SARTOR, L.R. et al. Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1653-1659. 2009.

WEIR, T. L.; PARK, S. W.; VIVIANCO, J. M. Bioquímico e fisiológico mecanismos mediados por aleloquímicos. **Plant Biology**, v. 7, n. 4, p. 472-479, 2004a.

WEIR, T. L.; PARK, S. W.; VIVIANCO, J. M. Bioquímico e fisiológico mecanismos mediados por aleloquímicos. **Plant Biology**, v. 7, n. 4, p. 472-479, 2004b.

ZAVALA, Óscar Montes. Evaluación agronómica sobre la influencia de la cafeína (1, 3, 7 trimetil-xantina) em los cultivos de pimiento tipo california y sandía injertada apirena. **Tese de doutorado**. Universidad de Almería, 2013.