



ANA LUIZA DE OLIVEIRA VILELA

**EFEITO ALELOQUÍMICO DE EXTRATOS DE CAFÉ NA
INIBIÇÃO DA GERMINAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS**

**LAVRAS - MG
2021**

ANA LUIZA DE OLIVEIRA VILELA

**EFEITO ALELOQUÍMICO DE EXTRATOS DE CAFÉ NA INIBIÇÃO DA
GERMINAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Pesq. Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa
Orientadora

Dr. Marcus Vinícius Prado Alves
Coorientador

**LAVRAS - MG
2021**

ANA LUIZA DE OLIVEIRA VILELA

**EFEITO ALELOQUÍMICO DE EXTRATOS DE CAFÉ NA INIBIÇÃO DA
GERMINAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 6 de maio de 2021.

Pesq. Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa
Orientadora

Dr. Marcus Vinícius Prado Alves
Coorientador

**LAVRAS - MG
2021**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer especialmente a minha orientadora do TCC, Sttela, por toda paciência, dedicação e amabilidade durante todos esses anos trabalhando juntas. Enfrentei muitos desafios nesse percurso, mas aprendi a acreditar na bondade e compreensão das pessoas. Com certeza me tornei uma pessoa melhor durante esse período, principalmente devido ao grande exemplo de orientadora e pessoa humana que você é.

Agradeço ao Coorientador Marcus por ter possibilitado a chance de fazer esse trabalho de tema tão relevante e promissor.

Agradeço também aos outros membros da banca avaliativa, Marina e Nathália, pelo trabalho e tempo investido na colaboração desse projeto.

Agradeço também aos meus outros colegas e amigos de laboratório, Fernando, Palloma e Stefânia por toda ajuda e companheirismo, que mesmo distantes pela pandemia, ainda sim estão “presentes” em minha vida me ajudando em todos os processos de aprendizagem.

A todos meus familiares, principalmente minha mãe Aurora, meu pai Antônio, minha irmã Aline, meu irmão Alexandre e minha sobrinha Laís, que sempre me apoiaram, orientaram e me deram todo amor possível.

A Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Setor de Sementes, que se tornaram a minha segunda casa e me deram a oportunidade de realizar esse grande sonho.

A todas as outras pessoas que de maneira geral estiveram comigo durante todo esse tempo.

MUITO OBRIGADA!

Resumo

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo e, ultimamente, o controle de qualidade para produção dos grãos tem se tornado cada vez mais rigoroso. Conseqüentemente, o processo de seleção do café gera grãos considerados defeituosos, verdes e de qualidade inferior, os quais são então separados, podendo ser descartados, gerando resíduos e ocasionando redução da economia do setor. O aproveitamento desses grãos de qualidade inferior na obtenção de um extrato de café e o estudo dos efeitos alelopáticos e possível efeito herbicida contra plantas invasoras seria uma solução para esse café descartado. Estudos indicam que existe uma grande fitotoxicidade por parte dos alcalóides, cafeína, teobromina, teofilina e paraxitina presentes no café sobre o crescimento de radículas. Em vista disso, o objetivo nesse trabalho foi avaliar o possível efeito alelopático dos extratos de café (*Coffea arabica* L.) verde (CV) e torrado (CT), obtidos a partir de grãos de qualidade inferior que seriam descartados, como herbicida natural, na inibição da germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*), utilizada como espécie indicadora e de espécies daninhas como a tiririca (*Cyperus rotundus*) e o picão (*Bidens pilosa* L.). A produção dos extratos dos cafés torrado e verde foi realizada pelo método sólido-líquido por refluxo, sendo utilizado o etanol como solvente. As sementes e tubérculos foram semeados em papel de germinação umedecidos com água destilada, ou com os extratos de café verde ou torrado, nas diferentes concentrações, na quantidade de duas vezes e meia o peso do papel seco (três ml de extrato por repetição), e acondicionados em caixas transparentes do tipo gerbox. As diferentes concentrações dos extratos utilizadas na germinação foram compostas de 0,5g do extrato de café verde ou torrado para a concentração de 25%, 1,0g para a concentração de 50%, 1,5g para 75% e 2,0g para 100%. No controle, em concentração de 0%, foi adicionado somente água destilada. Em caixas tipo gerbox, as sementes e os extratos foram mantidos em BOD, na presença de luz por 12 horas diárias, sob 20°C para o alface e 25°C para o picão e tiririca. Foram feitas contagem da germinação, índices de velocidade de crescimento, comprimento da raiz e matéria seca. O delineamento foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes para as espécies alface e picão, e cinco tubérculos para a espécie de tiririca. Foi utilizado um esquema fatorial 2 x 5, dois tipos de extratos de café, em cinco concentrações dos extratos. Os extratos são eficientes na inibição da germinação da espécie indicadora alface e da espécie daninha picão. Para o alface, o extrato de café torrado foi mais eficiente na inibição da germinação, mas para o picão, o extrato de café verde foi mais eficaz, sendo que nas concentrações de 75 e 100% ocorreu inibição completa da germinação. Os extratos de cafés verdes interferiram negativamente no crescimento da parte aérea da espécie tiririca, independentemente da concentração. Portanto, o uso de extratos de café verde e café torrado como um herbicida natural é possível e viável.

Palavras chave: Alelopatia, herbicida natural, café, *Lactuca sativa*, *Cyperus rotundus*, *Bidens pilosa* L.

Sumário

Resumo	4
1. Introdução	7
2. Referencial teórico	8
2.1 Cafeicultura no Brasil	8
2.2 Compostos encontrados no café	10
2.3 Alelopatia	11
2.4 Plantas Daninhas e controle químico	13
2.5 Plantas daninhas na cultura do café	15
3. Material e Métodos	16
3.1 Local e material vegetal	16
3.2 Preparação dos extratos de café verde e torrado	16
3.2.1 Obtenção e beneficiamento dos Cafés	16
3.2.2 Extração de Café (sólido-liquido por refluxo)	17
3.2.3 Obtenção do extrato	17
3.2.4 Preparação das soluções com os extratos de café	18
3.3 Teste de germinação das sementes	18
3.4 Índices de velocidade de germinação	19
3.5 Comprimento de plântula	20
3.6 Matéria seca	20
3.7 Delineamento experimental e análises estatísticas	20
4. Resultados	21
4.1 Sementes de Alface	21
4.2 Sementes de Picão	26
4.3 Tubérculos de Tiririca	33

5. Discussão	33
6. Conclusões.....	35
7. Referências Bibliográficas	36
ANEXOS	43

1. Introdução

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo (CONAB, 2021) e, ultimamente, o controle de qualidade para produção dos grãos tem se tornado cada vez mais rigoroso. Conseqüentemente, uma vez que, os grãos de café são considerados defeituosos, verdes e de qualidade inferior, são então separados, podendo ser descartados, gerando resíduos e ocasionando redução na economia do setor (ROMERO, 2017). Portanto, estudos que visem o aproveitamento desses grãos de qualidade inferior na geração de subprodutos, tornam-se essenciais para minimizar as perdas dos produtores além de possibilitar outras formas de renda.

Uma das opções seria o aproveitamento na obtenção de um extrato de café e a partir desta matriz, várias pesquisas podem ser realizadas. Para esse fim, os extratos são obtidos por prensagem e refluxo, caracterizado quimicamente por técnicas analíticas e cromatográficas. Uma das linhas de pesquisa com esses extratos é o estudo dos efeitos alelopáticos e possível efeito herbicida contra plantas invasoras.

O café apresenta em sua composição química alcalóides, inclusive os alcalóides purínicos ou xantinas (como cafeína), ácidos orgânicos, flavonóides, diterpenos, salicilatos, ácido benzóico, derivados nicotínicos, óleos essenciais, vitaminas e minerais (SANTOS et al., 2001). Em diversos estudos tem sido confirmada a existência de grande fitotoxicidade por parte dos alcaloides cafeína, teobromina, teofilina e paraxitina presentes no café, sobre o crescimento de radículas (SANTOS et al., 2001).

Além disso, problemas toxicológicos estão ocorrendo ao homem e ao ambiente devido à dificuldade de controle das espécies daninhas, relacionados ao surgimento de resistência destas aos produtos já existentes, somado a isso o custo elevado de aplicação de herbicidas, buscam-se novas alternativas mais baratas e naturais de controle para se reduzir a utilização de herbicidas (HAGEMANN et al., 2010). Verifica-se que estudos com herbicidas de origem natural estão cada vez mais valorizados, especialmente pela preocupação geral com a preservação ecológica dos ecossistemas, assim como pela grande necessidade de redução dos custos de produção e pelo atual mercado emergente de produtos orgânicos.

Em vista disso, o objetivo principal nesse trabalho foi avaliar o possível efeito alelopático dos extratos de café (*Coffea arabica* L.) verde (CV) e torrado (CT), obtidos a partir de grãos de qualidade inferior que seriam descartados, como herbicida natural, na inibição da germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa*), utilizada como espécie indicadora, por sua alta sensibilidade a compostos químicos, e de espécies daninhas como a tiririca (*Cyperus rotundus*) e o picão (*Bidens pilosa* L.).

2. Referencial teórico

2.1 Cafeicultura no Brasil

O café é uma espécie arbustiva pertencente à família botânica Rubiaceae, dentre as diversas espécies existentes, as espécies do gênero *Coffea* que se destacam são *C. arabica* L. e *C. canephora* Pierre, pois são as que propiciam uma bebida de melhor qualidade, apresentando assim, maior relevância econômica (CARVALHO, 2007).

Dentre as duas espécies principais, o *C. arabica* se revela de maior importância, pois possui cerca de 81% da área total destinada à cafeicultura nacional, com área cultivada estimada em 1.778,6 mil hectares nesta safra (CONAB, 2021). Minas Gerais concentra a maior área com a espécie, 1.262,6 mil hectares, correspondendo, nesta safra, a quase 71% da área ocupada com café arábica no país.

O café possui grande importância no mercado nacional e mundial, sendo o Brasil, o maior produtor e exportador desta commodity (CONAB, 2021). De acordo com o relatório de estimativa da safra 2021 da CONAB, mesmo em ano de bialidade negativa, a produção brasileira de café estará entre 43.854 mil sacas e 49.588,6 mil de café beneficiado, com área destinada a produção situando-se em torno de 1.756,3 mil hectares. No país, os estados de Minas Gerais e São Paulo são os maiores estados produtores de café arábica (CONAB, 2021).

Nas últimas décadas, o mercado da bebida do café passou por significativas mudanças principalmente relacionadas a busca por maior qualidade. Tais modificações foram nomeadas, por Skeie (2002), sob o conceito de “ondas de consumo do café”. A Primeira Onda foi relacionada ao crescimento do consumo nos períodos pós-guerras mundiais, juntamente com as importantes modificações no processamento e comercialização do produto.

De acordo com o mesmo autor (SKEIE, 2002), a Segunda Onda teria emergido com o aumento do consumo de café expresso e da bebida em cafeterias. Devido à baixa qualidade atribuída aos cafés do movimento anterior, a introdução do conceito de cafés especiais e de origem produtora foi requerida.

O movimento mais atual está relacionado a Terceira Onda, que ocorreu com a revolução no mercado de cafés especiais, marcada pela busca de qualidade devido à mudança radical de concepção da bebida e pela adoção de inúmeros novos fatores de diferenciação como doçura e acidez, o que fizeram que agora o café seja considerado tão complexo quanto o vinho

(ANDRADE et al., 2015; BORRELLA et al., 2015; GUIMARÃES, 2016). No Brasil, a Terceira Onda ganhou força nos últimos dez anos, o que contribuiu significativamente para a melhoria dos cafés consumidos no país (GUIMARÃES, 2016).

E na produção desses cafés de melhor qualidade, principalmente de cafés especiais, se faz a seleção na colheita, e também no pós-colheita, e mesmo depois da retirada das impurezas, os grãos passam pelo separador hidráulico para que ocorra a separação dos cafés denominados “bóia”, que são grãos defeituosos, dos cafés cereja perfeitos, esses então passam pelo processo de secagem (SILVA et al., 2015), e também, pode-se separar os grãos verdes, afim de se ter uma melhor qualidade de bebida. Portanto, uma grande quantidade de grãos de café não se enquadra no padrão para bebidas de alta qualidade são separados.

Os grãos de café “defeituosos” são amplamente conhecidos por afetar negativamente a qualidade da bebida. Os grãos de café eliminados na triagem representam cerca de 15-20% da produção de café em base de peso, o que constitui uma quantidade significativa de material que deve ser destruído ou valorizado de outra forma (OLIVEIRA et al., 2006). Uma quantidade aproximada de 1,2 a 1,5 milhões de toneladas de grãos rejeitados é gerada na indústria do café, pois os cafés de baixa qualidade não são aceitos no mercado internacional, devido ao sabor indesejável produzido na bebida (RAMALAKSHMI et al., 2009). Além disso, de acordo com a International Coffee Organization (ICO), acredita-se que os consumidores irão recorrer a bebidas alternativas se os produtores continuarem a usar grãos de baixa qualidade, principalmente, devido a certos casos, onde os grãos de baixa qualidade são incorporados em misturas com grãos de boa qualidade ao invés de serem descartados (ICO, 2021).

Assim, uma vez que, os grãos de café são considerados defeituosos, verdes e de qualidade inferior, quase sempre são descartados, gerando resíduos e ocasionam redução da economia do setor cafeeiro. Portanto, alternativas que estabeleçam o aproveitamento de cafés de qualidade inferior, são necessárias, pois existem perdas consideráveis na produção, e consequentemente a geração de subprodutos, torna-se essencial, minimizando perdas, e com isso obtendo ganhos com outros produtos.

Alguns estudos mostram o possível efeito alelopático do café sobre as plantas daninhas (MAY et al., 2011; DAHIYA et al., 2017; ASLAM et al., 2017; SILVA et al., 2013; PANDA & MAHALIK, 2020). Pesquisas sobre substâncias alelopáticas oferecem inúmeras oportunidades para resolver problemas práticos da agricultura, além de contribuir para o conhecimento da química e da biologia de relações interespecíficas. Desse modo, a produção de extratos a base de café de qualidade inferior pode ser uma alternativa vantajosa se utilizado nesse sentido.

2.2 Compostos encontrados no café

A constituição química do café em grãos pode variar conforme a espécie, o processamento do grão e com o processo de produção da bebida. Na Tabela 1 observa-se uma visão geral, dos principais componentes do café em grão verde e após ser torrado. Apesar de alguns componentes existirem em poucas quantidades, ainda sim contribuem para os aromas e sabores diferenciados do café.

Tabela 1: Composição química do café verde e torrado (% m/m, base seca).

Constituinte	Café verde	Café torrado
Cafeína	1,3	1,3
Trigonelina	0,8	0,3
Carboidratos	53,7	38
Ácidos clorogênicos	8,1	2,5
Lipídios	15,2	17
Aminoácidos	11,1	7,5
Ácidos orgânicos	2,3	2,4
Melanoidinas	-	25,4
Aroma volátil	Traços	0,1
Cinzas (minerais)	3,9	4,5

Fonte: Oestreich-Janzen, 2013 adaptado.

Assim como a maioria dos tecidos vegetais, os grãos de café verde são compostos principalmente por polissacáridos insolúveis, como celulose e hemiceluloses. Contêm também carboidratos solúveis, tais como os monossacáridos frutose, glicose, galactose e arabinose, os oligossacáridos de sacarose, rafinose e estaquiose e polímeros de galactose, manose, arabinose (NUHU, 2014).

Além disso, também estão presentes ácidos alifáticos não voláteis, tais como os ácidos cítrico, málico e quínico além de ácidos voláteis, como ácidos acético, propanóico, butanóico, isovalérico, hexanóico e decanóico (PATAY et al., 2016). Os óleos e ceras são também constituintes importantes, representando 8 a 18% da massa seca. A cafeína é o principal alcaloide dos grãos de café, representando 1 a 4% (base seca), e apresentam variação de concentração entre as diferentes cultivares (ESQUIVEL & JIMÉNEZ, 2012).

Em seus estudos, Oliveira e colaboradores (2006) avaliaram a composição aproximada de grãos de café de qualidade inferior para possíveis formas de utilização destes resíduos. De acordo com o estudo supracitado, os grãos de café de qualidade inferior, e rejeitados não apresentaram diferenças significativas do teor de proteína se comparados aos grãos de boa

qualidade, mas apresentaram um teor de lipídeos inferior, bem como diferenças ao nível do teor de cinzas (minerais).

Por outro lado, não foram observadas diferenças na composição de ácidos graxos entre os dois tipos de café, os autores concluíram que o óleo e os sólidos residuais produzidos a partir de grãos rejeitados podem ser utilizados em formulações para as indústrias alimentar, farmacêutica e agrônômica depois de um processamento mínimo (OLIVEIRA et al., 2006).

Outro trabalho relativo às potencialidades dos grãos de café de baixa qualidade e rejeitados, foi publicado por Ramalakshmi e colaboradores (2008), que estudaram a extração de grãos de café defeituosos com diferentes solventes. O maior rendimento de extrato foi obtido com metanol (12%), sendo que este extrato apresentou atividade antioxidante bastante significativa (92,5 e 58% respetivamente). Os autores validaram também a presença de compostos fenólicos e ácidos clorogênicos, afirmando que extratos preparados com café rejeitado são fontes adequadas de antioxidantes fenólicos, passíveis de utilização em sistemas alimentares dependendo de mais estudos (RAMALAKSHMI et al., 2008).

Além disso, de acordo com Almeida-Bezerra (2020), vários estudos apontam que o *C. arabica* possui quantidades significativas do composto alcaloide, a cafeína, que podem atuar como precursor de efeitos alelopáticos, e que através de extratos podem influenciar a inibição da germinação, interferindo assim no processo germinativo de várias espécies, principalmente daninhas (MAY et al., 2011; DAHIYA et al., 2017; ASLAM et al., 2017; SILVA et al., 2013; MAHALIK, 2020), e até mesmo das sementes do próprio café (ROSA et al., 2006; ROSA et al., 2007).

2.3 Alelopatia

As plantas produzem naturalmente os metabólitos secundários importantes para funções biológicas, ecológicas, interações com as plantas vizinhas e o meio ambiente (DUKE 2015; CHENG & CHENG, 2015; SANGEETHA & BASKAR, 2015). Essas interações químicas são complexas, variadas e podem fornecer várias vantagens para a planta doadora (REIGOSA et al., 1999; REIGOSA et al., 2013; CHENG & CHENG, 2015).

O termo "alelopatia" foi introduzido primeiramente por um fisiologista vegetal austríaco chamado Molisch (1937), o termo serve para se referir às interações bioquímicas inibitórias e estimuladoras, entre todas as plantas, incluindo microorganismos. Posteriormente, foi definido por Rice (1984) como qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou destrutivo de uma planta sobre outra através da produção de compostos químicos (aleloquímicos / fitotoxinas) que são

liberados para o meio ambiente de partes da planta por lixiviação, fluxo do caule, exsudação da raiz, volatilização, decomposição de resíduos e outros processos em sistemas naturais e agrícolas.

Já de acordo com Khaliq et al. (2011) alelopatia é definida como o mecanismo que explica as interações inibitórias e/ou estimuladoras na interface solo-planta por meio de produtos bioativos produzidos por vias bioquímicas. Mas também, a respeito da alelopatia, um ponto importante é que seus efeitos dependem de compostos químicos liberados no meio ambiente por plantas vivas ou partes de plantas em decomposição (DAYAN et al., 2000; EINHELLIG, 2004).

De acordo com Tesio e Ferrero (2011), ainda, a alelopatia pode ser utilizada como uma ferramenta a ser manipulada para controlar ervas daninhas em agroecossistemas. O uso da alelopatia para o manejo de ervas daninhas pode ser por meio de interações alelopáticas naturais diretas, com o cultivo de plantas específicas, ou através do uso de aleloquímicos como extratos com compostos fitotóxicos naturais (SINGH et al., 2003; BHOWMIK & INDERJIT, 2003; JABRAN et al., 2015).

Além disso, o uso indiscriminado de herbicidas resulta em sérias implicações ecológicas, principalmente com o surgimento de espécies resistentes de ervas daninhas, maior poluição ambiental e riscos à saúde (BERTHOLDSSON, 2012; KHALIQ et al., 2012). A atenção da pesquisa agora está focada em encontrar estratégias alternativas para o manejo de ervas daninhas.

Com isso, essas abordagens alelopáticas para o manejo de ervas daninhas reduzem os efeitos deletérios das práticas agrícolas atuais e dos custos de insumos no agroecossistema (SINGH et al., 2003; TESIO & FERRERO, 2011; ALBUQUERQUE et al., 2011; JABRAN et al., 2015).

Nesse sentido, em vários estudos foram verificados alguns grupos químicos identificados com potencial alelopático, como os compostos fenólicos e derivados. Dentro desta classe podemos citar os compostos com efeitos aleloquímicos, como fenóis simples, ácidos fenólicos, flavonoides tricetonas, terpenos, terpenoides, cumarinas, benzoquinonas, estrigolactonas, lignina e aminoácidos não proteicos, e taninos de estrutura complexa (OLIVEIRA et al., 2017; RICE, 2012; HUSSAIN & REIGOSA, 2011), alcaloides, esteroides, quinonas, ácidos orgânicos, aldeídos, ácidos aromáticos e lactonas simples insaturadas (NUNES et al., 2002), ácidos graxos de cadeia longa e, polipeptídios, glicosídeos, purinas e nucleotídeos (OLIVEIRA et al., 2017; SOUZA FILHO & ALVES, 2002).

Dessa forma, em seus estudos, Friedman (1995), listou várias espécies de plantas, incluindo o café arábica, que contêm inibidores de germinação ou crescimento, pertencentes a uma ampla variação de tipos de grupos químicos.

De acordo com Chou & Waller (1980), no *C. arabica*, já foi identificado, além da cafeína, outros aleloquímicos como teofilina, teobromina, paraxantina, escopoletina e os ácidos cafeico, coumarico, ferulico, p-hidroxibenzoico, vanílico e clorogenico, presentes nos frutos (CHOU & WALLER, 1980).

Dentre os vários compostos aleloquímicos encontrados nos frutos do café, no grupo dos alcaloides, a cafeína tem sido a mais estudada, sendo encontrada, quantificada e aferida, além das sementes, mas também inclusive em folhas (MAZZAFERA & MAGALHÃES, 1991), juntamente com a comprovação de seu potencial alelopático (CHOU & WALTER et al., 1980). Além disso, a cafeína possui ainda, a característica de se complexar ao potássio e de poder atuar como molécula armazenadora de nitrogênio, deixando-o indisponível para a absorção rápida das plantas, e somente depois de sua degradação ocorre a liberação desses macronutrientes (MAZZAFERA et al., 1996).

2.4 Plantas Daninhas e controle químico

Existem vários fatores que podem afetar o rendimento e a produtividade das lavouras, dentre eles, um dos que mais causam danos é a ocorrência de agentes bióticos, como as plantas daninhas. As plantas daninhas causam efeitos diretos na cultura principal, pelo alto grau de interferência, tanto pela competição quanto pelos possíveis efeitos de alelopáticos. Além disso causam como efeitos indiretos o aumento do custo de produto e ainda podem hospedar pragas e doenças, com isso, são capazes de causar perdas médias na produção no entorno de 36% (OERKE, 2006), porém, quando as plantas daninhas não são controladas, essas perdas podem se estender em alguns casos a mais de 80% (ZANDONÁ et al., 2018; AGOSTINETTO et al., 2017; ALVES et al., 2013; SILVA & PIRES, 1990).

Um dos principais métodos de contenção e mais utilizado contra as plantas daninhas é o controle químico, pela ação dos herbicidas. Contudo, o uso inapropriado desses produtos tem provocado muitos casos de resistência de plantas daninhas. Este processo compromete a produtividade, diminuindo os rendimentos nos cultivos agrícolas, ocasionando aumento nos custos de produção e inviabilizando a utilização de determinados herbicidas (ZANDONÁ et al., 2018; AGOSTINETTO et al., 2017).

O surgimento de plantas daninhas resistentes aos herbicidas está relacionado a pressão de seleção causada pela aplicação repetida de um mesmo herbicida ou herbicidas com um mesmo mecanismo de ação. Existe uma grande variabilidade genética nas populações infestantes e, caso um mesmo produto seja sempre utilizado, as plantas resistentes sobreviverão e, nos anos subsequentes, aumentarão a frequência destas plantas na população, até que somente ocorram plantas resistentes na área tratada (KARAM et al., 2018).

De acordo com Kissmann (1996), o primeiro caso de resistência foi registrado em 1957. De lá para cá, já foram identificadas plantas daninhas resistentes em 400 mil locais diferentes no mundo, em 196 espécies (114 dicotiledôneas e 82 monocotiledôneas) (INOUE & OLIVERIA JR, 2011). Um dos mecanismos de ação de alguns herbicidas são os inibidores da acetolactado sintase (ALS), que já registra um grande número de espécies de plantas daninhas resistentes, chegando a ser listado mais 100 espécies diferentes (INOUE & OLIVERIA JR, 2011), e dentre elas, duas dessas espécies que se destacam, são a tiririca (*Cyperus rotundus*) e o picão (*Bidens pilosa* L.), cujo qual também é resistente aos inibidores do fotossistema II.

O picão-preto (*B. pilosa* L.) é uma espécie nativa da América do Sul, pertencente à família das Asteraceas, com características de ciclo anual, herbácea, sendo reproduzida por sementes (LORENZI, 2014). Segundo Kissmann & Groth (1999) uma das culturas que apresentam maior infestação dessa daninha é a soja, cujo rendimento final pode ter decréscimo de até 30% quando a intensidade da infestação for severa (MENDES et al., 2019).

A tiririca (*C. rotundus*) encontra-se entre as 20 espécies daninhas que mais causam prejuízos no mundo, pois é uma espécie perene e apresenta fácil adaptabilidade em diferentes ambientes agrícolas (PANOZZO et al., 2009). É uma planta daninha de difícil manejo, pois tem capacidade de se reproduzir sexuada e assexuadamente. E também, os tubérculos de tiririca permanecem dormentes no solo por longos períodos e atuam como as principais unidades de dispersão ao longo do tempo, com isso causam prejuízos em diversas culturas comerciais (JAKELAITIS et al., 2003).

Apenas na área de soja no Brasil, a estimativa do custo da resistência de plantas daninhas, está entre 3,7 e 6,0 bilhões de reais, somente avaliando os gastos com o manejo dessas espécies. Porém, relacionado a inserção de uma perda de 5% pela competição entre as plantas, os custos passam a alcançar cerca de 9 bilhões (ADEGAS et al., 2017).

Com isso, os custos da produção estão cada vez mais elevados e a presença de plantas daninhas resistentes aos herbicidas, além do uso de doses mais elevadas do que as recomendadas para o manejo da resistência, é o fator mais importante na elevação de custos (KARAM et al., 2018).

A utilização de produtos químicos como herbicidas no controle de plantas daninhas, além de causar efeitos inerentes, como resistência, aumentam os riscos de acúmulo de resíduos tóxicos e de contaminação do solo e de águas subterrâneas (RODRIGUES et al., 2010). Na busca por medidas alternativas que possibilitem um controle menos agressivo ao meio ambiente, Inoue et al. (2010) sugerem o emprego da alelopatia no manejo integrado de plantas daninhas. Segundo Olibone et al. (2006) as substâncias alelopáticas liberadas por uma planta, além de inibir a germinação das sementes de outras espécies vegetais, podem prejudicar o vigor, afetar o crescimento, provocar redução do perfilhamento e também o atrofiamento das raízes.

Dentre as espécies utilizadas como planta-teste ou receptoras em ensaios com produtos químicos, principalmente com herbicidas, destaca-se o alface (*Lactuca sativa*) (BARBOSA et al., 2001; ALVES, 2004; MARASCHIN-SILVA & AQUILA, 2006; FERREIRA et al., 2007), as quais são sensíveis a produtos químicos diversos e podem servir como espécie indicadoras de efeitos alelopáticos. Além disso, o alface é uma das espécies mais utilizadas em biotestes de laboratório também por causa da sua alta taxa de germinação e rápido desenvolvimento (FERREIRA & ÁQUILA, 2000).

2.5 Plantas daninhas na cultura do café

Devido a competição com o cafeeiro, as plantas daninhas podem causar reduções na produtividade de 55% a 77%, o que pode gerar perdas no rendimento no entorno de até 178 kg/ha (ALCÂNTARA & FERREIRA, 2000).

Segundo Blanco (1982), na implantação da lavoura de café, que vai desde o plantio até o segundo ano, é um período crítico para o controle de plantas daninhas. Isso é devido à grande parte do solo estar exposto, o que favorece o crescimento das plantas invasoras o que pode ocasionar competição entre as espécies. Em cafeeiros jovens há uma redução do conteúdo de macro e micronutrientes pela competição, com isso o cafeeiro teria seu potencial de crescimento reduzido, além de tornar-se mais sensível ao ataque de patógenos (RONCHI et al., 2003). Nesses casos, o cafeeiro apresenta um crescimento lento, comparativamente ao das plantas daninhas, sofrendo, portanto, os efeitos da intensa competição pelos recursos do ambiente, até mesmo competição por luz (KOGAN, 1992). Portanto, principalmente nesse período de implantação, as linhas de plantio devem ficar livre de plantas daninhas.

Além disso, de acordo com Machado (2019), em seu estudo sobre interferência de *B. pilosa* no crescimento inicial de mudas de café, constatou-se que as plantas sob competição, reduziram o crescimento e teor de fósforo foliar, e conforme o aumento da densidade da

competição, essa redução foi intensificada. Do mesmo modo, de acordo com as avaliações da fisiologia das plantas, a fluorescência da clorofila e os teores de clorofila a e b também foram influenciados, acarretando prejuízos no aparelho fotossintético do cafeeiro.

Para Dias et al. (2005), as características mais afetadas pela competição foram a área foliar e a biomassa seca do caule, com redução de 53,4% e 44,8% respectivamente no verão e o número de folhas, com redução de 29,7% no inverno. A redução no crescimento e na concentração de nutrientes no sistema radicular de plantas de café foi de 47% a 52% se comparado com o tratamento sem plantas daninhas.

Com isso, o manejo adequado das plantas daninhas nas plantações de café, principalmente na época de instalação, é essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas e posterior sucesso na produtividade da lavoura.

3. Material e Métodos

3.1 Local e material vegetal

O trabalho foi realizado no Laboratório Central de Sementes, do Departamento de Agricultura, e no Laboratório de Química Orgânica do Departamento de Química, da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Foram utilizadas sementes de alface, cultivar Regina de verão, da fabricante ISLA. As sementes da espécie picão preto e os tubérculos da espécie tiririca utilizadas foram coletadas em lavoura de café situada na Universidade Federal de Lavras. Antes da semeadura, as sementes foram lavadas (3x) em água corrente para evitar contaminações.

3.2 Preparação dos extratos de café verde e torrado

3.2.1 Obtenção e beneficiamento dos Cafés

Os grãos de café de qualidade inferior (*C. arabica* L.) foram provenientes da safra 2019/2020 do sul de Minas Gerais, fornecidas pelo Departamento de Agronomia – UFLA. As amostras constituíram-se em dois tratamentos, sendo, cafés torrados em torrador com capacidade para 1 kg, no grau de torração médio, e cafés verdes, que foram triturados em liquidificador industrial. Em seguida, os grãos torrados e moídos, e os grãos verdes triturados foram empacotados em embalagens de polietileno de 1 kg e armazenados à temperatura ambiente, até o uso.

3.2.2 Extração de Café (sólido-líquido por refluxo)

Após a realização de pré-testes, o protocolo para extração dos extratos dos cafês, foi definido como segue:

A extração dos cafês torrados e verdes foi realizada pelo método sólido-líquido por refluxo, sendo utilizado o etanol como solvente. Para a extração foram utilizados 170 g de café verde e 100 g de café torrado, sendo que estes foram acondicionados em balões volumétricos de 1 L, e adicionado 500 mL de etanol em ambos os tratamentos. A extração ocorreu em capela de fluxo laminar por um período de 4 horas, em mantas térmicas à temperatura de ebulição do solvente (etanol a 78,37 °C).

3.2.3 Obtenção do extrato

Após o processo de extração, os extratos de cafês verde e torrado foram filtrados em filtro a vácuo, acondicionados em erlenmeyers e armazenados por 24 horas em geladeira a 10 °C.

Após o armazenamento, os extratos foram rotavaporizados (Rotavapor Buchi R-144), por um período de ± 2 horas. Os extratos puros obtidos foram acondicionados em cadinhos e mantidos em capela de fluxo laminar por um período de sete dias, até evaporação total do solvente. Finalmente o extrato puro foi acondicionado em vidros hermeticamente fechados e armazenados em freezer a -10 °C, para posteriores análises (Figura 1).

Figura 1 - Ilustrações das etapas realizadas no laboratório de Química Orgânica – Departamento de Química - UFLA, desde a obtenção de grãos de café de qualidade inferior, até a produção do extrato puro.



1. Grãos de Café verde, e torrado e moído



2. Extração



3. Extrato com solvente



4. Rotavaporização do extrato



5. Extrato puro



6. Extrato armazenado

3.2.4 Preparação das soluções com os extratos de café

Após a obtenção dos extratos de café verde e café torrado, esses foram pesados para a preparação das soluções com as diferentes concentrações dos extratos, elas foram compostas de 0,5 g do extrato de café verde ou torrado para a concentração de 25%, 1,0 g para a concentração de 50%, 1,5 g para 75% e 2,0 g para 100%. Após a pesagem, os extratos foram diluídos em 100 mL de água destilada para se obter as soluções que foram colocadas nos papéis de germinação. O controle, a concentração de 0%, foi composta somente de água destilada.

3.3 Teste de germinação das sementes

As sementes dos lotes das diferentes espécies estudadas, alface e picão, e os tubérculos de tiririca recém-colhidas, foram avaliadas por meio do teste de germinação. Para as sementes de

picão e alface, foram realizadas com quatro repetições de 25 sementes, já a tiririca foram quatro repetições de cinco tubérculos de cada tratamento. Elas foram semeadas em papel de germinação umedecidos com as soluções com os extratos de café verde ou torrado, nas concentrações de 25, 50, 75 e 100%, na quantidade de duas vezes e meia o peso do papel seco (3 mL de extrato por repetição), e acondicionadas em caixas transparentes do tipo gerbox. Os gerbox com as sementes foram mantidos em BOD, na presença de luz por 12 horas diárias, com 20 °C para o alface (BRASIL, 2009) e 25 °C para o picão e tiririca (SILVEIRA, et al., 2019; MUNIZ, et al., 2019).

Foram realizadas avaliações diárias, computando-se o número de sementes ou tubérculos germinados. Para o alface, foi feito o teste até o sétimo dia, conforme a RAS (BRASIL, 2009), e para o picão e a tiririca foram feitas as contagens até três dias após o controle apresentar 100% de germinação, que ocorreu ao oitavo dia para o picão e ao décimo dia para a tiririca.

3.4 Índices de velocidade de germinação

A contagem do número de sementes ou tubérculos germinados foi realizada diariamente, e posteriormente foram calculados dois diferentes índices de velocidade de germinação (IVG), propostos pela equação de Edmond e Drapala (1958) e pela equação de Maguire (1962).

Índice de velocidade de germinação calculado de acordo com a fórmula de Edmond e Drapala (1958):

$$IVG = \frac{(N_1G_1) + (N_2G_2) + \dots + (N_nG_n)}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)} \quad (1)$$

Onde:

N_1 = número de dias da primeira germinação;

G_1 = número de sementes germinadas no primeiro dia;

N_2 = número de dias da segunda germinação;

G_2 = número de sementes germinadas no segundo dia;

N_n = número de dias da última germinação.

G_n = número de plântulas germinadas na última contagem.

Índice de velocidade de germinação calculado de acordo com a fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = \frac{N1}{D1} + \frac{N2}{D2} + \dots + \frac{Nn}{Dn} \quad (2)$$

Onde:

N = números de plântulas germinadas no dia da contagem;

D = números de dias após a sementeira em que foi realizada a contagem.

3.5 Comprimento de plântula

Ao final dos testes de germinação, as sementes germinadas foram fotografadas com auxílio de uma câmera fotográfica digital Canon SX50®, em todas as repetições, juntamente com uma régua milimétrica ao lado, e posteriormente foi medido o comprimento das raízes de alface e picão, e parte aérea e raiz da tiririca, com o auxílio do programa ImageJ®.

3.6 Matéria seca

Para avaliação da matéria seca total (MST) e matéria seca por plântula (MSP), no último dia do teste de germinação, as plântulas de alface e picão foram embaladas em sacos de papel, devidamente identificados, depois, foram mantidas em estufa de circulação de ar a 60°C, por um período de aproximadamente 72 horas (até atingirem peso constante). A determinação do peso da matéria seca foi feita em balança digital de precisão 0,0001g.

3.7 Delineamento experimental e análises estatísticas

Nas avaliações das sementes e dos tubérculos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes para as espécies alface e picão, e cinco tubérculos para a espécie de tiririca. Foi feito um esquema fatorial 2 x 5, sendo dois tipos de extratos de café (café verde ou café torrado) X cinco concentrações dos extratos (0, 25, 50, 75 e 100%). Todos os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019) e as médias avaliadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

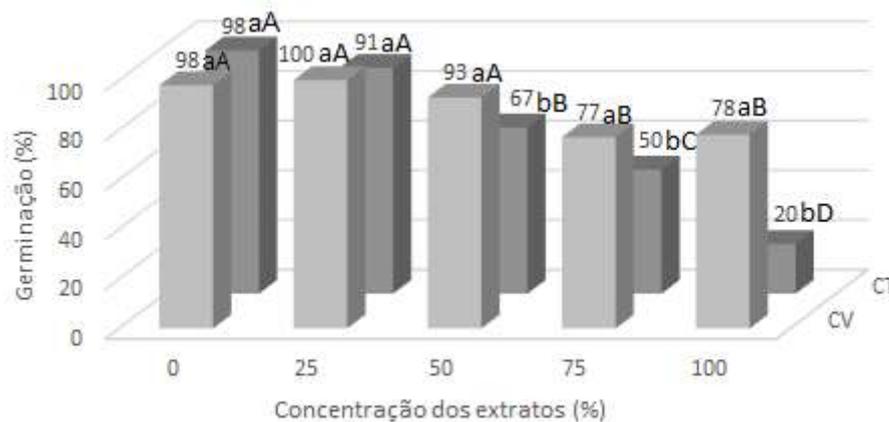
4. Resultados

4.1 Sementes de Alface

De acordo com a análise de variância feita para os resultados do teste de germinação das sementes de alface (ANEXO 1), houve interação dupla entre os fatores de variação concentração e tipo de extrato de café verde (CV) ou de café torrado (CT).

De modo geral, as maiores concentrações, de 75 e 100%, dos dois tipos de extratos de café, ocasionaram redução da germinação das sementes de alface (FIGURA 2 e 3). Mais especificamente para o extrato de café verde, as concentrações de 25 e 50% foram iguais ao controle onde foi adicionado somente água destilada, ou seja, não surtiram efeito sobre a germinação das sementes de alface. Já o café torrado, com 50% de concentração do extrato, já ocorreu diminuição da germinação. Portanto, se comparando os dois tipos de extratos de café, o café torrado foi mais eficiente na inibição da germinação de sementes de alface, apresentando menores médias em relação ao extrato de café verde em concentrações acima de 50%.

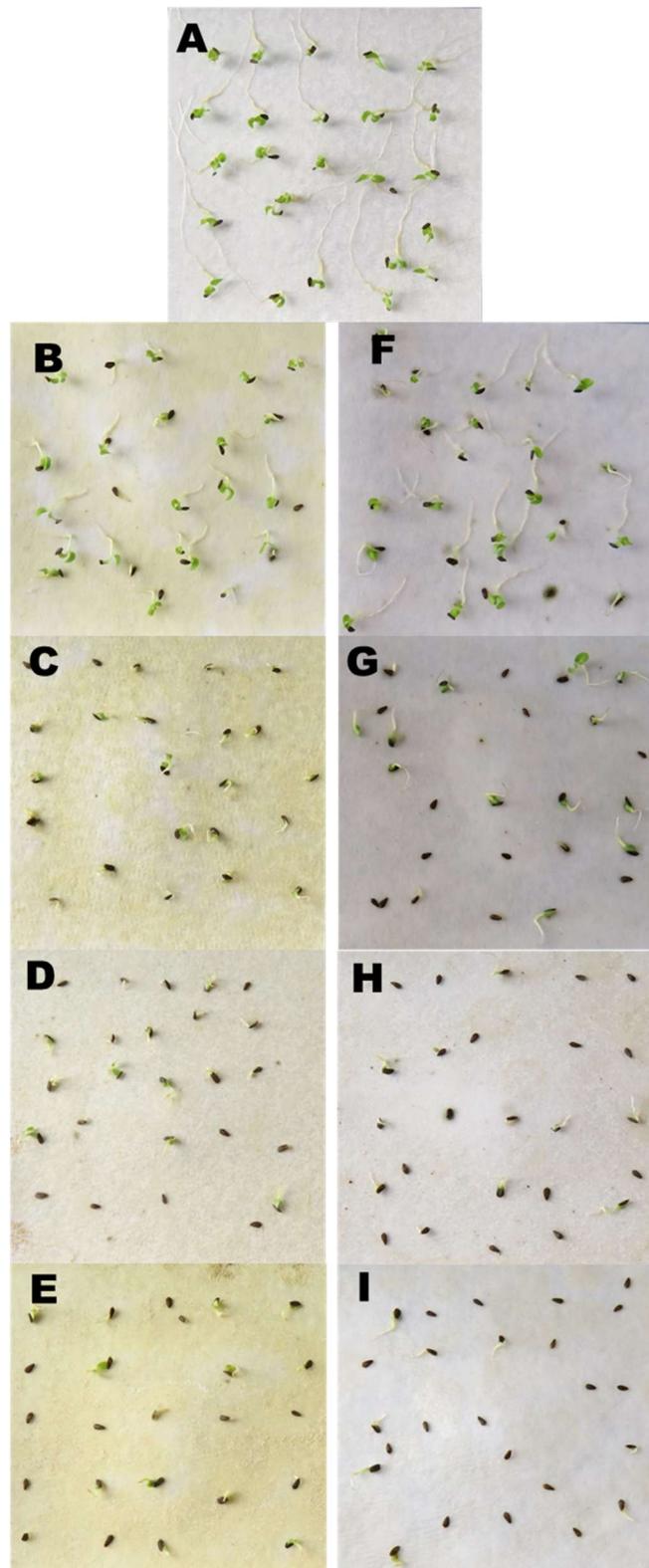
Figura 2 - Porcentagens médias do teste de germinação de sementes de alface cultivadas em diferentes concentrações de dois diferentes extratos de café: café verde (CV) ou café torrado (CT).



*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre os tipos de extratos de café (CV e CT) e maiúsculas entre as diferentes concentrações dos extratos, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

Figura 3 – Germinação de sementes de alface em diferentes concentrações de extratos de café: (A) Plântulas normais do tratamento controle; (B) Plântulas cultivadas com extrato de café torrado (CT) na concentração de 25%; (C) CT 50%; (D) CT 75 %; (E) CT 100%; (F) Plântulas cultivadas com extrato de café verde (CV) na concentração de 25% (G) CV 50%; (H) CV 75%; (I) CV 100%.

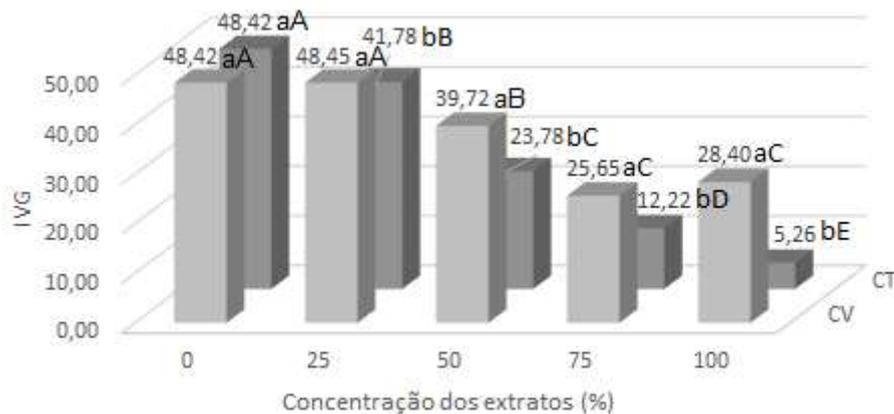


Fonte: Da autora (2021).

Conforme a análise de variância dos resultados do índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de alface, de acordo com a metodologia de Maguire (1962), ocorreu interação dupla entre as concentrações e os tipos de extratos (CV e CT). No entanto, segundo a metodologia de Edmond e Drapala (1958) também para as sementes de alface, não houve interação entre os fatores, mas os fatores tipo de extrato e concentrações apresentaram diferenças significativas separadamente.

Segundo a metodologia de IVG de Maguire (1962), quanto maior o valor do índice, mais rápida é a germinação do lote de sementes e com isso, observa-se que o IVG para o alface, apresentou queda conforme aumento da concentração dos dois extratos (FIGURA 4). Se comparando os dois extratos, o café torrado foi o que obteve menores medias do IVG, assim como nos resultados da germinação para essa espécie.

Figura 4 - Médias do índice de velocidade de germinação, calculados pela metodologia de Maguire (1962), de sementes de alface cultivadas em diferentes concentrações de dois diferentes extratos de café: café verde (CV) ou café torrado (CT).



*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre os tipos de extratos de café (CV e CT) e maiúsculas entre as diferentes concentrações dos extratos, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

Quanto menor o valor do índice de velocidade de germinação pela metodologia de Edmond e Drapala (1958), tem-se lotes de sementes com maior potencial fisiológico. Considerando que a velocidade de crescimento se baseia no princípio de que, quanto mais rapidamente a semente germina, maior é o seu vigor, as sementes semeadas no extrato de café verde germinaram mais rápido do que em extrato de café torrado (TABELA 2).

Tabela 2 - Resultados médios do índice de velocidade de germinação, calculados pela metodologia de Edmond e Drapala (1958), de sementes de alface cultivadas em dois diferentes extratos de café.

Tipos de extratos	IVG – Edmond e Drapala (1958)
Café verde	2,77 b
Café torrado	3,27 a

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

Ainda relacionado ao IVG (Edmond e Drapala, 1958), nas diferentes concentrações dos extratos, as sementes semeadas nos extratos de 25% de concentração não apresentaram diferenças em relação ao controle, já as concentrações de 50, 75 e 100%, apresentaram maiores médias que o controle, sendo que 75 e 100% não diferiram estatisticamente (TABELA 3).

Tabela 3 - Resultados médios do índice de velocidade de germinação, calculados pela metodologia de Edmond e Drapala (1958), de sementes de alface cultivadas em diferentes concentrações dos extratos de café.

Concentrações dos extratos	IVG – Edmond e Drapala (1958)
0	2,04 a
25	2,19 a
50	3,02 b
75	3,62 c
100	4,22 c

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

De acordo com a análise de variância para o comprimento de raízes de alface, não houve interação entre os fatores de variação, mas ocorreu diferenças significativas entre as concentrações dos extratos. Todos os comprimentos médios de raízes de alface foram menores que o controle, mesmo na menor concentração de 25%, mas não houve diferenças entre as concentrações de 50, 75 e 100%, respectivamente (TABELA 4).

Tabela 4 - Resultados médios do comprimento de plântulas (mm), no último dia do teste de germinação, de sementes de alface, cultivadas em diferentes concentrações dos diferentes extratos de café.

Concentrações dos extratos	Comprimento de plântula
0	31,09 a
25	13,99 b
50	6,68 c
75	4,60 c
100	3,06 c

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

Os resultados da matéria seca das plântulas de alface, de acordo com a análise de variância, não apresentaram interação entre os fatores diferentes, concentrações e tipos de extratos, mas eles apresentaram diferenças estatísticas para cada fator isoladamente para a matéria seca total. Já quanto a matéria seca por plântula de alface, não ocorreu interação entre os fatores de variação, tipo e concentração dos extratos, e nem do fator isolado tipo de extrato, mas ocorreu diferença estatística entre as concentrações dos extratos.

O extrato de café torrado mostrou-se mais eficiente no controle do acúmulo de matéria seca total em plântulas de alface (TABELA 5). Mas, só houve diminuição do acúmulo de matéria seca total com 75 e 100% de concentração dos extratos (TABELA 6).

Tabela 5 - Resultados médios da matéria seca total (mg), ao fim do teste de germinação, de sementes de alface cultivadas em dois diferentes extratos de café.

Tipos de extratos	Matéria seca Total
Café verde	16,08 a
Café torrado	11,79 b

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

Tabela 6 - Resultados médios da matéria seca total (mg) e matéria seca por plântula (mg), ao fim do teste de germinação, de sementes de alface cultivadas em diferentes concentrações dos extratos de café.

Concentrações dos extratos	Matéria seca total	Matéria seca por plântula
0	18,9 a	1,34 a
25	16,95 a	0,86 b
50	15,79 a	0,77 b
75	11,00 b	0,70 b
100	7,03 c	0,56 b

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

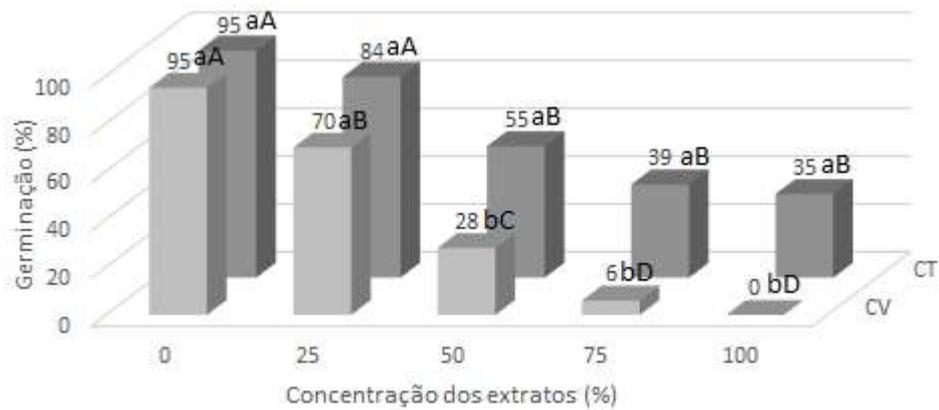
Diferentemente dos resultados de matéria seca total, os resultados de matéria seca por plântula, além de não ocorrer distinção entre os tipos de extratos, os valores médios de matéria seca por plântula diferiram do controle a partir de 25% de concentração dos extratos. Mas não houve diferenças entre as concentrações acima de 25% (TABELA 6).

4.2 Sementes de Picão

De acordo com a análise de variância feita para os resultados do teste de germinação das sementes de picão (ANEXO 2), houve interação dupla entre os fatores de variação concentração e tipo de extrato de café verde (CV) ou de café torrado (CT).

Diferentemente para o que ocorreu com a germinação das sementes de alface, verificou-se no teste de germinação da espécie picão, que o extrato de café verde ocasionou menores médias na germinação das sementes, em relação ao extrato de café torrado (FIGURA 5 e 6).

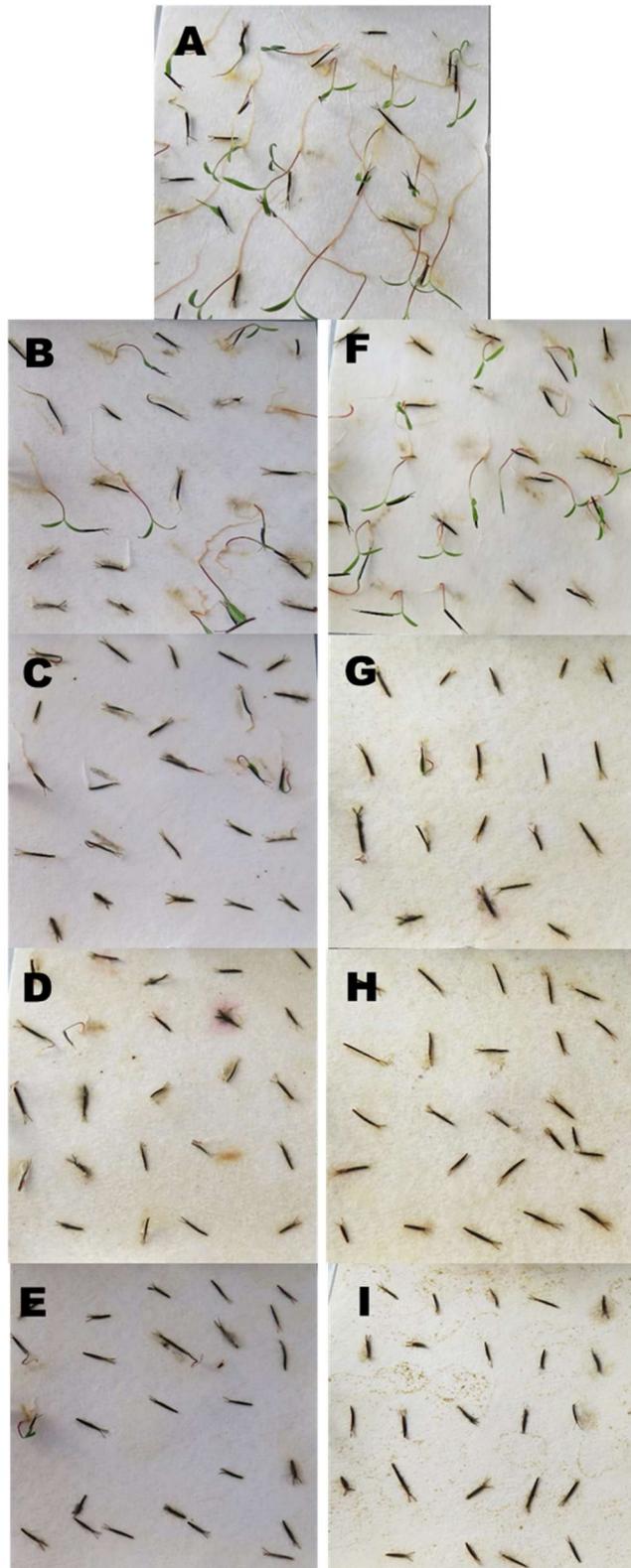
Figura 5 - Percentagens médias do teste de germinação de sementes de picão cultivadas em diferentes concentrações de dois diferentes extratos de café: café verde (CV) ou café torrado (CT).



*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre os tipos de extratos de café (CV e CT) e maiúsculas entre as diferentes concentrações dos extratos, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

Figura 6 - Germinação de sementes de picão em diferentes concentrações de extratos de café: (A) Plântulas normais do tratamento controle; (B) Plântulas cultivadas com extrato de café torrado (CT) na concentração de 25%; (C) CT 50%; (D) CT 75 %; (E) CT 100%; (F) Plântula cultivadas com extrato de café verde (CV) na concentração de 25% (G) CV 50%; (H) CV 75%; (I) CV 100%.



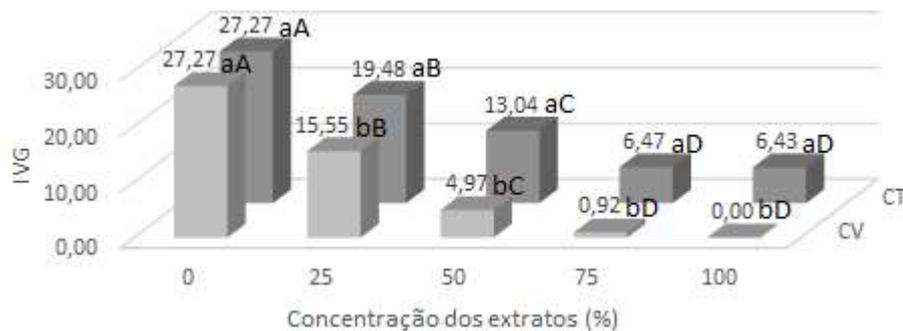
Fonte: Da autora (2021).

Embora o extrato de café torrado tenha causado diminuição da germinação, a partir da concentração de 50% quando comparado ao controle, o café verde foi mais eficiente na inibição da germinação. As sementes de picão cultivadas no extrato de café verde na concentração de 75 e 100%, tiveram a germinação completamente inibida, indicando assim, uma potencial alternativa a ser utilizada como herbicida natural e com elevada eficiência no controle da germinação para essa espécie daninha.

Conforme a análise de variância dos resultados do índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de picão, de acordo com duas diferentes metodologias, de Maguire (1962) e de Edmond e Drapala (1958), ocorreu interação dupla entre as concentrações e os tipos de extratos (CV e CT).

Concordando com os resultados do teste de germinação, e diferentemente dos resultados das sementes de alface, nas sementes de picão, o extrato de café verde se apresentou mais eficiente em limitar os índices de velocidade de crescimento, tanto na metodologia de Maguire (1962) quanto pela metodologia de Edmond e Drapala (1958) (FIGURAS 7 e 8).

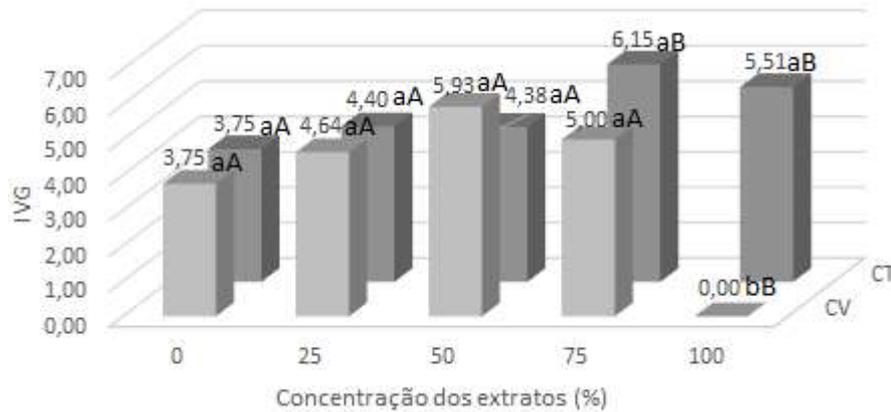
Figura 7 - Resultados médios do índice de velocidade de germinação, calculados pela metodologia de Maguire (1962), de sementes de picão, cultivadas em diferentes concentrações de dois diferentes extratos de café: café verde (CV) ou café torrado (CT).



*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre os tipos de extratos de café (CV e CT) e maiúsculas entre as diferentes concentrações dos extratos, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

Figura 8 - Resultados médios do índice de velocidade de germinação, calculados pela metodologia de Edmond e Drapala (1958), de sementes de picão, cultivadas em diferentes concentrações de dois diferentes extratos de café: café verde (CV) ou café torrado (CT).



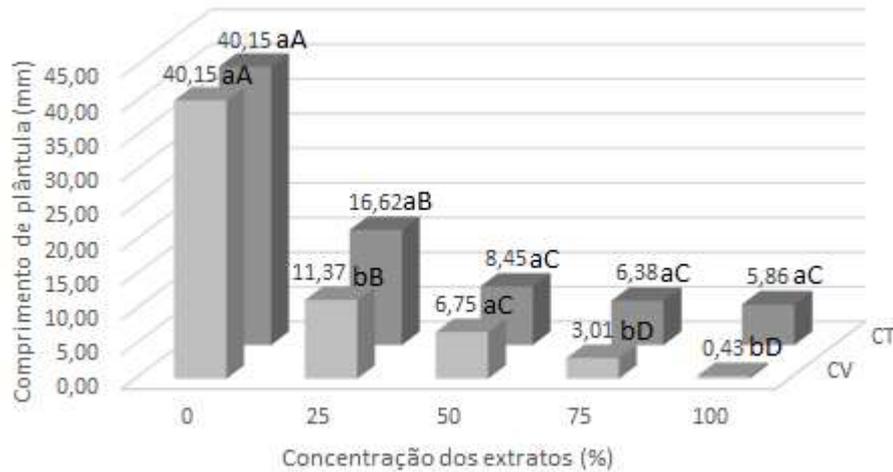
*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre os tipos de extratos de café (CV e CT) e maiúsculas entre as diferentes concentrações dos extratos, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

Na metodologia de Maguire (1962), a partir da concentração do extrato de 25% já se observou a queda do IVG, tanto para o extrato de café verde, assim como para o café torrado. As concentrações de 75 e 100% não diferiram estatisticamente entre si (FIGURA 7). No entanto, diferentemente, o IVG de acordo com a metodologia de Edmond e Drapala (1958), somente distinguiu do controle as concentração do extrato de 100% no café verde, e 75 e 100% as sementes cultivadas com o extrato de café torrado (FIGURA 8).

De acordo com a análise de variância para o comprimento de raízes de picão, verificou-se que houve interação entre os fatores tipo de extrato e concentrações. De forma geral, o café verde ocasionou menores médias de comprimento das raízes de picão (FIGURA 9). Ocorreu também decréscimo no comprimento das raízes já com 25% de concentração, independentemente do tipo de extrato (CV ou CT), se comparado com o controle. As menores médias de comprimento de raiz foram verificadas nos tratamentos de concentrações 75 e 100%, em café verde.

Figura 9 - Resultados médios do comprimento de plântulas (mm), no último dia do teste de germinação, de sementes de picão, cultivadas em diferentes concentrações de dois diferentes extratos de café: café verde (CV) ou café torrado (CT).

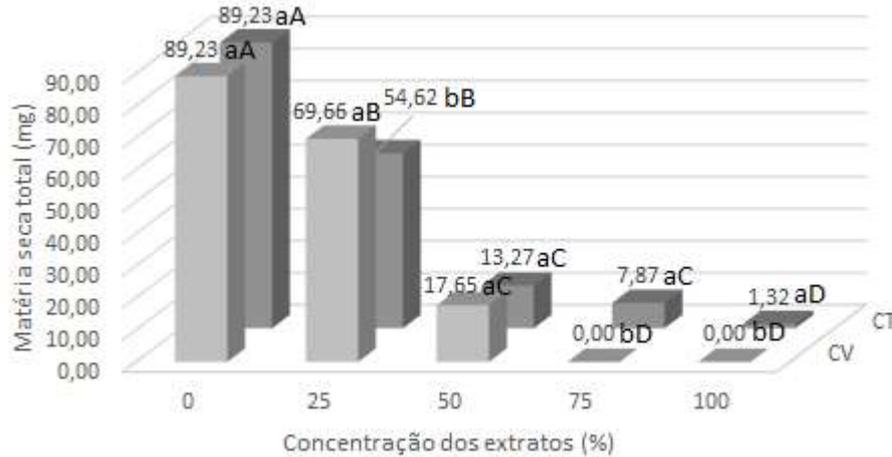


*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre os tipos de extratos de café (CV e CT) e maiúsculas entre as diferentes concentrações dos extratos, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

Já para os resultados da matéria seca de picão, de acordo com a análise de variância, houve interação entre os fatores tipo e concentração dos extratos tanto para a matéria seca total, quanto para a matéria seca por plântula. Nos resultados de matéria seca total e por plântula, o café verde apresentou menores médias nas concentrações de 75 e 100%, isso porque ocorreu pouca ou nenhuma germinação nesses dois tratamentos, nas diferentes repetições, resultando na ausência de matéria seca (FIGURA 10 e 11). Já, se comparando as concentrações, a partir de 25% observa-se menores valores médios de matéria seca total e por plântula nos dois tipos de extrato, sendo que os menores ocorreram nas concentrações de 100% tanto para a matéria seca total quanto para a matéria seca por plântula.

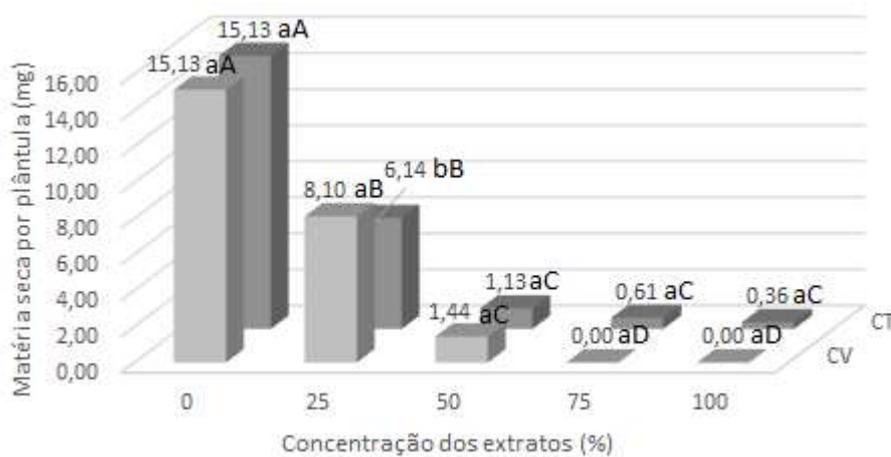
Figura 10 - Resultados médios da matéria seca total (mg), ao fim do teste de germinação, de sementes de picão cultivadas em diferentes concentrações de dois diferentes extratos de café: café verde (CV) ou café torrado (CT).



*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre os tipos de extratos de café (CV e CT) e maiúsculas entre as diferentes concentrações dos extratos, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

Figura 11 - Resultados médios da matéria seca por plântula (mg), ao final do teste de germinação, de sementes de picão cultivadas em diferentes concentrações de dois diferentes extratos de café: café verde (CV) ou café torrado (CT).



*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas entre os tipos de extratos de café (CV e CT) e maiúsculas entre as diferentes concentrações dos extratos, não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

4.3 Tubérculos de Tiririca

De acordo com a análise de variância feita para os resultados do teste de germinação, IVG e comprimento de raiz dos tubérculos da espécie tiririca, não ocorreram diferenças significativa dos fatores de variação tipo e concentração dos extratos (ANEXO 3).

Mas, conforme o resultado da análise de variância para o comprimento da parte aérea de tiririca houve diferenças estatísticas significativas entre os diferentes tipos de extratos de café. Os tubérculos de tiririca cultivados com o extrato de café verde apresentaram menores médias de comprimento da parte aérea (TABELA 7). Esse foi o único parâmetro do estudo em que houve diferenças estatísticas para essa espécie, isso indica que apesar de os extratos de café não ocasionarem a morte dos tubérculos, eles podem provocar diminuição no crescimento nessa espécie.

Tabela 7 - Resultados médios do comprimento da parte aérea (mm), no último dia do teste de germinação, de tubérculos de tiririca, cultivados em dois diferentes extratos de café.

Tipo de extrato	Comprimento da parte aérea
Café verde	21,15 b
Café torrado	34,10 a

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Da autora (2021).

5. Discussão

Como pode ser observado nos resultados, tanto os extratos de café verde quanto os de café torrado, mesmo nas menores concentrações, interfeririam negativamente na germinação do alface e do picão. Isso pode ser explicado pela presença de diferentes compostos fenólicos encontrados nos extratos preparados com café rejeitado de acordo com análises de Ramalakshmi et al. (2008).

Os compostos fenólicos, quando em pequenas quantidades, podem atuar positivamente na germinação das sementes (TIGRE et al., 2015; POPA et al., 2008), porém, quando em alta concentração, podem afetar diferentes processos metabólicos e morfogênicos nas plantas (DMITROVICA et al., 2015) por induzir a geração de espécies reativas de oxigênio, levando ao estresse oxidativo (LI et al., 2015).

De acordo com Almeida-Bezerra (2020), vários estudos apontam que o *C. arabica* possui quantidades significativas do composto alcaloide, a cafeína, que podem atuar como precursor de efeitos alelopáticos, e que através de extratos podem influenciar a inibição da germinação, interferindo assim no processo germinativo de várias espécies, principalmente daninhas (MAY et al., 2011; DAHIYA et al., 2017; ASLAM et al., 2017; SILVA et al., 2013; MAHALIK, 2020), e até mesmo das sementes do próprio café (ROSA et al., 2006; ROSA et al., 2007). Além disso, estudos indicam que existe uma grande fitotoxicidade por parte da teobromina, teofilina e paraxitina presentes no café, sobre o crescimento de radículas (SANTOS et al., 2001).

Em concordância com os estudos de Santos e Pasin (2016), onde sementes de feijão amarelo (*Phaseolus vulgaris* L.), em contato com extrato de café, apresentaram radículas necrosadas e encurvadas, tal fato também pode ser evidenciado no presente estudo para as espécies picão e alface (FIGURAS 3 e 6). Na mesma pesquisa de Santos e Pasin (2016), evidenciou que o extrato da casca de café mostrou-se eficiente no controle de picão, além disso, interferiu negativamente germinação das demais sementes utilizadas, feijão (*P. vulgaris* L.) e abóbora (*Cucurbita pepo* L.).

May et al. (2011), também verificaram anomalias nas radículas de plântulas de pepino (*Cucume sativus*), os autores observaram, encurtamento e engrossamento radicular, alteração no desenvolvimento e necrose, após contato da radícula com o extrato proveniente da imersão de casca de café em água. Segundo Ferreira e Borguetti (2004), algumas substâncias alelopáticas induzem o aparecimento de plântulas anormais, sendo que a necrose radicular é um dos sintomas mais comuns.

De acordo com as pesquisas de Ferreira (2011), extratos da borra de café aplicados em sementes, ou seja, pré-emergente, provocaram efeitos citotóxicos devido as alterações nucleares induzindo a binucleação das células meristemáticas identificadas.

Em seus estudos, Sant'Anna et al. (2017) concluíram que o extrato de café moído pode ser usado como herbicida natural, uma vez que inibiu a germinação de sementes de alface. Foi utilizado na pesquisa extrato aquoso de café moído nas doses de 10 g / L e 5 g / L, onde conseguiu-se reduzir significativamente a germinação e o índice de velocidade de germinação de sementes de alface em relação ao controle.

Porém, ainda nos estudos de Sant'Anna et al. (2017), o tamanho de raízes das plantas tratadas com extratos de café não foram alterados significativamente em comparação com o teste de controle. No entanto, no presente estudo, os comprimentos das raízes foram menores em todos os tratamentos se comparado ao controle (FIGURAS 3 e 6), essa diferença entre os

estudos pode ter ocorrido devido a uma maior eficiência na obtenção de metabolitos secundários por meio da extração solido-liquido por refluxo e também por apresentar uma concentração de café cerca de 10 vezes maior que na pesquisa de Sant'Anna et al. (2017).

De acordo com Belz et al. (2014), alguns compostos aleloquímicos produzidos pelas plantas são caracterizados pela eliminação de plantas vizinhas, porém, não possuem a alta especificidade alcançada por herbicidas sintéticos. Por outro lado, seus efeitos em plantas que recebem o produto são altamente dependentes da dose.

Nas avaliações com a tiririca, apesar de não inibir completamente a sua germinação, o extrato de café verde, independente da concentração, ocasionou menores médias de comprimento da parte aérea, mostrando assim, que houve interferência negativa em seu crescimento, mas mesmo assim, a espécie se mostrou menos sensível aos extratos que o alface e o picão. Muitos experimentos têm demonstrado que espécies monocotiledôneas, como a tiririca, tendem a ser menos sensíveis aos efeitos dos aleloquímicos do que as dicotiledôneas, como o alface e o picão (HEISEY, 1996), fato que pode ser evidenciado no presente trabalho.

Portanto, o uso de extratos de café verde e café torrado como um herbicida natural é possível e viável, porém, estudos mais aprofundados são necessários para se avaliar os efeitos alelopáticos dos extratos em outras espécies de daninhas e também em espécies agricultáveis.

6. Conclusões

Os extratos dos cafés verde e torrado provenientes de cafés de baixa qualidade são eficientes na inibição da germinação da espécie indicadora alface e da espécie daninha picão.

O extrato de cafés verde de qualidade inferior, mesmo na menor dose de 25%, interfere negativamente no crescimento da parte aérea da espécie tiririca.

Os extratos de café verde e torrado apresentam potencial alelopático, e possível utilização como herbicida natural.

7. Referências Bibliográficas

ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D.; SILVA, A. F. da; AGOSTINETTO, D. Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. **Embrapa Soja**. Circular Técnica, Londrina: 132. 11P, 2017.

AGOSTINETTO, D.; SILVA, D. R. O.; VARGAS, L. Soybean yield loss and economic thresholds due to glyphosate resistant hairy fleabane interference. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 84, p. 1-8, 2017.

ALBUQUERQUE, M. B., SANTOS, R. C., LIMA, L. M., FILHO, P. A. M., NOGUEIRA, R. J. M. C., AMARA, C. A. G., RAMOS, A. R. Allelopathy, na alternative tool to improve cropping systems, A review. **Agron Sustain Dev** 31:379–395, 2011.

ALCÂNTARA, E. N. D; FERREIRA, M. M. Efeito de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade física do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, 2000.

ALVES, G. S.; TARTAGLIA, F. L.; ROSA, J. C.; LIMA, P. C.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol em Rondônia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 3, p. 275-282, 2013.

ANDRADE, A. P. S.; MELO, P. G.; AQUINO, F. J. T.; MORAIS, S. A. L.; CHANG, R.; SANTOS, D. Q.; TERRONES, M. G. H. 2009. Avaliação do potencial alelopático e efeitos fitoquímicos obtidos da casca de café (*Coffea arabica*). In: XXXII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2009, Fortaleza. Anais... Sociedade brasileira de Química. Disponível em: <http://sec.s bq.org.br/cdrom/32ra/lista_area_PN.htm>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ANDRADE, H. C. C.; ALCÂNTARA, V. C.; ALDANO, A. P. M.; SANTOS, A. C. Atribuição de sentidos e agregação de valor: insumos para o turismo rural em regiões cafeeicultoras. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 333-346, 2015.

ALMEIDA-BEZERRA, J. W. Alelopatia? Não sei! Nunca Vi! Eu só ouço falar! **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, 2020.

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**, 39 (11): 1083-1086. 2004.

ASLAM, F.; KHALIQ, A.; MATLOOB, A.; TANVEER, A.; HUSSANIN, S.; ZAHIR, A. Z. Allelopathy in agro-ecosystems: a critical review of wheat allelopathy-concepts and implications. **Chemoecology**. 27:1–24. 2017.

BARBOSA, L. C. A., FERREIRA, M. L.; DEMUNER A. J.; SILVA, A. A. & PEREIRA R. C. Preparation and Phytotoxicity of Sorgoleone Analogues. **Química Nova**, 24(6): 751-755. 2001.

BERTHOLDSSON, N. O. Allelopathy-A tool to improve the weed competitive ability of wheat with herbicide-resistant black grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.). **Agron J** 2:284–294. 2012.

BELZ, R. G. Is hormesis an underestimated factor in the development of herbicide resistance? 26th German Conference on weed Biology and Weed Control, March 11- 13, 2014.

BHOWMIK, P.C. & INDERJIT Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. **Crop Prot** 22:661–667. 2003.

BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; PUPO, E. I. H. Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café, em formação. **Biológico**, São Paulo, v.48, p.1, p.9-20, 1982.

BORRELLA, I.; MATAIX, C.; CARRASCO-GALLEGO, R. Smallholder farmers in the speciality coffee industry: opportunities, constraints and the businesses that are making it possible. **IDS Bulletin**, Brighton, v. 46, n. 3, p. 29-44, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA: SDA, 2009. 395 p.

CARVALHO, C. H. S. **Cultivares de café**. Brasília: EMBRAPA, 247 p. 2007.

CHENG, F. & CHENG, Z. Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. **Front. Plant Sci.** 6:1020. 2015.

CHOU, C. H. & WALLER, G. R. Possible allelopathic constituents of *Coffea arabica*. **Journal of Chemical Ecology**, v.6, n.3, p.643-653. 1980.

CHOU, C. H. & WALLER, G. R. Isolation and identification by mass spectrometry of phytotoxins in *Coffea arabica*. **Bot. Bull. Acad. Sinica**, v.21, p.25-34, 1980.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Safra 2021 – Primeiro levantamento, janeiro 2021. Brasília: CONAB, 2021. v. 6, n. 1, p. 1-65, 2021.

DAHIYA, S.; KUMAR, S.; KHEDWAL, R. S.; JAKHAR, S. R. Allelopathy for sustainable weed management. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**; SP1: 832-837. 2017.

DAYAN, F.E.; ROMAGNI, J. G.; DUKE, S. O. Investigating the mode of action of natural phytotoxins. **J Chem Ecol** 26:2079–2094. 2000.

DIAS, T. C. S.; ALVES, P. L. C. A.; LEMES, L. N. Períodos de interferência de *Commelina benghalensis* na cultura do café recém-plantada. **Planta Daninha**, 23(3), 398–404. 2005.

DMITROVICA, S.; MITIC, N.; BUDIMIR, S.; JANOSEVICB, D.; ZIVKAVICA, S.; SKORICA, M.; NINKOVICA, S.: Morpho-histological and bioherbicidal evaluation of wild-type and transformed hairy roots of goosefoot. **S. Afr. J. Bot.** 96, 53–61. 2015.

DUKE, S. O. Proving Allelopathy in Crop-Weed Interactions. **Weed Sci Special issue**: 121–132. 2015.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Leuven, v.71, p.428-434. 1958

EINHELLIG, F. A. Mode of allelochemical action of phenolic compounds. In: Macias FA, Galindo JCG, Molinilo JMG, Cutler HG (eds) **Allelopathy: chemistry and mode of action of allelochemicals**. CRC Press, Boca Raton, pp 217–238. 2004.

ESQUIVEL, P. & JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Res. Int.**, vol. 46, no. 2, pp. 488–495, 2012.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 12, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 323p. 2004.

FERREIRA, M. C.; SOUZA, J. R. P. & FARIA, T. J. Potenciação alelopática de extratos vegetais na germinação e no crescimento inicial de picão-preto e alface. **Ciência e Agrotecnologia**, 31(4): 1054-1060. 2007.

FERREIRA, A. D. **Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.)**. Instituto Politécnico de Bragança, 2011. 115 f. Dissertação (Qualidade e Segurança Alimentar) Escola Superior de Agrária, Lisboa, 2011.

FRIEDMAN, J.; **Allelopathy, autotoxicity and germination**. In: KIEGEL, J., GALILI, G. Seed development and germination, New York: Marcel Dekker, p.629-644. 1995.

GUIMARÃES, E. R. **Terceira Onda do Café: Base Conceitual e Aplicações**. 135 p. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal de Lavras. 2016.

IMAGEJ, Image Processing And Analysis In Java. Disponível em: <https://imagej.nih.gov/ij/>. Acesso em 07/01/2021.

HAGEMANN, T. R.; BENIN, G.; LEMES, C.; MARCHESE, J. A.; MARTIN, T. N.; PAGLIOSA, E. S.; BECHE, E. Potencial alelopático extratos aquosos foliares de aveia sobre azevém e amendoim-bravo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p509-518, 2010.

HEISEY, R.M. Identification of an allelopathic compound from *Ailanthus altissima* (Simaroubaceae) and characterization of its herbicidal activity. **American Journal of Botany**, Columbus, v.83, n.2, p.192-200, Feb. 1996

HUSSAIN, M. I.; REIGOSA, M. J. Allelochemical stress inhibits growth, leaf water relations, PSII photochemistry, non-photochemical fluorescence quenching, and heat energy dissipation in three C3 perennial species. **Journal of Experimental Botany**, v.62, n.13, p.4533-4545, 2011.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA JR, R. S. **Resistencia de plantas daninhas a herbicidas**. Cap. 4. In: R.S. Oliveira Jr. et al. (Eds.), *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas* 2011.

INOUE, M. H.; SANTANA, D. C.; SOUZA FILHO, A. P. S.; POSSAMAI, A. C. S.; SILVA, L. E.; PEREIRA, M. J. B.; PEREIRA, K. M. Potencial alelopático de *Annona crassiflora*: efeitos sobre plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 489-498, 2010.

ICO, International Coffee Organization. International Production data. 2021. [Online]. Disponível em: <http://www.ico.org/prices/po-production.pdf>. [Acess.: 25-Mar-2021].

JABRAN, K.; MAHAJAN, G.; SARDANA, V.; CHAUHAN, B. S. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Prot.** 72:57–65. 2015.

JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L.; MIRANDA, G. V.; MACHADO, A. F. L. Effects of management systems on purple nutsedge populations (*Cyperus rotundus*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 89-95, 2003.

KARAM, D.; SILVA, A. F.; GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VARGAS, L. Situação Atual da Resistencia de plantas Daninhas a Herbicidas nos Sistemas Agrícolas. Cap 31, In: XXXII Congresso Nacional de Milho e Sorgo “Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil”. Lavras – MG, 2018.

KHALIQ, A.; MATLOOB, A.; RIAZ, Y. Bio-economic and qualitative impact of reduced herbicide use in direct seeded fine rice through multipurpose tree water extracts. **Chilean J Agric Res.** 72:350–357. 2012.

KHALIQ, A.; MATLOOB, A.; ASLAM, F.; KHAN, M. B. Influence of wheat straw and rhizosphere on seed germination, early seedling growth and biochemical attributes of *Trianthema portulacastrum*. **Planta Daninha** 29:523–533. 2011.

KISSMANN, K. G. **Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. 6a edição. São Paulo, SP: Basf Brasileira S. A., 33 p. 1996.

KISSMANN, K. G. & GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2a ed. São Bernardo do Campo: Basf; 1999.

KOGAN, M. A. Interferencia de las malezas en plantaciones y estrategias de control. In: **Avances en manejo de malezas en producción agrícola y forestal**. Santiago: Pontificia Universidad Católica, p. 119. 1992.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 7ª.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum; 2014.

MACHADO, C. M. M. **Interferência de *Bidens pilosa* no crescimento e fisiologia do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) submetido a adubações fosfatadas**. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, jan./feb. 1962. 176-177p.

MARASCHIN-SILVA, F. & AQUILA, M. E. A. 2006. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae). **Acta Botanica Brasilica**, 20(1): 61-69.

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

MAZZAFERA, P.; MAGALHÃES, A. C. N. Cafeína em folhas e sementes de *Coffea* e *Paradoffea*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.14, p.157-160, 1991.

MAZZAFERA, P.; YAMAOKA-YANO, D. M.; VITÓRIA, A. P. Para que serve a cafeína em plantas? **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.8, n.1, p.67-74, 1996.

MENDES, R. R.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; SILVA, V. F. V.; HENCKS, J. R. Identification and mapping of cross-resistance patterns to ALS-inhibitors in greater beggarticks (*Bidens* spp.). **Planta Daninha**. V37. 2019.

MUNIZ, D. R.; GARCIA, J. S.; BRAGA, T. C.; FÁTIMA, A.; MODOLO, L. V.; Pre-emergence application of (thio) urea analogues compromises the development of the weed species *Bidens pilosa*, *Urochloa brizantha*, and *Urochloa decumbens*. **Journal of advanced research**, v. 17, p. 95-102, 2019.

MOLISH, H. **Der Einfluss einer Pflanze auf die andere, Allelopathie**. Fischer Jena. 106 p. 1937.

NUHU, A. A. Bioactive Micronutrients in Coffee: Recent Analytical Approaches for Characterization and Quantification. **ISRN Nutr.**, vol. 2014, pp. 1–13, 2014.

NUNES, M. U. C.; CARVALHO, L. M.; NETTO, J. B. A. A. **Alelopatia: ferramenta importante no manejo dos sistemas agrícolas de produção**. Salvador: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002.

OERKE, E. C. Crop losses to pests. **Journal of Agricultural Science**. v. 144, p. 31-43, 2006.

OESTREICH-JANZEN, S. Chemistry of Coffee, March 2013. **Elsevier Inc.**, 2013.

OLIBONE, D.; CALONEGO, J. C.; PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Crescimento inicial da soja sob efeito de resíduos de sorgo. **Planta daninha**, v. 24, n. 2, p. 255-261, 2006.

OLIVEIRA, A. K. M.; MATIAS, R.; PINA, J. C.; SILVA, L. T. Alelopatia e seu potencial na formulação de bioherbicidas. **Produção e gestão agroindustrial**. Volume 4, Londrina: Editora Científica, 140p. 2017.

OLIVEIRA, L.; FRANCA, A.; MENDONÇA, J.; BARROS-JÚNIOR, M. Proximate composition and fatty acids profile of green and roasted defective coffee beans. **LWT - Food Sci. Technol.**, vol. 39, no. 3, pp. 235–239, 2006.

PANDA, A. & MAHALIK, G. Review on Allelopathy: A Natural Way Towards Wild Plant Management. **Indian Journal of Natural Sciences**. Vol.10. Issue 60. 2020.

PANOZZO, L. E.; AGOSTINIELO, D.; GALON, L.; MORAES, P. V. D.; PINTO, J. J. O.; NEVES, R. Métodos de manejo de *Cyperus esculentus* na lavoura de arroz irrigado. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 165-174, 2009.

PATAY, E. B.; BENCSIK, T.; PAPP, N. Coffee. Asian Pac. **J. Trop. Med.**, vol. 9, no. 12, pp. 1127–1135, 2016.

POPA, V.I.; DUMITRU, M.; VOLF, I.; ANGHEL, N. Lignin and polyphenol as allelochemicals. **Ind. Crops Prod.** 27, 144–149. 2008.

RAMALAKSHMI, K.; RAO, L. J. M.; TAKANO-ISHIKAWA, Y.; GOTO, M. Bioactivities of low-grade green coffee and spent coffee in different in vitro model systems. **Food Chem.**, vol. 115, no. 1, pp. 79–85, 2009.

RAMALAKSHMI, K.; KUBRA, I. R.; RAO, L. J. M. Antioxidant potential of low-grade coffee beans. **Food Resear. Int**, vol. 41, pp. 96–103, 2008.

REIGOSA, M. J.; SANCHES-MOREIRA, A.; GONZALEZ, L. Ecophysiological approach in allelopathy. **Crit Rev Plant Sci**. 18:577–608. 1999.

REIGOSA, M. J.; GOMES, A. S.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Allelopathic Research in Brazil. **Acta Botanica Brasilica** 27:629–646. 2013.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2.ed. Orlando: Acad. Press, 422p. 1984.

RODRIGUES, I. M. C.; SOUZA FILHO, A. P. S.; FERREIRA, F. A.; DEMUNER, A. J. Prospecção química de compostos produzidos por *Senna alata* com atividade alelopática. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 1-12, 2010.

ROMERO, N. G. **Extração de compostos fenólicos a partir de café e sua caracterização química e funcional**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar). Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa. 129p. 2017.

RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Nutrient contents of coffee plants under weed interference. **Planta Daninha**. v.21, n. 2, 2003.

ROSA, S. D. V. F.; MAZZAFERA, P.; GUIMARÃES, R. M.; VEIGA, A. D.; VEIGA, A. D. Pré- embebição: efeitos na germinação; crescimento de plântulas e teor de cafeína em sementes de cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 69-78, jan./jun. 2007.

ROSA, S. D. V. F.; SANTOS, C. G.; PAIVA, R.; MELO, P. L. Q.; VEIGA, A. D.; VEIGA, A. D. Inibição do desenvolvimento in vitro de embriões de *Coffea* por cafeína exógena. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 3, p.177-184, 2006.

SANT'ANNA, V.; BIONDO, E.; KOLCHINSKIL, E. M.; SILVA, L. F. S.; CORRÊA, A. P. F.; BACH, E.; BRANDELLI, A. Total Polyphenols, Antioxidant, Antimicrobial and Allelopathic. Activities of Spent Coffee Ground Aqueous Extract. **Waste Biomass Valor**. v. 8, p. 439–442. 2017.

SANGEETHA, C.; BASKAR, P. Allelopathy in weed management: a critical review. **Afr J Agric Res**. 10:1004–1015. 2015.

SANTOS, J. C. F.; COSTA, R. S. C.; LEÔNIDAS, F. C.; RODRIGUES, V. G. S. **Estudos alelopáticos relacionados ao café**. EMBRPA. Porto Velho. 26p. 2001.

SANTOS, D. V. B. B. & PASIN, L. A. A. P. Avaliação do efeito do extrato aquoso da casca de café na germinação e desenvolvimento inicial de diferentes espécies vegetais. XIII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. 2016.

SINGH, H. P.; BATISH, D. R.; KOHLI, R. K. Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. **Crit Rev Plant Sci** 22:239–311. 2003.

SILVA, R. M.; BRIGATTI, J. G.; SANTOS, V. H.; MECINA, G. F.; SILVA, L. P. Allelopathic effect of the peel of coffee fruit. **Scientia horticultrurae**, 158, 39-44. 2013.

SILVA, L. C.; MORELI, A. P.; SIQUEIRA, A. J. H. **Café: Preparo secagem e armazenamento**. EMBRAPA. Capítulo 16. 24p. 2015.

SILVA, J. B & PIRES, N. M. Controle de plantas daninhas para a cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 164, p. 17-20, 1990.

SILVEIRA, H. R. O.; FERRAZ, E. O.; MATOS, C. C.; ALVARENGA, I. C. A.; GUILHERME, D. O.; TUFFI SANTOS, L. D.; MARTINS, E. R. Alelopatia e homeopatia no manejo da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Planta daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 499-506, 2010.

SKEIE, T. Norway and coffee. 2002. Disponível em: <<https://timwendelboe.no/uploads/the-flamekeeper-2003.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2021.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia: princípios básicos e aspectos gerais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 260p. 2002.

TESIO, F.; FERRERO, A. Allelopathy, a chance for sustainable weed management. **Int J Sust Dev World Ecol**. 17:377–389. 2011.

TIGRE, R. C.; PEREIRA, E. C.; SILVA, N. H.; VICENTE, C.; LEGAZ, M. E. Potential phenolic bioherbicides from *Cladonia verticillaris* produce ultrastructural changes in *Lactuca sativa* seedlings. **S. Afr. J. Bot.** 98, 16–25. 2015.

ZANDONÁ, R. R.; AGOSTINETTO, D.; SILVA, B. M.; RUCHEL, Q.; FRAGA, D. S. Interference periods in soybean crop as affected by emergence times of weeds. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 36, p. 1-11, 2018.

ANEXOS

Anexo 1 - Resumo da análise de variância para espécie alface dos testes de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) segundo a metodologia de Maguire (1962) (MG) e Edmond e Drapala (1958) (ED), comprimento de plântula (C), matéria seca (MS) total (T) e por plântula (PP) de sementes de alface, picão e tubérculos de tiririca cultivados em diferentes concentrações de dois diferentes tipos de extratos de café.

	G	IVG		C	MS	
		MG	ED		T	PP
Tipo de café	**	**	*		**	
Concentração	**	**	**	**	**	**
Tipo x Concentração	**	**				
CV	13,2	10,72	19,68	49,56	18,33	31,97

*Significativo ($p>0,5$); **Altamente significativo ($p>0,1$).

Fonte: Da autora (2021).

Anexo 2 - Resumo da análise de variância para espécie picão dos testes de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) segundo a metodologia de Maguire (1962) (MG) e Edmond e Drapala (1958) (ED), comprimento de plântula (C), matéria seca (MS) total (T) e por plântula (PP) de sementes de alface, picão e tubérculos de tiririca cultivados em diferentes concentrações de dois diferentes tipos de extratos de café.

	G	IVG		C	MS	
		MG	ED		T	PP
Tipo de café	**	**	**	**		
Concentração	**	**	**	**	**	**
Tipo x Concentração	**	*	**	*	**	*
CV	26,47	21,24	28,9	13,41	14	17,67

*Significativo ($p>0,5$); **Altamente significativo ($p>0,1$).

Fonte: Da autora (2021).

Anexo 3 - Resumo da análise de variância para espécie tiririca dos testes de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG) segundo a metodologia de Maguire (1962) (MG) e Edmond e Drapala (1958) (ED), comprimento de plântula (C), matéria seca (MS) total (T) e por plântula (PP) de sementes de alface, picão e tubérculos de tiririca cultivados em diferentes concentrações de dois diferentes tipos de extratos de café.

	G		IVG		C	
		MG	ED	PA	R	
Tipo de café				**		
Concentração						
Tipo x						
Concentração						
CV	18,68	25,88	23,93	51,84		25,86

*Significativo ($p > 0,5$); **Altamente significativo ($p > 0,1$).

Fonte: Da autora (2021).