

MARCELO DE FREITAS RIBEIRO

**TRATAMENTOS ALTERNATIVOS PARA CONSERVAÇÃO DE
SEMENTES DE CAFÉ ARÁBICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

T

R484t
2013

Ribeiro, Marcelo de Freitas, 1958-

Tratamentos alternativos para conservação de sementes de café arábica / Marcelo de Freitas Ribeiro. – Viçosa, MG, 2013. xiii, 82 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Eduardo Fontes Araújo.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 59-74

1. Café – Semente. 2. Plantas medicinais. 3. Trichoderma. 4. Produtos biológicos. 5. *Coffea arabica*. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.73

TRATAMENTOS ALTERNATIVOS PARA CONSERVAÇÃO DE SEMENTES DE CAFÉ ARÁBICA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 19 de março de 2013.



Roberto Fontes Araújo
(Coorientador)



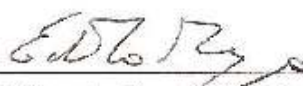
Antônio Teixeira Cordeiro
(Coorientador)



Olinto Liparini Pereira



Sérgio Maurício Lopes Donzeles



Eduardo Fontes Araújo
(Orientador)

Aos meus insubstituíveis pais, João Valladares Ribeiro (em memória) e Marília de Freitas Ribeiro, em reconhecimento pela sua incansável dedicação à causa da criação e educação dos seus seis filhos. Por nos ensinar o valor de princípios como honestidade, dignidade, respeito ao próximo, humildade e trabalho. A todos os castigos, beliscões e lições tomadas por minha mãe que me fizeram chegar até aqui...

Aos meus queridos irmãos, Maria Inês de Freitas Ribeiro, Luís Fernando de Freitas Ribeiro, Cláudia de Freitas Ribeiro, Carlos Márcio de Freitas Ribeiro e Letícia de Freitas Ribeiro pela companhia, pela proteção, pelo carinho e pela amizade desde a infância.

Aos meus estimados sobrinhos, Fernando, Luís Guilherme e Isabela, pela alegria que trouxeram à família.

Aos meus amados filhos, Marcelo Resende de Freitas Ribeiro e Carolina Resende de Freitas Ribeiro, pela alegria que trouxeram à minha vida, pelo carinho e pela amizade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela saúde, pelas oportunidades e por colocar tanta gente boa no meu caminho.

À Universidade Federal de Viçosa, por intermédio do Departamento de Fitotecnia, pela acolhida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela oportunidade concedida.

À Unidade Regional Epamig Zona da Mata (UREZM/EPAMIG) e a todos os funcionários, pelo apoio no decorrer do curso.

Ao professor Eduardo Fontes Araújo, pelas valiosas orientações, pela confiança e amizade.

Aos conselheiros, Roberto Fontes Araújo e Antônio Teixeira Cordeiro, pelas valiosas críticas e sugestões, pelos ensinamentos e pelo apoio constante.

Aos professores, Múcio Silva Reis e Olinto Liparini Pereira, pelas contribuições e sugestões.

Aos pesquisadores, Rogério Faria Vieira, Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto e Sérgio Maurício Lopes Donzeles, da Epamig, pela amizade e colaboração para a realização deste trabalho.

Aos funcionários da Epamig, Divino de Souza Gomes, Francisco Canuto dos Reis, Geraldo Custódio de Paulo, José Geraldo da Silva e Miguel Arcanjo Soares de Freitas, pela ajuda imprescindível para a conclusão desta tese e a todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a realização deste trabalho.

Aos amigos, Alexmiliano Vogel de Oliveira e Genaina A. Souza, pela amizade, pelas sugestões, pelas críticas, pela troca de conhecimentos e pela colaboração para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, irmãos, sobrinhos, tios e aos cunhados, pela torcida e pelas muitas palavras de incentivo.

Aos meus filhos, Marcelo e Carolina, pelo amor, pela presença constante e por me trazerem tanta alegria.

BIOGRAFIA

MARCELO DE FREITAS RIBEIRO, filho de João Valladares Ribeiro e Marília de Freitas Ribeiro, nasceu em Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, em 10 de setembro de 1958.

Em 1980, iniciou a graduação no curso de Biologia pela Escola Superior de Agricultura e Ciências de Machado e, em 1981, nesta mesma instituição, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica, graduando-se em Engenharia Agrônômica em 1985.

Em 1987, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, na área de Produção Vegetal de Café, tendo obtido o título de mestre em 1992.

Em 1990, foi contratado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), onde iniciou suas atividades profissionais como pesquisador.

Em março de 2008, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, na área de Produção e Tecnologia de Sementes de café, tendo defendido tese em 19 de março de 2013.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Histórico.....	3
2.2. Tolerância à dessecação	4
2.3. Deteriorações das sementes.....	6
2.4. Teores de água.....	7
2.5. Fases de desenvolvimento das sementes.....	9
2.6. Açúcares solúveis	9
2.7. Reações enzimáticas	10
2.8. Plantas medicinais	11
2.8.1. Metabólitos secundários.....	14
2.9. Controle biológico	17
2.10. Produtos químicos	19
2.10.1. Sorbato de potássio	19
2.10.2. Benzoato de sódio	19
2.10.3. Mancozebe (Dithane NT).....	20
2.11. Embalagens	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Teste de germinação	27
3.2. Determinação do teor de água das sementes.....	28
3.3. Comprimento da raiz primária	28
3.4. Análise sanitária das sementes	28
3.4.1. Contagem de fungos filamentosos e leveduras.....	29
3.4.2. Avaliação da eficiência dos produtos.....	29
3.4.3. Identificação de fungos filamentosos	30

	Página
4. RESULTADOS.....	31
4.1. Variação no teor de água das sementes armazenadas em ambiente natural	31
4.2. Variação no teor de água das sementes armazenadas em câmara fria.....	31
4.3. Germinação e comprimento de raízes das sementes armazenadas em ambiente natural	31
4.4. Germinação e comprimento de raízes das sementes armazenadas em câmara fria	36
4.5. Contagem de fungos filamentosos e leveduras	42
4.5.1 Ambiente natural, frasco de polipropileno	43
4.5.2. Ambiente natural, saco de papel kraft multifoliado.....	43
4.5.3. Ambiente natural, saco de náilon com polietileno.....	44
4.5.4. Câmara fria, frasco de polipropileno.....	45
4.5.5. Câmara fria, saco de papel kraft multifoliado	46
4.5.6. Câmara fria, saco de náilon com polietileno	47
5. DISCUSSÃO	49
5.1. Variação no teor de água das sementes.....	49
5.2. Eficiência da embalagem utilizada	50
5.3. Ambiente de armazenamento	51
5.4. Eficiência dos tratamentos sobre a germinação em ambiente natural.....	53
5.5. Eficiência dos tratamentos sobre a germinação em câmara fria	54
5.6. Eficiência dos tratamentos sobre a redução da contaminação fúngica.....	55
6. CONCLUSÕES.....	58
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXO	75
ANEXO A	75

LISTA DE FIGURAS

	Página
1	Ciclo biossintético dos metabólitos secundários 16
2	Embalagens utilizadas no armazenamento: frasco de polipropileno (A), papel kraft (B) e náilon com polietileno (C)..... 24
3	Plantas medicinais utilizadas: alecrim (A), alfavaca (B), alho (C), canela (D), cavalinha (E), cravo-da-índia (F), erva-doce (G), gengibre (H) e manjerição (I)..... 25
4	Fungicida químico (mancozebe) (A), compostos químicos (sorbato de potássio) (B), benzoato de sódio (C) e produtos biológicos Trichodermil [®] SP (D), Trichodel [®] (E) e Trichoplus [®] (F) 26
5	Teste de germinação aos 15 (A) e 30 (B) dias 27
6	Valores médios dos teores de água de sementes de café acondicionadas em frasco de polipropileno (A) ou em sacos de papel kraft (B) ou em saco de náilon com polietileno (C), durante 3 a 15 meses de armazenamento, em ambiente natural..... 32
7	Valores mensais da umidade relativa (A) e da temperatura (B) no ambiente natural entre os meses de agosto de 2010 e outubro de 2011 33
8	Valores médios dos teores de água de sementes de café acondicionadas em frasco de polipropileno (A) ou em sacos de papel kraft (B) ou em saco de náilon com polietileno (C), durante 3 a 15 meses de armazenamento, em câmara fria 34
9	Fungos predominantes isolados nas sementes de café 42

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Média do porcentual de germinação (%) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, saco de papel kraft e saco de náilon com polietileno, armazenadas em ambiente natural entre 3 e 15 meses.....	35
2 Média de comprimento de raiz (cm) de plântulas de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, saco de papel kraft e saco de náilon com polietileno, armazenadas em ambiente natural entre 3 e 15 meses	37
3 Média do porcentual de germinação (%) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, saco de papel kraft e saco de náilon com polietileno, armazenadas em câmara fria* entre 3 e 15 meses	39
4 Média de comprimento de raiz (cm) de plântulas de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, saco de papel kraft e saco de náilon com polietileno, armazenadas em câmara fria* entre 3 e 15 meses	41
5 Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, armazenadas em ambiente natural entre 3 e 15 meses.....	43
6 Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em saco de papel kraft multifoliado, armazenadas em ambiente natural entre 3 e 15 meses	44
7 Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em saco de náilon com polietileno transparente com espessura de 0,20 mm, armazenadas em ambiente natural entre 3 e 15 meses.....	45
8 Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, armazenadas em câmara fria* entre 3 e 15 meses	46

9	Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em saco de papel kraft multifoliado, armazenadas em câmara fria entre 3 e 15 meses	47
10	Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em saco de náilon com polietileno transparente com espessura de 0,20 mm, armazenadas em câmara fria entre 3 e 15 meses	48
1A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por três meses em ambiente natural.....	76
2A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por seis meses em ambiente natural.....	76
3A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por nove meses em ambiente natural.....	76
4A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por 12 meses em ambiente natural.....	77
5A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por 15 meses em ambiente natural.....	77
6A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por três meses em câmara fria.....	77
7A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por seis meses em câmara fria.....	78
8A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por nove meses em câmara fria...	78
9A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por 12 meses em câmara fria	78
10A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por 15 meses em câmara fria	79

	Página
11A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por três meses em ambiente natural 79
12A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por seis meses em ambiente natural 79
13A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por nove meses em ambiente natural..... 80
14A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por 12 meses em ambiente natural 80
15A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por 15 meses em ambiente natural 80
16A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por três meses em câmara fria 81
17A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por seis meses em câmara fria 81
18A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por nove meses em câmara fria 81
19A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por 12 meses em câmara fria 82
20A	Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por 15 meses em câmara fria 82

RESUMO

RIBEIRO, Marcelo de Freitas, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2013. **Tratamentos alternativos para conservação de sementes de café arábica.** Orientador: Eduardo Fontes Araújo. Coorientadores: Roberto Fontes Araújo e Antônio Teixeira Cordeiro.

A manutenção da qualidade das sementes de café durante o armazenamento é preocupação dos produtores de sementes. As pesquisas com produtos alternativos aos fungicidas são escassas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de produtos alternativos para a preservação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes. Foi utilizado o arranjo fatorial 16 x 3 x 5. Dezesesseis tratamentos de sementes constaram de plantas medicinais desidratadas e moídas (alecrim, alfavaca, alho, canela, cavalinha, cravo-da-índia, erva-doce, gengibre e manjericão), produtos biológicos (Trichodermil[®] SP, Trichodel[®] e Trichoplus[®]), compostos químicos (sorbato de potássio e benzoato de sódio), fungicida químico (mancozebe) e controle (sem nenhum produto). Foram usados três tipos de embalagens: frasco de polipropileno, saco de papel kraft multifoliado e embalagem de polietileno. A qualidade das sementes armazenadas foi avaliada aos três, seis, nove, 12 e 15 meses. Foram conduzidos dois ensaios independentes: um em ambiente e outro em câmara fria. Foi utilizado o cultivar de café Catuaí Vermelho IAC 44. As sementes desse cultivar foram secas ao sol até atingir 42 % de água (base úmida). Em cada tipo de embalagem foram acondicionados 200 g de sementes. Houve interação significativa entre os fatores. Em geral, os melhores tratamentos de sementes apresentaram boa qualidade até seis meses em ambiente e até 15 meses em câmara fria. Em ambiente natural, a embalagem de polietileno foi mais eficiente que a de papel na conservação da germinação das sementes de café. Em câmara fria, o papel foi mais eficiente. Alecrim, alho e produtos à base de *Trichoderma* foram sempre superiores ao controle na conservação das sementes e na redução da população de fungos de armazenamento. Esses produtos foram tão eficientes quanto o mancozebe e, em algumas situações, superior a este fungicida na manutenção da qualidade das sementes. Os resultados indicam que há produtos alternativos que são tão ou mais eficientes que fungicidas na manutenção da qualidade fisiológica e sanitária das sementes de café.

ABSTRACT

RIBEIRO, Marcelo de Freitas, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March of 2013. **Alternative treatments for Coffee arabica seeds conservation.** Adviser: Eduardo Fontes Araújo. Co-advisers: Roberto Fontes Araújo and Antônio Teixeira Cordeiro.

The maintenance of coffee seed quality during the storage is a concern of seeds producers. Researches with alternatives products to the fungicides are scarce. The objective of this work was to evaluate the efficiency of alternative products in the preservation of physiological and sanitary quality of seeds during the storage. A factorial arrangement, 16 x 3 x 5 was used. Sixteen treatments of seeds were performed with medicinal dehydrated and powdered plants (*Rosmarinus officinalis*, *Ocimum basilicum*, *Allium sativum*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Equisetum ssp*, *Syzygium aromaticum*, *Pimpinella anisum*, *Zingiber officinale*, *Ocimum basilicum*), biological products (Trichodermil SP, Trichodel, Trichoplus), chemical alternative controls (potassium sorbate and sodium benzoate), chemical fungicide (mancozebe) and control (without any product). Were used three types of packing: polypropylene flasks, multiwall kraft paper bags and plastic bags. The quality of stored seeds were evaluated at 3, 6, 9, 12 and 15 months. Two independent experiments were carried out, one in natural ambient and another in cold chamber. Was used The cultivar of coffee CatuaiVermelho IAC 44. The seeds of this cultivar, were dried at the sun until reach 42% of water. In each packing type, were conditioned 200 g of seeds. Interaction among factors was significant. In general, in the best treatments, seeds presented good quality until six months in natural ambient and until 15 months in cold chamber. In both environment, the stored seeds in kraft paper germinated more than those stored in plastic bag. These, in turn, germinated more than those stored in flasks. *Rosmarinus officinalis*, *Allium sativum*, and products based on Trichoderma were always higher than the control in maintaining germination and in controlling of fungus. These products were soo efficient as the fungicide mancozebe and, in some situations, higher than this fungicide in keeping seed quality. The results of this work indicate that there are alternative products that are equal or more efficient than fungicide in keeping physiological and sanitary quality of coffee seeds quality.

1. INTRODUÇÃO

A obtenção de mudas de café com padrão de qualidade em tempo para a implantação da lavoura é dificultada pela não conservação do poder germinativo das sementes em valores satisfatórios por períodos superiores a seis meses após a colheita, além de apresentar germinação lenta e desuniforme (SGUAREZI *et al.*, 2001). A manutenção do patrimônio genético em bancos de germoplasma é outro fator que reforça a necessidade de aumentar o período de viabilidade dessas sementes. No armazenamento, a viabilidade das sementes pode ser influenciada pela espécie, pelo cultivar, pela qualidade inicial, pela umidade e pela temperatura das sementes, pela umidade relativa do ar e pela temperatura de armazenagem, pelo tipo de embalagem, pelo período de armazenamento e pela ação de fungos e insetos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

No que se refere à incidência de microrganismos, a procura por novos agentes antimicrobianos extraídos de plantas tem sido uma alternativa à seleção de estirpes resistentes destes microrganismos patogênicos aos produtos sintéticos. O uso contínuo de produtos químicos também causa degradação do meio ambiente, afetando a sociedade. Este fato tem estimulado a indústria a buscar formulações de novos princípios ativos, mantendo um ciclo vicioso de alto custo econômico e ambiental, contaminação de solos e águas e diminuição da biodiversidade, comprometendo a sustentabilidade agrícola (COUTINHO, 1996). Além disso, até o momento não existe nenhum fungicida registrado no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de microrganismos no armazenamento de sementes de café. Para os produtores de sementes, este fato dificulta o seu armazenamento com teores de água mais elevado.

A busca por métodos alternativos para o controle de doenças, com o objetivo de diminuir os efeitos causados ao ambiente e preservar a saúde humana, tem sido intensa. Trabalhos desenvolvidos com extratos brutos ou óleos essenciais de plantas medicinais têm demonstrado o potencial desses produtos sobre fitopatógenos (BAUTISTA-BAÑOS *et al.*, 2003; MYTLE *et al.*, 2004; MOREIRA *et al.*, 2004).

A pesquisa com plantas medicinais como fonte de defensivos naturais associada às boas condições de armazenamento, como embalagem, temperatura e umidade apropriadas à conservação de sementes é promissora, porém, deve estar fundamentada

em estudos interdisciplinares, para que se obtenham resultados satisfatórios. Seria de grande importância a implantação de ensaios nas condições ecológicas de utilização do produto, que são em números escassos, quando comparados com os ensaios *in vitro* editados (MORAES, 2009). A grande variedade de substâncias presentes na flora representa um grande incentivo na busca de princípios ativos que controlem fitopatógenos e pragas.

Em relação aos métodos químicos de controle, Filanii (1972) testou vários fungicidas em sementes de café armazenadas e verificou conservação satisfatória dos fungos desenvolvidos durante o armazenamento. Outra dificuldade dos produtores de sementes é a falta de interesse das empresas de produtos químicos em registrar fungicidas para sementes de café, e com isto, a falta de registro causa a proibição da utilização de produtos existentes no mercado.

Portanto, este trabalho objetivou avaliar o efeito de plantas medicinais, produtos biológicos, compostos químicos alternativos, em relação ao sintético mancozebe, em diferentes embalagens, ao longo de três a 15 meses de armazenamento em condições de ambiente e de câmara fria, para a conservação das sementes de *Coffea arabica* L.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Histórico

O Brasil é o maior produtor mundial de café e o segundo maior consumidor da bebida, com área plantada de 2,3 milhões de hectares, o equivalente a cerca de seis bilhões de pés. Segundo Berthaud e Charrier (1985), apesar de várias espécies já terem sido testadas para exploração comercial, apenas *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner têm interesse econômico.

Em virtude da boa qualidade da bebida, 60 a 70 % do café consumido no mundo pertencem à espécie *C. arabica*. As plantas pertencentes a essa espécie são autógamas e seus cultivares comerciais apresentam pequena variabilidade genética. Sua introdução no Brasil ocorreu em 1727, no Estado do Pará, por meio de sementes trazidas da Guiana Francesa, pelo sargento-mor Francisco de Melo Palheta (MARTINS, 2008). Todavia, os primeiros plantios comerciais foram instalados no Vale do Paraíba, SP, por volta de 1761.

Atualmente, existem registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente (MAPA) 130 cultivares de café, sendo 118 da espécie *C. arabica* e 12 da espécie *C. canephora*. Com relação aos cultivares da espécie *C. arabica*, muitos deles possuem resistência à ferrugem, alguns ao nematoide e até ao bicho-mineiro, mas verifica-se que os principais cultivares plantados são o Mundo Novo, lançado na década de 1950, o Catuaí-Vermelho e o Catuaí-Amarelo, lançados na década de 1970, os quais são cultivares antigos e nenhum deles possuem resistência às pragas e doenças.

De acordo com o processo de produção, as sementes são classificadas como certificada e não certificada. Apesar da possibilidade de produzir a semente certificada, atualmente no Brasil, registrada no MAPA, não existe produção de sementes e mudas certificadas, existindo apenas produção de sementes e mudas de café não certificada. Assim, como também não existe comercialmente a reprodução vegetativa da espécie *C. arabica*, existindo apenas da espécie *C. canephora*. A propagação clonal da espécie *C. arabica* ainda encontra-se em fase de pesquisa.

Sementes de café já foram consideradas recalcitrantes, que não toleram a secagem abaixo de 20% de umidade, hoje são consideradas intermediárias. Porém, há uma notável divergência entre os resultados de pesquisa. Com o objetivo de estudar a

situação ideal para a manutenção de sementes de café, Rosa *et al.* (2009), após pesquisas realizadas na Universidade Federal de Lavras, alerta para que a classificação do café como tolerante à dessecação entre 9 e 11 % seja revista. A pesquisadora questiona a atual classificação de sementes de café como intermediária, pois, em experimento, as condições de armazenamento entre 11 e 12 % de umidade a 10 °C, indicadas para a espécie, originaram mudas fora do padrão de qualidade. Estes resultados propõem que o café reduz a germinação das sementes e, principalmente, o vigor das mudas; quanto mais desidratada e menor for a temperatura de armazenamento das sementes. A falta de resultados concordantes da pesquisa dificulta a decisão do produtor de sementes sobre qual tipo de embalagem e umidade utilizar para melhor preservar a qualidade das sementes.

2.2. Tolerância à dessecação

A aquisição da tolerância à dessecação ocorre no final da maturação, antes que as sementes sofram uma queda habitual no seu conteúdo de água. Contudo, não se pode definir se a tolerância é adquirida antes ou em decorrência da perda de água durante a maturação (BEWLEY, 1979). No processo de desidratação das sementes, os mecanismos de proteção mantêm as membranas das células estruturadas (GUIMARÃES, 1999). Após a embebição, essas membranas adquirem novamente suas funções fisiológicas.

Os mecanismos de proteção e a tolerância à dessecação envolvem, além da presença de proteínas, açúcares não redutores que funcionam como uma barreira protetora, estabilizando as macromoléculas e as estruturas de membrana, e ainda outros mecanismos, como o ácido abscísico fitormônio (ABA). Este fitormônio protege as sementes durante o estresse hídrico através de fatores de transcrição de sinal ABA-dependentes e ABA-independentes (KHANDELWAL *et al.*, 2010). Ambas as rotas de tradução de sinal levam à ativação de genes específicos, os quais vão desencadear uma complexa interação, entre expressão gênica e processos fisiológicos, resultando na tolerância à perda de água pelo vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2009). Normalmente, o conteúdo de ABA durante o início da embriogênese é baixo, atingindo níveis mais elevados na fase intermediária (maturação) desse processo. Sendo que entre as fases intermediárias e tardias do desenvolvimento da semente ocorre o acúmulo de RNAs mensageiros, específicos em resposta à concentração do ABA (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Estes RNAs acumulados durante a fase tardia da maturação das sementes irão codificar principalmente um grupo de proteínas de embriogênese tardia (LEAs), que estão envolvidas com a aquisição da tolerância à dessecação, tendo sua síntese iniciada no final da maturação das sementes, sendo associada, desta forma, à maturação fisiológica. No começo da dessecação, os mRNAs de proteínas LEA aparecem em tecidos embrionários e tornam-se as mais prevalentes espécies de mRNA no estado seco, declinando progressivamente várias horas após embebição da semente (GALAU *et al.*, 1991). Proteínas do tipo LEA são ricas em glicina e outros aminoácidos hidrofílicos e apresentam poucos resíduos hidrofóbicos; são extraídas em condições de alta temperatura e não apresentam nenhuma atividade catalítica aparente. Foi sugerido que as proteínas LEA podem ligar íons e água, podendo ainda estar associadas aos açúcares, controlando a taxa de perda de água e mantendo assim a viabilidade das sementes ortodoxas no estado seco (PAMMENTER; BERJAK, 1999). Por sua natureza anfipática, essas proteínas são capazes de inibir a desnaturação de macromoléculas e estabilizar estruturas intracelulares sob condições de estresse, incluindo estresse hídrico severo (CLOSE, 1997).

Classificadas como recalcitrante (ROBERTS, 1973; KING; ROBERTS, 1979), entretanto, posteriormente, foi proposto que as sementes de café não eram exatamente recalcitrantes e poderiam ser ortodoxas (ROBERTS *et al.*, 1984). Ellis *et al.* (1990) sugeriram uma categoria intermediária, que tolerariam graus de umidade mais baixos, mas resistiriam há um menor período de armazenamento. Enfim, a maneira de definir o comportamento das sementes no armazenamento é verificar a tolerância à desidratação. Estes autores verificaram que sementes de quatro cultivares de *C. arabica* L. não tiveram a germinação reduzida ao serem desidratados até 10 % de umidade, mas foram prejudicados pelo armazenamento a temperaturas de 0 °C e a menos 20 °C, comportamento característico da categoria intermediária.

Gentil (1999) estudou a influência da temperatura de armazenamento e do grau de umidade de sementes de café na preservação da qualidade. Neste estudo, sementes com teores de água de 51, 41, 34, 23, 16 e 10 % foram armazenadas por um período de 48 semanas nas temperaturas de 30, 20 e 10 °C. O autor verificou que a redução do grau de umidade até 10 % e da temperatura até 10 °C foi a combinação mais favorável à preservação da qualidade das sementes. Bacchi (1958) preservou sementes de café armazenadas por 21 meses com 75 % de germinação, conservando seu grau de umidade próximo de 10 %.

2.3. Deteriorações das sementes

As alterações observadas nas sementes durante o armazenamento variam em função dos fatores que afetam sua conservação, como: a temperatura, a umidade relativa do ar, o grau de umidade das sementes, o tipo de embalagem utilizada (CARNEIRO; AGUIAR, 1991); modificações na permeabilidade das membranas, da degradação dos componentes de reserva como lipídeos, da degradação de proteínas, lixiviação de aminoácidos, alterações no DNA e alterações enzimáticas. O grau de importância desses fatores no armazenamento e suas interações são prioritários para o entendimento das exigências da espécie quanto à manutenção de sua viabilidade. A queda da qualidade começa na maturidade fisiológica, vindo de maneira progressiva a causar a morte da semente (MARCOS FILHO, 2005).

Durante o armazenamento a incidência de microrganismos favorece a queda na qualidade fisiológica das sementes. De acordo com Goldbach (1979), a ocorrência de fungos constitui um dos principais fatores prejudiciais à conservação de sementes armazenadas. Eles são capazes de penetrar nas sementes durante o seu desenvolvimento, maturação, colheita e pós-colheita, principalmente quando armazenadas em condições desfavoráveis. Após invadirem as sementes, a maioria dos patógenos vive em associação ou dentro dos protoplastos celulares, onde se encontram os conteúdos celulares, como citoplasma e núcleo. Esses patógenos nutrem-se desses conteúdos, que são ricos em pequenas moléculas, como açúcares e aminoácidos. Outros constituintes celulares, como proteínas e ácidos graxos só podem ser utilizados quando clivados em moléculas menores pelo aumento da atividade de proteases e lipases durante a deterioração, aumentando o processo metabólico das sementes (ABDUL-BAKI; ANDERSON, 1972), ou após sua degradação por enzimas secretadas pelo próprio patógeno (CARVALHO; von PINHO, 1997).

A perda de viabilidade e do vigor é atribuída também às alterações citológicas, como a desestruturação dos sistemas de membranas que afeta a redução da atividade respiratória e provoca a perda de matéria seca, que pode estar relacionada à depreciação qualitativa (FARIA *et al.*, 2003; FARAH *et al.*, 2006; BORÉM, 2008). Os danos às membranas das mitocôndrias, por exemplo, tem efeito direto na respiração, enquanto os danos nas membranas do retículo endoplasmático e complexo de Golgi podem ter maior impacto na síntese de proteínas, e danos no DNA que podem interferir no processo de transcrição (BRACCINI *et al.*, 2001). Outras alterações, como aquelas de natureza

metabólica, genética e fisiológica (ROBERTS, 1973), também ocorrem. Entre os eventos que compõem o processo de deterioração e que envolvem o material genético, estão as quebras no DNA, causando redução na capacidade de síntese de proteínas (GUEDES *et al.*, 2011), danos no metabolismo do DNA (ROBERTS, 1973; COELLO; VÁZQUEZ-RAMOS, 1996), além de danos cromossômicos durante o envelhecimento.

Na colheita, o ponto de maturidade fisiológica é de fundamental importância na qualidade final das sementes de café. Sementes colhidas verdes apresentam ruptura do sistema de membrana e sementes colhidas muito maduras podem estar no início do processo de germinação sendo intolerante à dessecação necessária ao armazenamento, apresentando baixo vigor (BRANDÃO JÚNIOR, 2000). Estes fatos fazem com que os produtores de sementes tenham um período muito curto para a colheita de sementes de boa qualidade. Após a degomagem, a secagem pode ser realizada totalmente ao sol, sem danos ao poder germinativo (BACCHI, 1955, 1956), desde que as sementes sejam protegidas nas horas de maior insolação (MATIELLO, 1991). A secagem lenta das sementes proporciona maior tolerância à desidratação, em virtude do tempo dado para a indução dos mecanismos de proteção das membranas. Já a secagem rápida impossibilita os processos de recuperação (PAMMENTER *et al.*, 1998). No armazenamento, a qualidade fisiológica das sementes é mais afetada pelo grau de umidade do que pelos métodos de secagem. (VASCONCELOS *et al.*, 1992).

2.4. Teores de água

A água constitui em média 70 % do protoplasma das células; tem função de organização da estrutura celular e de processos bioquímicos; e possui papel importante na organização do sistema de membranas de todas as organelas em razão de seus efeitos na estrutura dos fosfolipídios.

O comportamento fisiológico das sementes pode ser entendido pelo estudo das relações hídricas, pois o teor de água se modifica durante o acúmulo de matéria seca (MARCOS FILHO, 2005). O potencial químico representa a quantidade de energia livre da água, expresso em unidades de pressão (Mpa). A água pura possui um elevado potencial químico, podendo dissolver solutos e hidratar substâncias (CASTRO; HILHORST, 2004).

As células são formadas por várias organelas separadas por membranas semipermeáveis seletivas. Estas membranas possuem canais formados por proteínas,

que torna possível a movimentação da água, mas impossibilita a passagem de solutos. Assim existem gradientes de potencial hídrico entre o meio externo e interno à membrana, que favorecem a movimentação da água (CASTRO; HILHORST, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

O estado energético da água na semente é caracterizado pelo potencial hídrico. O potencial hídrico (ψ) pode ser expresso pela soma de três componentes: pressão (ψ_p), osmótico (ψ_s) e matricial (ψ_m); isto é, $\psi = \psi_p + \psi_s + \psi_m$ (VILLELA *et al.* 1991; VILLELA; MARCOS FILHO, 1998). À medida que a água penetra na célula, o seu volume aumenta, aumentando o potencial de pressão, mas é contido pela resistência da parede celular, resultando na pressão hidrostática. Já o potencial osmótico é dependente das ligações entre a água e os solutos, pois a concentração de solutos dissolvidos na célula exerce influência sobre a absorção de água. O potencial mátrico é a capacidade das moléculas reterem água (CASTRO; HILHORST, 2004).

O estado da água interfere nas reações metabólicas, sendo que cada grau de hidratação da semente durante o armazenamento se relaciona diretamente aos mecanismos de deterioração (VILLELA; MARCOS FILHO, 1998). No armazenamento a tolerância das sementes à desidratação é variável entre as espécies. Sementes ortodoxas suportam graus de desidratação próximos de 2 a 5 %; intermediárias entre 10 a 13 %. Enquanto as sementes recalcitrantes não toleram desidratação a níveis de umidade baixos, variando de espécie para espécie, por exemplo, de 20 a 30 % (ROBERTS, 1973; HONG; ELLIS, 1996).

A incapacidade das sementes recalcitrantes de regular seus processos metabólicos durante a desidratação, pode gerar radicais livres danosos à qualidade das sementes (HENDRY *et al.*, 1992, ROACH *et al.*, 2010). A redução do poder germinativo dessas sementes é resultado dos danos ligados ao metabolismo germinativo, que reproduzindo uma condição de germinação muito lenta, culminaria com a falta de água livre suficiente para os processos de divisão e expansão celular (PAMMENTER *et al.*, 1994).

Uma maneira de reduzir os efeitos do intenso metabolismo de sementes poderia ser a redução da temperatura do ambiente, pois a temperatura determina a velocidade das reações enzimáticas, o que interfere na taxa absoluta de respiração (TAIZ; ZEIGER, 2004; MARENCO; LOPES, 2007).

2.5. Fases de desenvolvimento das sementes

O desenvolvimento das sementes pode ser dividido em três fases. A primeira fase é marcada pelo crescimento inicial, pela divisão celular por um aumento rápido no peso fresco da semente e elevado conteúdo de água. Na segunda fase, a semente aumenta de tamanho, em virtude da expansão celular e do acúmulo de reservas. A terceira fase é caracterizada pela maturação ou desidratação. Essas sementes são designadas pelo nome de ortodoxas, pois estão sujeitas ao processo de desidratação (BEWLEY; BLACK, 1994; CASTRO *et al.*, 2004) e são capazes de suportar desidratação próxima a 5 % (BLACK; PRITCHARD, 2002), que desencadeia o acúmulo de ácido abscísico, levando à aquisição da capacidade de tolerar a desidratação (TAIZ; ZEIGER, 2004; MARCOS FILHO, 2005).

Já as sementes recalcitrantes não apresentam período de transição entre a maturação e a germinação e dificilmente apresentam dormência, podendo ocorrer passagem direta da fase de desenvolvimento para a germinativa, dificultando ainda mais os períodos de armazenamento (CASTRO *et al.*, 2004).

Após o início da protrusão radicular, as sementes perdem sua capacidade de tolerar a desidratação (LEPRINCE *et al.*, 2000). A embebição delas normalmente obedece a um padrão trifásico e sua tolerância à desidratação diminui gradativamente com o decorrer das Fases I e II, sendo perdida no início da Fase III (BEWLEY; BLACK, 1994).

2.6. Açúcares solúveis

Entre os carboidratos presentes nas sementes, os açúcares solúveis representam reduzida porcentagem, ocorrendo, principalmente a glicose, a frutose, a sacarose, a manose, a galactose e os oligossacarídeos da série rafínósica. Estes participam na proteção das membranas celulares, o que minimiza os danos causados pela desidratação nas sementes, além de atuarem como reservas (BUCKERIDGE *et al.*, 2000). Dentre os açúcares solúveis, a sacarose é a que aparece em maior quantidade em plantas, juntamente com a sua estabilidade estrutural e solubilidade em água. Interessante destacar que todos os açúcares monossacarídeos e dissacarídeos são solúveis. Os monossacarídeos são açúcares redutores e a sacarose é um dissacarídeo não redutor, formados pela glicose e frutose.

Segundo Wolfron e Patin, (1964), os frutos de café possuem pouco amido e contém elevado teor de polissacarídeos associados à parede celular; destes, a celulose e a hemicelulose são encontradas em maior quantidade. As hemiceluloses são insolúveis em água e podem atuar como reserva, para o crescimento das plântulas. Os polissacarídeos na semente são degradados durante a germinação pelas enzimas hidrolíticas, resultando no enfraquecimento das paredes celulares do endosperma (SILVA *et al.*, 2004).

2.7. Reações enzimáticas

As principais modificações relacionadas ao processo de deterioração nas sementes são degradação e inativação de enzimas, principalmente nos tecidos novos (COPELAND; McDONALD, 2001); diminuição da atividade respiratória (VIDIGAL *et al.*, 2008, 2009); e perda de integridade das membranas (McDONALD, 1999).

Diversos fatores podem interferir na velocidade das reações enzimáticas, como: concentração do substrato, pH, temperatura, atividade e pressão da água. À medida que se aumenta a temperatura, a velocidade das reações enzimáticas aumenta até atingir uma velocidade máxima, a partir da qual começa a reduzir. Com a elevação da temperatura há um aumento da atividade molecular, aumentando a formação do complexo enzimático. Por outro lado, a elevação da temperatura poderá levar a inativação enzimática, decorrente da desnaturação da proteína. Em temperaturas muito baixas, a atividade das enzimas é mais lenta (LEHNINGER *et al.*, 2006; ENZIMAS, 2009).

Durante o metabolismo da planta, especificamente em cloroplastos e mitocôndrias, são produzidos os radicais livres, que em altas concentrações causa efeitos prejudiciais, principalmente a lipoperoxidação de membranas e a oxidação de proteínas (GRATÃO *et al.*, 2005). Esta deterioração pode ser minimizada por mecanismos de proteção como as enzimas superóxido dismutase, peroxidase, esterase e catalase (NKANG *et al.*, 2000; BRANDÃO JÚNIOR *et al.*, 2002; GUIMARÃES *et al.*, 2002; RESENDE, 2006). Essas enzimas têm sido utilizadas como marcadores moleculares para monitorar a viabilidade das sementes (VEIGA *et al.*, 2010).

A esterase é uma enzima que está diretamente ligada ao metabolismo dos fosfolipídios da membrana (BRANDÃO JÚNIOR *et al.*, 2002; SANTOS *et al.*, 2005; VEIGA *et al.*, 2010). A redução da sua atividade impede que os fosfolipídios permaneçam protegidos, desestruturando o sistema de membranas, tornando-os mais

sensíveis aos efeitos deletérios de radicais livres, permitindo maior produção de antioxidantes (HENNING *et al.*, 2009).

A perda de viabilidade das sementes de café pode ser relacionada à redução na atividade das enzimas antioxidantes (HOEKSTRA *et al.*, 1996; BRANDÃO JÚNIOR *et al.*, 1999; LIMA *et al.*, 2004), pela elevação na peroxidação de lipídios e pelo acúmulo de radicais livres durante a desidratação (BRANDÃO JÚNIOR *et al.*, 1999; LIMA *et al.*, 2004).

As polifenoloxidasas estão presentes em grande quantidade em várias partes de folhas e frutos de café (LUPETTI *et al.*, 2003); encontram-se ligadas às membranas celulares (PIMENTA *et al.*, 2004; RESENDE, 2006). Estão localizadas nos vacúolos da célula, principalmente nas membranas dos cloroplastos e plastídios (CARVALHO *et al.*, 1994; LOPES *et al.*, 2000). Quando as membranas são danificadas, liberam as polifenoloxidasas, que reagem com os substratos fenólicos. A atividade antioxidante de compostos fenólicos é devida à sua estrutura química e às propriedades redutoras (ABRAHÃO *et al.*, 2010).

Sementes desidratadas possuem mecanismos de proteção capazes de manter estruturados os sistemas de membrana das células, bem como as estruturas das macromoléculas (GUIMARÃES *et al.*, 2008). Durante a maturação das sementes ocorrem modificações no conteúdo de açúcares e nas proteínas, como as LEAs, que têm função protetora (GUIMARÃES *et al.*, 2002; CASTRO; HILHORST, 2004).

Em sementes de café modificações nas proteínas LEAs induzem a diminuição da tolerância à desidratação, originando sementes com baixa qualidade fisiológica (GUIMARÃES *et al.*, 2002; TAVEIRA, 2009). As LEAs são de grande importância para o estresse térmico, pois atuam como mecanismo de defesa; no entanto, pouco se conhece sobre o comportamento de proteína LEA no armazenamento.

2.8. Plantas medicinais

O Brasil é o país com a maior diversidade vegetal do mundo. No entanto, pouco se conhece sobre o princípio ativo dessas plantas e principalmente sobre seu efeito no controle de insetos e fungos. O uso de produtos naturais, como extratos e óleos essenciais de origem vegetal que possuem propriedades antimicrobianas, com capacidade de exercer o controle da microflora associada às sementes é uma ótima opção em substituição ao uso de agrotóxicos (MORAIS *et al.*, 2001).

Mais de 50 % das doenças das plantas têm seus agentes etiológicos veiculados por meio de sementes (NEERGAARD, 1979), o que evidencia que o controle desses patógenos torna possível uma diminuição no uso de defensivos sintéticos, reduzindo a contaminação humana e ambiental. O controle dos patógenos por meio do tratamento de sementes é de fundamental importância para que se obtenham plantas saudáveis. Trabalhos com extratos vegetais no tratamento de sementes fazem uso das suas propriedades fungitóxicas, para inibir o crescimento micelial e a germinação de esporos de fungos. O tratamento aplicado sobre a superfície da semente possibilita uma opção eficiente para o controle de patógenos, porém estes devem ser eficientes no controle contra os microrganismos presentes no solo e na manutenção da qualidade de um lote de sementes durante o período de armazenamento (RAMOS *et al.*, 2008).

O uso de produtos naturais no tratamento de sementes origina plantas mais saudáveis, em virtude da redução dos patógenos presentes nas sementes e no ambiente (FERNANDES, 2000). O efeito destes produtos sobre fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Rhizopus* e *Penicillium* já é comprovado (SCHWAN-ESTRADA *et al.*, 2003). Os fungos alojam-se nas sementes por meio de suas hifas e crescem sobre o seu revestimento. O tratamento de sementes com plantas naturais reduz a capacidade de sobrevivência dos microrganismos e preserva o poder germinativo e a armazenabilidade das sementes (CARVALHO *et al.*, 1999). Este método de controle é interessante para produtores rurais pela facilidade de acesso às plantas medicinais, normalmente cultivadas pela agricultura familiar (CUNICO *et al.*, 2006).

A esterilização de extratos vegetais, como o de alho a altas temperaturas em autoclave, provoca alterações nos compostos secundários das plantas, verificando-se a perda de atividade antimicrobiana (RIBEIRO; BEDENDO, 1999). Chalfounet *et al.* (2004) testaram a eficiência de óleos essenciais extraídos de alho, canela, cravo e tomilho nas doses de 500, 1.000, 1.500 e 2.000 mg/mL, e do óleo de cravo nas doses de 200, 400, 600 e 800 mg/mL, sobre o crescimento micelial dos fungos *Rhizopus* sp., *Penicillium* spp., *Eurotium repens* e *Aspergillus niger*. Os autores verificaram inibição do óleo de canela sobre esses fungos. Os óleos de alho e de tomilho também apresentaram inibição em doses mais altas e o óleo de cravo também apresentou a partir da dose de 600 mg/mL, exceto para *Penicillium* spp., que só foram inibidos na dose de 800 mg/mL. Outras plantas naturais, como alho e canela (VIEGAS *et al.*, 2005), cravo-da-índia (AMARAL; BARA, 2005), cavalinha e hortelã (ROZWALKA *et al.*, 2008), exercem ação inibitória sobre microrganismos.

O alho ou *Allium sativum* L., contém aliinase e aliína, armazenadas separadamente; quando suas membranas são rompidas forma a alicina, responsável pela defesa da planta. Seus efeitos tóxicos inativam os microrganismos (HEINZMANN, 2001). Verifica-se que com o aumento da concentração de extrato vegetal no meio de cultura ocorre um aumento do efeito inibitório sobre o desenvolvimento dos fungos. Barros *et al.* (1995) observaram maior inibição em fungos dos gêneros *Curvulariae* *Alternaria*, quando o extrato de alho foi utilizado na dose de 10.000 mg/L comparado à dose de 1.000 mg/L.

Os compostos extraídos do alho são muito eficientes no controle de uma grande diversidade de fungos de folha, de solo e de pós-colheita (TANSEY; APPLETON, 1975; CHALFOUN; CARVALHO, 1987; BARROS *et al.*, 1995).

O alecrim, *Rosmarinus officinalis* L, é derivado do ácido cafeico e em consequência é incluído no grupo das drogas com ácidos fenólicos (BRUNETON, 2001). Seus principais constituintes são o alcanfor, borneol e canfeno em proporções variáveis de acordo com o estado vegetativo e a origem. Os compostos fenólicos são representados por flavonoides e por ácidos fenólicos, principalmente ácidos cafeico, ácido clorogênico e rosmarínico. O alecrim possui também em sua constituição diterpenos tricíclicos, triterpenos e amirinas (BRUNETON, 2001).

A composição química da planta alfavaca ou *Ocimum americanum* L indica que o óleo essencial das folhas (3,6 %) contém eugenol (77,3 %), 1,8-cineol (12,1 %), b-cariofileno (2,3 %), (Z)- ocimeno (2,1 %) fundamentando sua utilização na produção de licores e como substituto do óleo de cravo-da-índia (MORS; RIZZINI, 1966; SILVA, 1996).

O cravo-da-índia, *Caryophyllusa romaticus* L., apresenta em sua constituição o eugenol que possui propriedades fungitóxicas no extrato aquoso e no óleo essencial. Além do eugenol também estão presentes o cariofileno, o furfurol, os taninos, os ácidos galactânico, eugênico e salicílico (RANASINGHE *et al.*, 2002).

Na composição química da cavalinha, *Equisetum arvense*, tem sido registrada a presença, dos alcaloides piridínicos, nicotina e palustrina, dos flavonoides glicosilados da pigenina, quercetina e do campferol, e de derivados dos ácidos clorogênicos, cafeicos e tartáricos. Foi verificada também a presença da tiaminase, uma enzima que acelera a destruição da tiamina também denominada de vitamina B1 ou aneurina.

A canela, *Cinnamomum* spp, apresenta propriedades fungitóxicas e tem como principal constituinte antimicrobiano o cinamaldeído além do eugenol, safrol, felandreno e taninos (RANASINGHE *et al.*, 2002).

A erva-doce, *Pimpinella anisum*, na composição do óleo essencial apresentou principalmente anetol e metil-chavicol. Foram detectados também o estilboestrol, apineno, limoneno, anisaldeído, linalol, neral, geranial, 4-terpineol e o óxido de cariofileno.

O gengibre, *Zingiber officinalis*, fresco contém entre 40 a 60 % de amido, 10 % de proteínas, 10 % de gorduras, sais minerais, resinas, saponinas, além de vitaminas como tiamina, riboflavina, niacina, ácido ascórbico, ácido aspártico, ácido glutâmico, ácido piperólico, arginina e asparagina. A concentração de óleo essencial está entre 1 a 3 % e é constituído por monoterpenos, dos quais estão presentes o neral, geraniol, geranial e acetato de geranila (BULLETIN, 2003). É utilizado em produtos alimentícios e em bebidas para conferência de sabor, e também como cosméticos, como aromatizantes e como agente antimicrobiano.

O manjeriço ou *Ocimum basilicum* L. possui sabor e aroma doce e picante característicos. Apresentam em sua composição taninos, flavonoides, saponinas, cânfora e seu óleo essencial é constituído por timol, metil-chavicol, linalol, eugenol, cineol e pireno (ALBUQUERQUE, 1989; VIEIRA, 1992; PANIZZA, 1998).

2.8.1. Metabólitos secundários

Nas plantas os metabólitos secundários não são usados diretamente para sua nutrição e desenvolvimento. São substâncias que podem atuar na defesa da planta contra a ação de pragas e doenças e na atração ou repulsão de insetos. Plantas da mesma espécie, cultivadas em diferentes localidades, em geral possuem os mesmos compostos, mas as proporções em que são produzidos podem variar. São responsáveis por propriedades medicinais nas plantas e seu processo de síntese tem sido progressivamente estudado (SILVA; CASALI, 2000). Fatores ambientais podem influenciar na concentração e na qualidade dos compostos secundários produzidos pelas plantas.

Os óleos essenciais são produzidos em estruturas secretoras, como pelos glandulares, células parenquimáticas diferenciadas, canais oleíferos ou em bolsas específicas (SIMÕES; SPITZER, 1999), que podem estar localizadas em algumas partes específicas ou em toda a planta. Óleos essenciais são misturas de substâncias voláteis,

lipofílicas, com baixo peso molecular, e normalmente são odoríferas e líquidas. Geralmente, possuem natureza terpênica (MORAES, 2009). Os terpenos são biossintetizados por duas diferentes rotas a partir do metabolismo primário:

1. rota do ácido mevalônico, onde três moléculas de acetilCoA são ligadas para formar o ácido mevalônico, que por diversas reações metabólicas produz o isopentenil difosfato (IPP), que é a unidade ativa básica na formação dos terpenos; e

2. rota do metileritriolfosfato (MEP), que ocorre nos cloroplastos e outros plastídeos, onde o gliceraldeído-3-fosfato e dois átomos de carbono derivados do piruvato parecem se combinar formando um intermediário que é eventualmente convertido em IPP.

Já os compostos fenólicos são substâncias aromáticas formadas via rota do ácido chiquímico. Segundo Santos (1999), os compostos nitrogenados, como alcaloides, são sintetizados a partir dos aminoácidos. O metabolismo do acetilCoA gera o diversificado grupo de metabólitos secundários, os isoprenóides ou terpenoides, que representam a segunda classe com maior número de constituintes ativos, na qual são encontrados os óleos essenciais (Figura 1).

Plantas produtoras de alcaloides são plantas de uso industrial, pois entram na composição de muitos medicamentos. Sua utilização sem orientação médica pode causar intoxicação. Como exemplos de plantas produtoras de alcaloides tem-se a coca e o tabaco. O tabaco contém nicotina que controla artrópodes por ação de contato e fumigação.

Os taninos pertencem à classe dos compostos fenólicos, são solúveis em água, mas podem formar complexos insolúveis, como alcaloides e proteínas (SIMÕES *et al.*, 2004). São responsáveis pela adstringência de vários frutos. São os compostos secundários mais importantes na defesa das plantas contra pragas e doenças (SWAIN, 1979). Segundo Scalbert (1991), os taninos são importantes como repelente de predadores por tornarem os tecidos menos palatáveis. Substratos com altos teores de taninos inibem o crescimento dos fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Penicillium* e *Trichoderma*.

O modo de ação que as fitoalexinas atuam sobre fungos compreende granulação citoplasmática, desorganização dos conteúdos celulares, ruptura da membrana plasmática e inibição de enzimas fúngicas, interferindo na germinação e na elongação do tubo germinativo e diminuindo ou inibindo o desenvolvimento micelial (LO *et al.*, 1996).

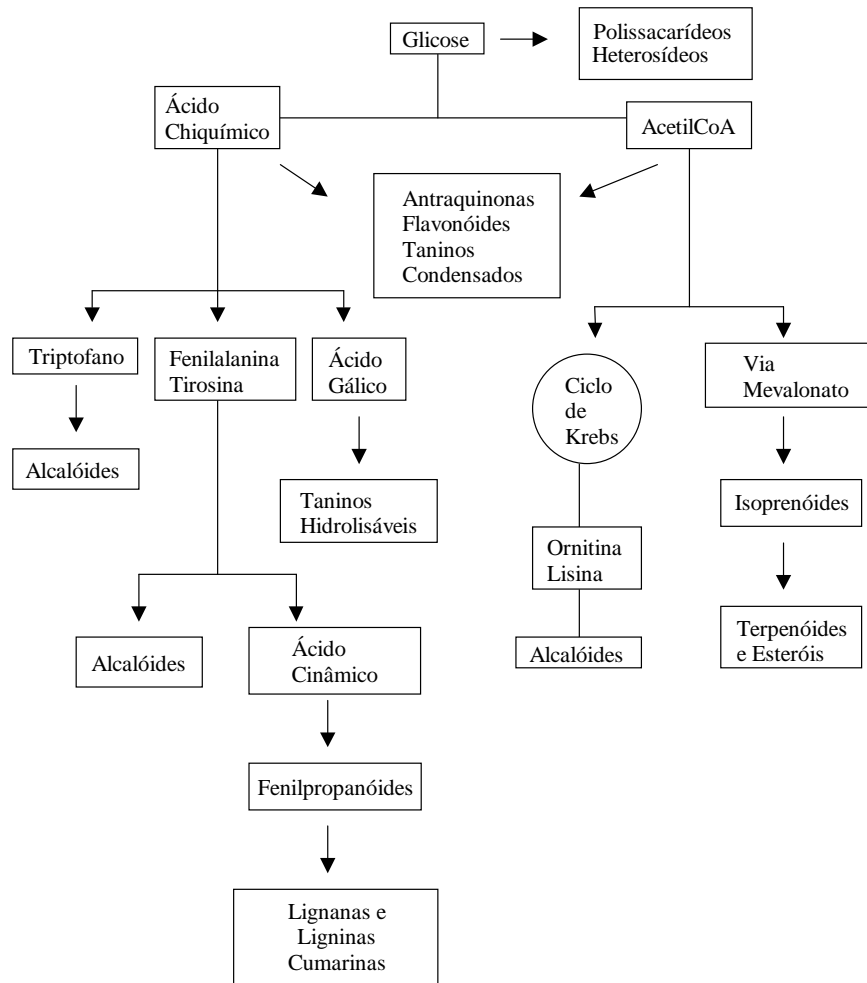


Figura 1 – Ciclo biossintético dos metabólitos secundários. Fonte: adaptada de Santos (1999).

O modo de ação que as fitoalexinas atuam sobre fungos compreende granulação citoplasmática, desorganização dos conteúdos celulares, ruptura da membrana plasmática e inibição de enzimas fúngicas, interferindo na germinação e alongação do tubo germinativo e diminuindo ou inibindo o desenvolvimento micelial (LO *et al.*, 1996).

As plantas possuem mecanismos de defesa contra o ataque de microrganismos, que são ativados por substâncias denominadas eliciadores, que podem ter origem biótica ou abiótica. Dentre os fatores bióticos destacam-se fungos, vírus e bactérias, bem como moléculas de oligossacarídeos, glicoproteínas, oligopeptídeos e ácidos graxos (PASCHOLATI; LEITE, 1995). Entre os abióticos destacam-se substâncias químicas, como ácido salicílico (HAMMERSCHMIDT; DANN, 1997).

2.9. Controle biológico

Controle biológico é a redução da soma de inóculo ou das atividades determinantes da doença, provocada por um patógeno, realizada por um ou mais organismos que não o homem (COOK; BAKER, 1983). São denominados agentes biológicos antagonistas, aqueles os quais são capazes de intervir nos processos vitais dos patógenos, desde que adaptados ecologicamente ao ambiente. Sendo assim, práticas culturais para criar um ambiente favorável aos antagonistas e para melhorar a resistência da planta hospedeira, bem como pelo melhoramento genético são mecanismos importantes para o controle biológico.

Muitos produtos à base de *Trichoderma* são empregados no controle de patógenos, como em substratos de produção de mudas, principalmente em hortaliças e ornamentais (MORANDI *et al.*, 2005). Também são utilizados no tratamento de sementes e na irrigação via pivô central em grandes culturas (MORANDI *et al.*, 2005; POMELLA, 2008). Nestes casos, o antagonista associa-se às estruturas dos patógenos como escleródios, esporos e hifas, o que causa sua degradação ou impede-os de germinar.

A utilização de produtos biológicos apresenta diversas dificuldades, principalmente, em relação à qualidade dos produtos biológicos e ao registro no MAPA. O sucesso da introdução de um agente biológico exige o seu estabelecimento no ambiente e nas ações sobre o organismo patogênico. Os produtos biológicos podem substituir os fungicidas sintéticos, pois são menos inofensivos ao ambiente e à saúde e podem superá-los em termos de eficiência (BONETT *et al.*, 2012). Entretanto, a substituição dos agrotóxicos pelo produto biológico não garante uma agricultura mais sustentável. É preciso investir em todo o sistema de produção.

A prática comumente recomendada para a redução de fungos fitopatogênicos é a aplicação de fungicidas sintéticos no tratamento de sementes, o que tornou indispensável para garantir a sua sanidade. O uso excessivo de compostos químicos causa danos ao meio ambiente e afetam negativamente a saúde dos produtores e consumidores.

Muitos fungos transmitidos por sementes iniciam suas atividades por ocasião da semeadura, os quais podem resultar em diminuição da população de plantas por hectare e, ou, em tombamento de pré ou pós-emergência (COSTA *et al.*, 2003). A alta contaminação inicial constatada nas sementes de café pode ser associada à exposição

natural das sementes a uma diversidade de microrganismos contaminantes, como leveduras, fungos filamentosos e bactérias presentes no ambiente, que ao encontrarem condições favoráveis para o seu desenvolvimento infectam as sementes. Os fungos filamentosos são associados aos maiores danos à qualidade do café, por ação direta ou indireta, representada pela produção de toxinas. Logo, um aspecto a ser considerado na conservação de sementes de café é a ação de microrganismos na perda de viabilidade (CARVALHO, 1997). O armazenamento de sementes com altos teores de água, ou seja, de 30 a 40 %, pode ser viável desde que haja a redução da contaminação fúngica (MIRANDA *et al.*, 1993).

Embora fungicidas como o Dithane M45, Thiatox e Captan sejam eficientes no controle de fungos durante o armazenamento de sementes de café (FILANI, 1972) é importante considerar os seus efeitos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente. O Dithane (mancozebe) pertence à classe toxicológica I, extremamente tóxico e pode causar câncer, mutação e malformações em fetos. Em vários estudos feitos com trabalhadores foram demonstradas as relações entre a exposição crônica a agrotóxicos e doença e os riscos não se limitam ao homem do campo; os resíduos das aplicações atingem os mananciais de água e o solo. Além disso, os alimentos comercializados nas cidades podem apresentar resíduos tóxicos. Assim, estudos apontam para a possibilidade do uso de produtos naturais e inócuos na conservação de sementes de café, como alternativamente à utilização de produtos químicos tóxicos.

Diversos fatores podem interferir na qualidade das sementes de café, especialmente aqueles relacionados às etapas pós-colheita de processamento, lavagem, fermentação e secagem (URBANO *et al.*, 2001; TANIWAKI *et al.*, 2003). As espécies de fungos encontradas em cafés brasileiros pertencem principalmente aos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium* e *Fusarium* (MARTINS *et al.*, 2003; PASIN *et al.*, 2009). Algumas espécies de fungos podem ocasionar alterações indesejáveis. Os fungos filamentosos encontram-se associados aos frutos e às sementes de café (*Coffea arabica* L.) durante todo o ciclo produtivo e podem, sob condições específicas, causar perdas de qualidade (CHALFOUN *et al.*, 2008).

2.10. Produtos químicos

2.10.1. Sorbato de potássio

O ácido sórbico é um ácido graxo insaturado, presente de forma natural em alguns vegetais, utilizado como aditivo alimentar de forma sintética. Em 1859, o ácido sórbico foi isolado pelo químico alemão W. Hoffmann a partir de frutas verdes de sorveteira prensadas. Foi somente em 1939 que o poder de conservação antimicrobiano do ácido sórbico foi descoberto.

Como conservantes, os sorbatos são únicos, tanto em termo de versatilidade, quanto ao largo espectro de microrganismos cujo crescimento eles inibem. O ácido sórbico e seus sais são fornecidos ao mercado de forma altamente refinada, em pó ou granulado com cor branca. A forma ácida possui maior poder antimicrobiano e os sais propiciam uma maior solubilidade. Assim, quando usado na forma de sal, a potência em termo de equivalência de peso, reduz para cerca de 75 %, ou seja, para manter o mesmo poder conservante, serão necessárias quatro partes de sorbato de potássio para substituir três partes de ácido sórbico.

Em sementes de café que por natureza são mais sensíveis, por ficarem mais expostas à contaminação microbiana em embalagens abertas, é necessário maior cuidado na preservação. Normalmente, quando o teor de umidade é alto e a temperatura ambiente é elevada, maiores concentrações de sorbato são necessárias. Quanto maior a concentração de sorbato, mais tempo o crescimento microbiano é inibido. Por outro lado, quando o pH é baixo, uma concentração mais baixa já é suficiente para inibir o crescimento, ou seja, a eficácia dos sorbatos aumenta com o aumento da acidez. Os sorbatos apresentam a maior eficiência quando usados em pH inferior a 6,0. Mesmo assim, eles funcionam até pH 6,5, mas são relativamente ineficientes a partir de pH 7,0.

2.10.2. Benzoato de sódio

O ácido benzoico ocorre naturalmente nas ameixas e na maioria das frutas de bagas. Também já foi detectado nos queijos e no leite fermentado. O ácido benzoico é pouco solúvel em água (0,27 a 18 °C). Na maioria das leveduras e fungos filamentosos pode ser reduzido com concentração entre 0,05 a 0,1 %. Seus sais são inibidores das enzimas digestivas pepsinas e tripsinas.

Os sais de cálcio, potássio e sódio são utilizados para inibir o desenvolvimento microbiano nos alimentos. O benzoato de sódio é um pó cristalino estável, com solubilidade em água fria de 66 g/100 mL, a 20 °C, ou seja, uma alta solubilidade. Os benzoatos são eficazes na faixa de pH 2,5 a 4,0 e perdem boa parte de sua eficiência em pH > 4,5. Sendo assim, é muito eficiente no controle de fungos e leveduras.

2.10.3. Mancozebe (Dithane NT)

É um fungicida e acaricida de contato do grupo químico dos ditiocarbamatos, cujo tipo de formulação pó molhável, classificado como extremamente tóxico. Sua composição é um complexo de maneb e de zinco, com 20 % de manganês e 2,5 % de zinco. O espectro antifúngico e demais propriedades são muito semelhantes às do maneb, porém a presença do zinco diminui a fitotoxicidade.

Produtos químicos protetores ou residuais são aplicados nas partes suscetíveis do hospedeiro e formam uma camada superficial protetora antes da deposição do inóculo. Fungicidas não sistêmicos aplicados em folhagens, ramos novos, flores e frutos, ferimentos dos ramos podados e em sementes são tipicamente desse grupo. Para o bom desempenho da ação protetora, quando aplicado nas sementes o composto químico precisa ter uma série de características, além da fungitoxicidade inerente: deve ser capaz de espalhar por toda a superfície a ser protegida, mas sem formar uma camada tão fina que comprometa sua eficiência. Verifica-se que os fungicidas deste grupo são inibidores de reações bioquímicas, afetando, um grande número de processos vitais dos microrganismos. Há evidências de atuação tanto na membrana como no protoplasma celular supondo ser ela maior no protoplasma, onde é maior o número de processos vitais.

Testes com ditiocarbamatos sobre enzimas mostram inibição da atividade em mais da metade das possíveis combinações enzima-fungicida, comprovando a capacidade dos fungicidas em reagir indiscriminadamente.

A inespecificidade dos fungicidas protetores não permite que eles sejam absorvidos pelas plantas, pois causariam fitotoxicidade. Assim, a seletividade antifúngica ou antibacteriana sobre a superfície vegetal é conseguida à custa da sua relativa insolubilidade em água e dificuldade de penetração na planta. Normalmente, decorrente da ação enzimática inespecífica, fungicidas protetores têm amplo espectro de ação antifúngica, mas atuam em doses relativamente elevadas, evidenciando baixa

fungitoxicidade inerente. Tratamentos protetores de sementes também são mais simples, não envolvem dificuldades técnicas e operacionais e exigem pequena quantidade do produto químico. Entretanto, a eficiência protetora limita-se aos fungos apodrecedores de semente e não aos patógenos de podridões radiculares ou de murchas, porque as raízes logo ficam longe do alcance do fungicida localizado na casca da semente.

2.11. Embalagens

O método de preservação da viabilidade das sementes de café armazenadas tem gerado discordância entre as pesquisas realizadas. Normalmente, a redução da luminosidade, temperatura e umidade das sementes e do ambiente limita o metabolismo das sementes e a atividade dos microrganismos, prolongando sua armazenabilidade (VIEIRA *et al.*, 2001).

As embalagens utilizadas no armazenamento exercem importante papel na manutenção da viabilidade das sementes (CARNEIRO, 1987). Existem no mercado tipos de películas de polietileno que, de acordo com a espessura, possibilitam diferentes permeabilidades à entrada e saída de vapor de água e de gases. As embalagens podem ser separadas quanto à troca de vapor de água, sendo elas, permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis (BAUDET, 2003). Nas embalagens permeáveis (papel, juta, algodão e plástico trançado), o teor de umidade das sementes modifica-se de acordo com as mudanças da umidade relativa do ambiente de armazenamento. Nas semipermeáveis (polietileno mais finos que 0,12 mm de espessura, e papel multifoliado laminados com polietileno), ocorre uma pequena resistência a trocas gasosas. Já nas embalagens impermeáveis (polietileno com mais de 0,12 mm de espessura, alumínio e latas), não ocorre a troca de umidade (POPINIGIS, 1985; BAUDET, 2003).

As embalagens impermeáveis além de evitarem a troca de umidade das sementes com o ambiente reduzem a disponibilidade de oxigênio, diminuindo a respiração das sementes armazenadas, reduzindo assim a degradação das reservas das sementes e a diminuição de seu peso seco, preservando a sua qualidade fisiológica (SAUER, 1992; BAUDET, 2003). Vossen (1979) obteve uma boa conservação no armazenamento durante 2,5 anos, quando as sementes foram acondicionadas em sacos de polietileno hermeticamente fechados, a 15 °C e com a umidade das sementes de 41 %. Sguarezi *et al.* (2002) verificaram que a melhor viabilidade de sementes de café no armazenamento foi obtida com 35 % de umidade e quando acondicionadas em embalagens de polietileno

a 85 % de U.R. e a 20 °C. Já Fazuoli *et al.* (2001) verificaram que sementes em condições de câmara fria acondicionadas em plástico trançado tiveram melhor armazenabilidade do que as acondicionadas em polietileno, independentemente da umidade inicial das sementes, por até 16 meses. Miglioranza (1982) testou sementes de café com diferentes umidades acondicionadas em latas hermeticamente fechadas, e constatou que o teor de água entre 8 e 10 % apresentou o melhor resultado, por um período de aproximadamente nove meses, e que sementes com teor de umidade de 24 a 50 %, após seis meses, reduziram a armazenabilidade.

Araújo (1988) acondicionou sementes de café em sacos de pano e de polietileno, em câmara fria com 48,3, 21,6, 15,8 e 13,1 % a uma temperatura de 3 a 4 °C com umidade relativa entre 80 a 85 % e em laboratório. Foi observado que a melhor viabilidade das sementes foi em saco de pano, em condições de laboratório com 48,3 % de umidade e que sementes acondicionadas em polietileno, o melhor resultado foi com baixa umidade. Já Dias e Barros (1993) verificaram que sementes acondicionadas em sacos de polietileno perfurado com 22 % de umidade perderam a viabilidade em 11 meses, mas quando acondicionadas em saco de papel com 14 % de umidade perderam a germinação em aproximadamente dez meses. Os mesmos autores observaram que, com 37 % de umidade o saco de polietileno lacrado foi a melhor embalagem, pois preservou a viabilidade por 11 meses de armazenamento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia e no Laboratório de Patologia de Sementes e de Pós-Colheita do Departamento de Fitopatologia, da Universidade Federal de Viçosa e no Laboratório de Análises Microbiológicas de Alimentos e Águas, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Unidade Regional Epamig Zona da Mata em Viçosa.

As sementes de café (*C. arabica* L.) do cultivar Catuaí Vermelho IAC 44 foram adquiridos em campo de produção de sementes registrado no MAPA, pertencente à Fazenda Experimental do Vale do Piranga em Oratórios, MG, de propriedade da EPAMIG. Este cultivar foi escolhido por ser o mais plantado na região da Zona da Mata Mineira.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram conduzidos dois experimentos: no primeiro, as condições de armazenamento não foram controladas (ambiente natural); e no segundo, as condições de armazenamento foram controladas (câmara fria). Nos dois experimentos os tratamentos foram estabelecidos no esquema fatorial 16 x 3 x 5 (tipos de fungicidas x tipos de embalagens x período de avaliação). O teste de médias utilizado foi o de Dunnett unilateral, pois o interesse não está nas diferenças entre os tratamentos, mas se existem tratamentos que são superiores ao controle e ao mancozebe.

Na colheita, os frutos foram selecionados, manualmente, no estágio de cereja. No mesmo dia foram descascados e desmucilados por fermentação natural durante 12 horas. Em seguida, as sementes foram batidas em batedor mecânico e lavadas para a retirada da mucilagem. A secagem foi realizada a pleno sol, como é utilizado pelos produtores de sementes, até atingir o teor de água de 42 %. As sementes foram colocadas sob uma lona impermeável para serem expurgadas com fosfeto de alumínio, por 12 horas, visando o controle da broca-do-café. Amostras de 200 g foram acondicionadas em três tipos de embalagens: frasco de polipropileno, saco de papel kraft multifoliado com duas folhas de gramatura de 80 g/m² e saco de náilon com polietileno transparente com espessura de 0,20 mm (Figura 2).



Figura 2 – Embalagens utilizadas no armazenamento: frasco de polipropileno (A), papel kraft (B) e náilon com polietileno (C).

Para a redução da contaminação fúngica, as sementes foram submetidas ao tratamento com plantas medicinais desidratadas e moídas: alecrim (*Rosmarinus officinalis*), alfavaca (*Ocimum americanum* L.), alho (*Allium sativum*), canela (*Cinnamomum spp.*), cavalinha (*Equisetum arvense*), cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus*), erva-doce (*Pimpinella anisum*), gengibre (*Zingiber officinalis*), manjeriço (*Ocimum basillium*), que foram testados na dose de 200 g/kg de sementes (Figura 3).

Além do uso do fungicida químico mancozebe (Dithane[®] NT 4 g/kg de sementes), dos compostos químicos sorbato de potássio (300 g/L de água, onde as sementes foram imersas por um minuto) e do benzoato de sódio (300 g/L de água, onde as sementes foram imersas por um minuto), também foram testados três produtos biológicos: Trichodermil[®] SP (1 g/kg de sementes), Trichodel[®] (50 g/kg de sementes) e Trichoplus[®] (50 g/kg de sementes) e o controle (Figura 4).



Figura 3 – Plantas medicinais utilizadas: alecrim (A), alfavaca (B), alho (C), canela (D), cavalinha (E), cravo-da-índia (F), erva-doce (G), gengibre (H) e manjeriço (I).

As plantas medicinais desidratadas em estufa e moídas com aproximadamente 9 % de umidade foram adquiridas da empresa Flores e Ervas Farmacêutico Ltda., localizada em Piracicaba, SP. As partes utilizadas de cada planta foram: as folhas do alecrim e manjeriço, a parte aérea da alfavaca e cavalinha, o botão floral do cravo-da-índia, a casca da canela, o fruto da erva-doce, o bulbo do alho e o rizoma do gengibre.

O sorbato de potássio e o benzoato de sódio, ambos granulados, foram adquiridos da empresa Produtos Macalé Ltda., em Juiz de Fora, MG. Os agentes biológicos foram adquiridos das empresas: Trichodermil, SP, da ITAFORTE Bio Produtos em Itapetininga, SP, Trichoplus, da JCO Indústria e Comércio de Fertilizantes Ltda, em Barreiras, BA, e o Trichodel, da ECCB Insumos Biológicos em Caxias do Sul, RS.

Depois de embaladas, as sementes foram lacradas, armazenadas sobre uma padiola de tela sombrite, em ambiente não controlado na cidade de Paula Cândido, MG, latitude 42°58'55.99"O, longitude 20°48'01.67" S e altitude de 780 m, e em câmara fria



Figura 4 – Fungicida químico (mancozebe) (A), compostos químicos (sorbato de potássio) (B), benzoato de sódio (C) e produtos biológicos Trichodermil[®] SP (D), Trichodel[®](E) e Trichoplus[®] (F).

a uma temperatura de 16 ± 3 °C e umidade relativa de 60 ± 3 %, por um período de 15 meses na Unidade Regional Epamig Zona da Mata em Viçosa, MG. A embalagem de frasco de polipropileno foi lacrada com sua própria tampa, o saco de papel kraft multifoliado foi fechado com máquina de costurar saco e o saco de náilon com polietileno foi lacrado com seladora.

A germinação inicial do lote de sementes na implantação do experimento foi de 92 %. Antes e após a aplicação dos tratamentos, a cada três meses (3, 6, 9, 12 e 15

meses de armazenamento), foram realizadas avaliações da qualidade das sementes, a seguir.

3.1. Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido com quatro amostras de 50 sementes sem pergaminho por repetição. A contagem final foi feita no 30^o dia após a instalação do teste, conforme as recomendações descritas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Como plântulas normais foram consideradas as que apresentaram radícula aparentemente saudável, com no mínimo três raízes secundárias (Figura 5).



Figura 5 – Teste de germinação aos 15 (A) e 30 (B) dias.

O substrato utilizado foi o rolo de papel “germitest”. A quantidade de água adicionada no substrato no início do teste foi equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. O germinador foi regulado com temperatura de 30 °C e presença de luz. O germinador utilizado foi o de câmara, que é composto de uma câmara de paredes adequadamente isoladas para diminuir as variações bruscas da temperatura interna e um conjunto de bandejas. Seu fundo serve como depósito para água destilada que deve ser mantida em nível adequado, proporcionando umidade relativa em torno de 90 a 95 %.

3.2. Determinação do teor de água das sementes

A determinação do teor de água foi realizada em estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando sementes inteiras e balança com precisão de pesagem de 0,001 g. Para o cálculo da porcentagem de umidade utilizou-se a seguinte fórmula:

$$U (\%) = (Pu - Ps) \times 100 / (Pu - T)$$

em que

T = tara é o peso em gramas da cápsula;

Pu = peso úmido é o peso em gramas da cápsula mais a semente úmida; e

Ps = peso seco é o peso em grama da cápsula mais a semente seca.

3.3. Comprimento da raiz primária

Para a avaliação do comprimento da raiz primária foram seguidos os mesmos procedimentos adotados no teste de germinação. Foram utilizadas 50 sementes por repetições. Aos sete dias após a montagem dos testes, as sementes foram direcionadas com o embrião para baixo. Este posicionamento teve como objetivo facilitar as futuras medições, pois as radículas primárias mantiveram crescimento com direção retilínea. Aos 30 dias após a instalação do teste foi realizada a medição, com uma régua, da distância entre a extremidade da raiz primária e a região do coleto. O comprimento médio (cm) da raiz foi obtido pela divisão do somatório das medidas registradas das raízes normais pelo número de raízes consideradas normais.

3.4. Análise sanitária das sementes

O teste de sanidade de sementes determina o estado sanitário de uma amostra de sementes representativa do lote, obtendo-se, assim, informações que podem ser usadas para diferentes finalidades, como comparar a qualidade de diferentes lotes de sementes ou determinar a sua utilização comercial. O teste de sanidade é importante por muitas razões, entre as quais: os patógenos transmitidos por sementes podem servir de inóculo inicial para o desenvolvimento progressivo da doença no campo, reduzindo o valor comercial da cultura; lotes de sementes importadas podem introduzir patógenos em

áreas isentas, fazendo com que testes de quarentena e de certificação para o comércio internacional sejam necessários. Além disto, o teste de sanidade de sementes pode elucidar a avaliação das plântulas e as causas de uma baixa germinação e o baixo vigor em laboratório de análise de sementes ou no campo. Por fim, o teste pode indicar a necessidade de orientar no tratamento de sementes visando à redução de doenças originadas do campo, indicar a presença de fungos de armazenamento e, ou, toxigênicos; e agregar valor ao lote de sementes.

3.4.1. Contagem de fungos filamentosos e leveduras

Para a contagem de fungos filamentosos e leveduras seguiu-se a metodologia do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003). Amostras de $25 \pm 0,2$ g de sementes foram pesadas e diluídas em 225 mL de solução de cloreto de sódio 0,9 %. Posteriormente, foram realizadas diluições consecutivas apropriadas, com a inoculação de 0,1 mL das diluições selecionadas em Ágar Batata Glicose acidificado a pH 3,5 por meio da adição de 1,5 mL de solução de ácido tartárico 10 % para cada 100 mL de meio. Utilizou-se o método de inoculação em superfície com o auxílio de alça de Drigalski. Foi utilizado um mínimo de duas diluições decimais e duplicata de cada diluição. A incubação das placas foi feita a 25 ± 1 °C, por cinco a sete dias, em posição normal, em incubadora de B.O.D. Para leitura, selecionaram-se placas que continham entre 15 e 60 colônias. A partir dos dados obtidos, calculou-se o número de microrganismos presentes de acordo com os procedimentos para a contagem de colônias (BRASIL, 2003).

3.4.2. Avaliação da eficiência dos produtos

A resposta mensurável (variável dependente) foi a contagem de unidades formadoras de colônia de fungos (UFC)/g de semente, expressa em termos de reduções decimais (g):

$$Y = \log N_0/N$$

em que

Y = número de reduções decimais atingido pelo tratamento;

N_0 = número inicial (UFC/g de semente); e

N = número de sobreviventes (UFC/g de semente).

Os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias (UFC)/g).

3.4.3. Identificação de fungos filamentosos

A identificação dos fungos foi realizada no Laboratório de Patologia de Sementes e de Pós-colheita do Departamento de Fitopatologia, da Universidade Federal de Viçosa. Observou-se a morfologia de estruturas vegetativas e reprodutivas sob microscópio estereoscópico. Lâminas preparadas foram examinadas sob microscópio de luz, para visualização de características microscópicas. Com o auxílio de chaves dicotômicas disponíveis, foi feita a identificação dos fungos quanto ao gênero. Em alguns casos, após a determinação do gênero, o material coletado foi comparado às descrições de fungos já publicadas, para a determinação da espécie.

4. RESULTADOS

4.1. Variação do teor de água das sementes armazenadas em ambiente natural

Durante o período avaliado, no qual as sementes de café foram mantidas em ambiente natural, houve um ligeiro acréscimo no teor de água, quando as sementes foram armazenadas em frasco e em plástico. Isto em relação ao seu teor de água inicial de 42 %. Por outro lado, observou-se nas sementes armazenadas em papel kraft, redução nos teores de água a valores inferiores a 20 % (Figura 6).

Em ambiente natural, a umidade relativa e a temperatura variaram ao longo do período experimental (Figura 7). A umidade relativa mínima variou entre 30 e 60 % e a máxima permaneceu próxima a 100 % (Figura 7A). A temperatura ambiente atingiu valores mínimos de 5 °C e máximos superiores a 30 °C (Figura 7B).

4.2. Variação no teor de água das sementes armazenadas em câmara fria

Durante o armazenamento das sementes em câmara fria também foram observadas variações no teor de água das sementes. Houve ligeiro aumento no teor de água das sementes armazenadas em frasco e em náilon com polietileno e queda acentuada do teor de água das sementes acondicionadas em embalagem de papel kraft (Figura 8).

A temperatura média observada na câmara fria ao longo do armazenamento foi de 16 ± 3 °C e a umidade relativa de 60 ± 3 %.

As sementes que receberam Trichodel e mancozebe como tratamento para redução de fungos e foram acondicionadas em frasco e em náilon com polietileno, tiveram notável redução de teor de água durante o período estudado (Figura 8A e 8C).

4.3. Germinação e comprimento de raízes das sementes armazenadas em ambiente natural

Em relação às sementes acondicionadas em frasco, verificou-se que os tratamentos com alecrim, alho, Trichodel, Trichodermil, Trichoplus e mancozebe promoveram percentuais de germinação superior ao do controle aos três meses do início do armazenamento, não diferindo significativamente entre si, quando comparada ao mancozebe (tratamento-comparação), no mesmo período avaliado (Tabela 1).

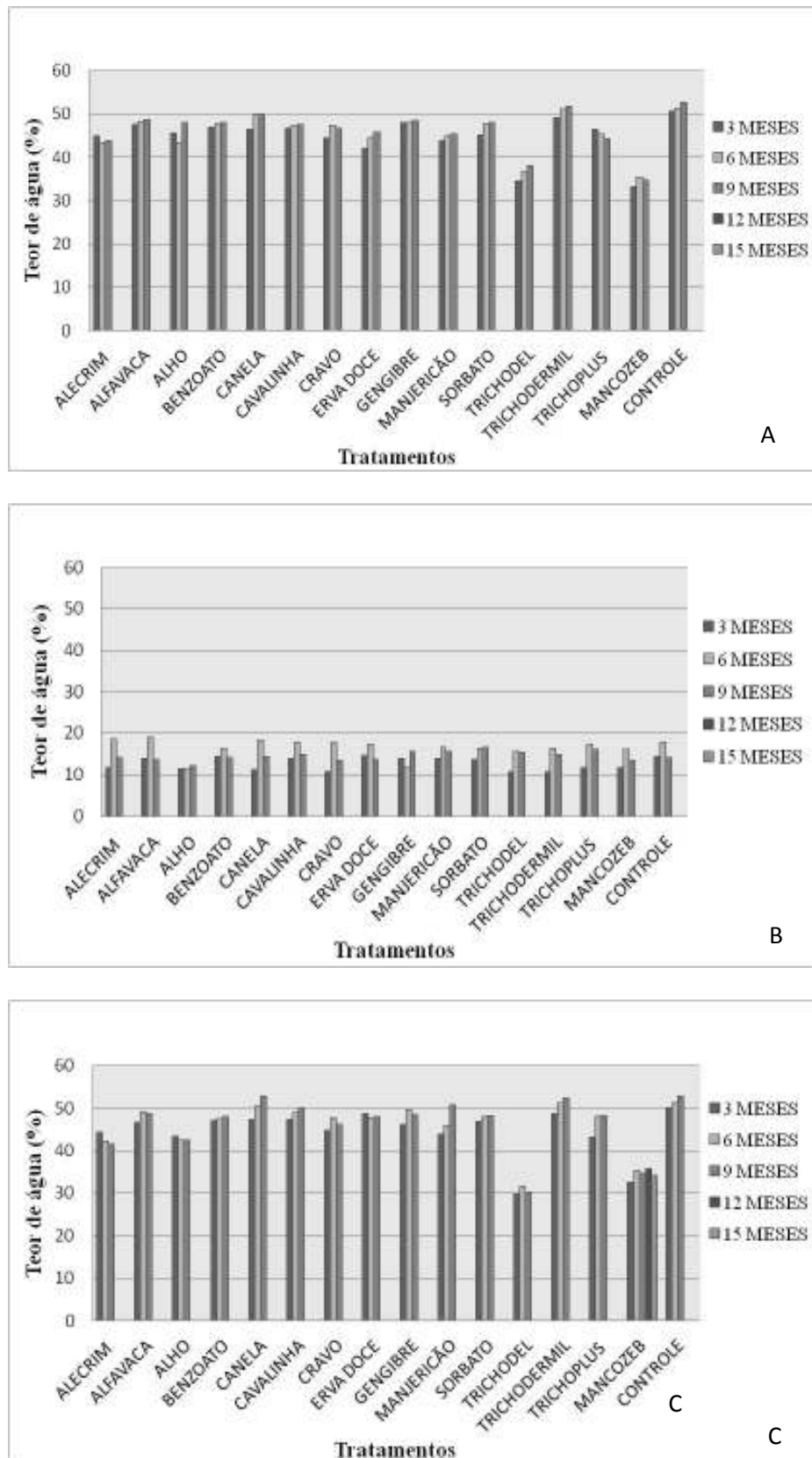


Figura 6 – Valores médios dos teores de água de sementes de café acondicionadas em frasco de polipropileno (A) ou em sacos de papel kraft (B) ou em saco de náilon com polietileno (C), durante 3 a 15 meses de armazenamento, em ambiente natural.

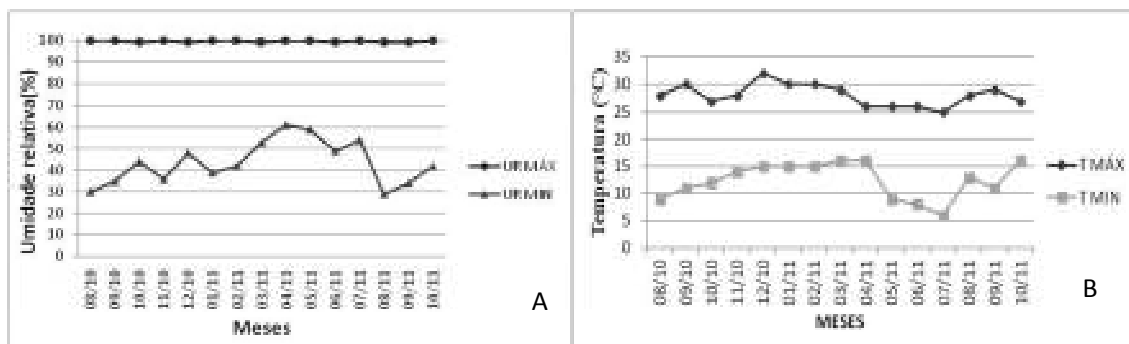


Figura 7 – Valores mensais da umidade relativa (A) e da temperatura (B) no ambiente natural entre os meses de agosto de 2010 e outubro de 2011.

Aos seis meses de armazenamento, os percentuais de germinação das sementes tratadas com alecrim, alho e Trichoplus foram maiores que aquelas do controle e do tratamento com mancozebe. O percentual de germinação verificado com o tratamento mancozebe também foi superior ao controle (Tabela 1).

Já a partir dos nove meses de armazenamento nenhuma germinação foi observada, independentemente do tratamento.

Já em relação às sementes acondicionadas em papel kraft, somente aos seis meses observou-se diferença significativa entre os percentuais de germinação induzidos pelos tratamentos estudados. Nesse período, os tratamentos com alecrim, alho, sorbato, Trichodel, Trichoplus e mancozebe foram significativamente superiores ao controle (Tabela 1).

Para as sementes acondicionadas em saco de náilon com polietileno, apenas as sementes tratadas com mancozebe apresentaram germinação acima de 80%, durante todo o período de armazenamento e superior ao do controle, a partir do sexto mês. Com seis meses de armazenamento, as sementes tratadas com alecrim, alho, Trichodel, Trichodermil e Trichoplus apresentaram germinação semelhante àquelas tratadas com mancozebe e superior ao controle (Tabela 1).

Após a verificação da germinação das sementes armazenadas em frasco de polipropileno, a medição do comprimento de raiz foi realizada. Desta forma, pode-se verificar que praticamente os mesmos tratamentos que apresentaram resultados significativamente superiores ao controle em relação à germinação mantiveram o mesmo comportamento em relação ao comprimento de raiz, indicando maior vigor em relação aos demais tratamentos e ao controle (Tabela 2). As plântulas das sementes tratadas com alho e Trichodel apresentaram maior comprimento de raiz que as

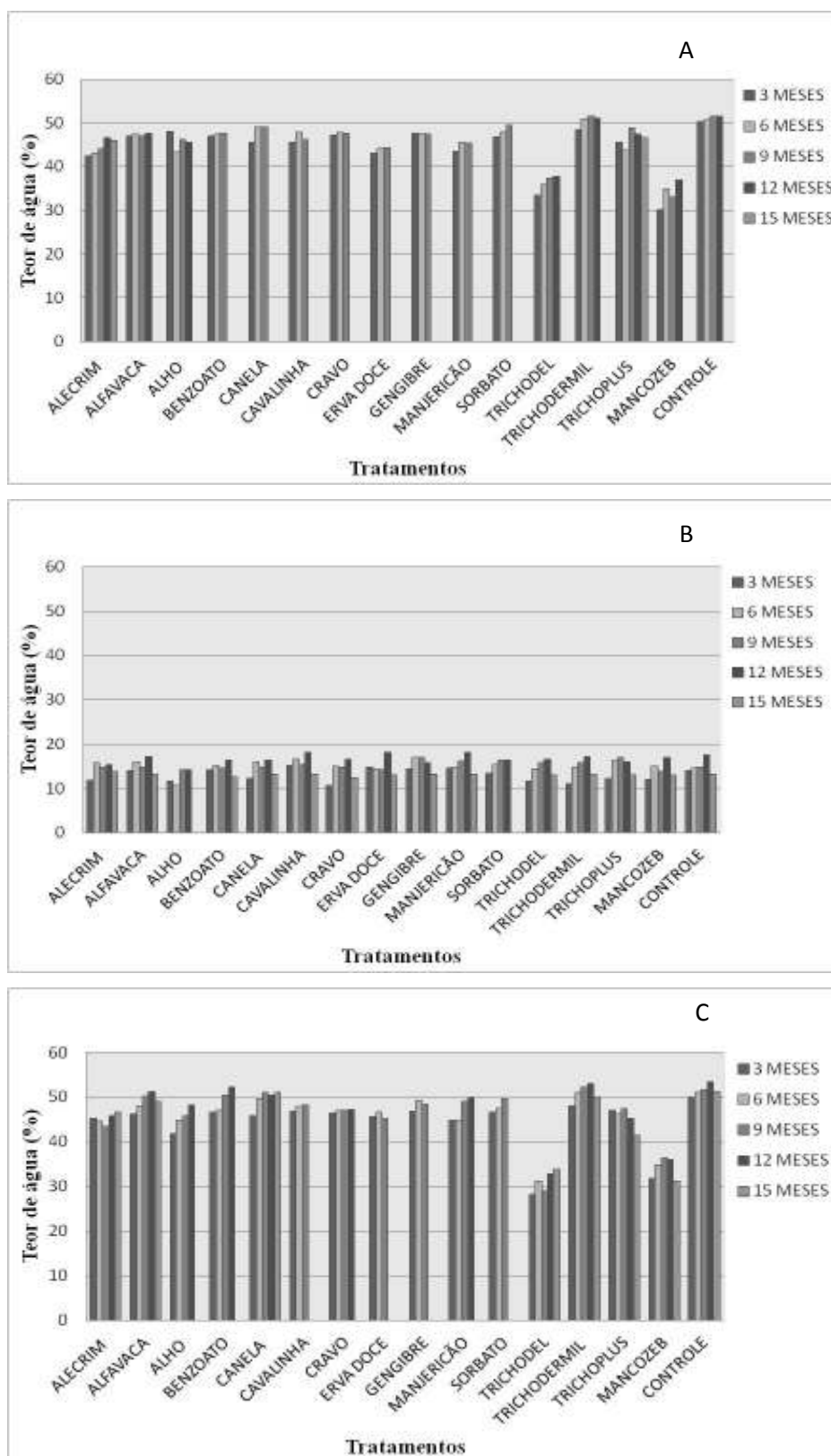


Figura 8 – Valores médios dos teores de água de sementes de café acondicionadas em frasco de polipropileno (A) ou em sacos de papel kraft (B) ou em saco de náilon com polietileno (C), durante 3 a 15 meses de armazenamento, em câmara fria.

Tabela 1 – Média do porcentual de germinação (%) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, saco de papel kraft e saco de náilon com polietileno, armazenadas em ambiente natural entre 3 e 15 meses

Tratamento	Frasco Polipropileno					Papel kraft					Náilon com Polietileno				
	Meses de armazenamento					Meses de armazenamento					Meses de armazenamento				
	3	6	9	12	15	3	6	9	12	15	3	6	9	12	15
Alecrim	86 ^C	93 ^{CM}	--	--	--	88	88 ^C	--	--	--	93	90 ^C	--	--	--
Alfavaca	--	--	--	--	--	76	61	--	--	--	45	34	--	--	--
Alho	92 ^C	86 ^{CM}	--	--	--	93	83 ^C	--	--	--	93	89 ^C	--	--	--
Benzoato	--	--	--	--	--	47	63	--	--	--	7	--	--	--	--
Canela	--	--	--	--	--	86	71	--	--	--	88	73	--	--	--
Cavalinha	--	--	--	--	--	70	70	--	--	--	39	9	--	--	--
Cravo	--	--	--	--	--	53	23	--	--	--	43	--	--	--	--
Erva-doce	--	--	--	--	--	89	70	--	--	--	--	--	--	--	--
Gengibre	--	--	--	--	--	72	62	--	--	--	--	--	--	--	--
Manjericão	--	--	--	--	--	80	62	--	--	--	--	--	--	--	--
Sorbato	--	--	--	--	--	63	77 ^C	--	--	--	--	--	--	--	--
Trichodel	85 ^C	7	--	--	--	92	77 ^C	--	--	--	90	92 ^C	--	--	--
Trichodermil	86 ^C	2	--	--	--	92	54	--	--	--	94	97 ^C	12 ^C	--	--
Trichoplus	90 ^C	93 ^{CM}	--	--	--	91	79 ^C	--	--	--	88	79 ^C	--	--	--
Mancozebe	93 ^C	42 ^C	--	--	--	92	82 ^C	--	--	--	92	94 ^C	88 ^C	86 ^C	84 ^C
Controle	71	11	--	--	--	83	64	--	--	--	91	64	--	--	--

C = significante ($P < 0,05$) em relação ao controle; M = significante ($P < 0,05$) em relação ao mancozebe; e -- ausência de germinação.

originadas do controle e mancozebe, aos três meses. Já as tratadas com alecrim, Trichodermil e mancozebe foram superiores apenas ao controle neste período. Aos seis meses não foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados.

Avaliando-se o comprimento de raiz das sementes acondicionadas em papel, observa-se que os tratamentos alho e Trichoplus foram significativamente superiores ao controle e ao mancozebe, enquanto o tratamento com erva-doce foi superior apenas ao controle, aos três meses de armazenamento. No sexto mês de armazenamento, o comprimento de raiz do tratamento alfavaca foi o único superior ao controle e ao mancozebe. Os demais tratamentos, benzoato, canela, cavalinha, cravo, erva-doce, gengibre, Trichodermil, Trichoplus e mancozebe foram superiores apenas ao controle (Tabela 2).

Já nas avaliações de comprimento de raiz das sementes armazenadas em sacos de náilon com polietileno, observou-se que quando tratadas com mancozebe, estas apresentaram comprimento de raiz superior ao controle, durante todo período de avaliação. Aos três meses, observou-se ainda que o Trichodermil foi o único tratamento em que o comprimento das raízes foi superior aos das sementes tratadas com mancozebe e ao controle. Nesse mesmo período, as sementes tratadas com alho, canela, cavalinha, cravo, Trichodel e Trichoplus foram superiores ao controle. Aos seis meses, além do mancozebe, apenas o tratamento com canela apresentou comprimento de raiz superior ao controle. O mesmo comportamento foi observado para o Trichodermil no nono mês.

4.4. Germinação e comprimento de raízes das sementes armazenadas em câmara fria

Em câmara fria, as sementes armazenadas em frasco e tratadas com alecrim, alho e Trichoplus tiveram germinação acima de 70 % e foram significativamente superiores ao mancozebe (tratamento-comparação) e ao controle, a partir de nove meses de armazenamento, até o final do período de avaliação (Tabela 3). Após seis meses de armazenamento, observou-se que a germinação das sementes tratadas com alecrim, Trichoplus e mancozebe foram superiores ao controle.

Tabela 2 – Média de comprimento de raiz (cm) de plântulas de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, saco de papel kraft e saco de náilon com polietileno, armazenadas em ambiente natural entre 3 e 15 meses

Tratamento	Frasco Polipropileno					Papel Kraft					Náilon com Polietileno				
	Meses de armazenamento					Meses de armazenamento					Meses de armazenamento				
	3	6	9	12	15	3	6	9	12	15	3	6	9	12	15
Alecrim	2,85 ^C	4,38	--	--	--	2,61	3,61	--	--	--	2,51	4,34	--	--	--
Alfavaca	--	--	--	--	--	2,49	5,15 ^{CM}	--	--	--	1,58	3,9	--	--	--
Alho	3,70 ^{CM}	4,3	--	--	--	3,37 ^{CM}	3,4	--	--	--	3,75 ^C	3,8	--	--	--
Benzoato	--	--	--	--	--	1,89	4,73 ^C	--	--	--	1,27	0	--	--	--
Canela	--	--	--	--	--	2,79	4,62 ^C	--	--	--	3,19 ^C	4,85 ^C	--	--	--
Cavalinha	--	--	--	--	--	2,18	4,35 ^C	--	--	--	2,62 ^C	3,72	--	--	--
Cravo	--	--	--	--	--	2,06	4,73 ^C	--	--	--	2,59 ^C	--	--	--	--
Erva-doce	--	--	--	--	--	3,14 ^C	4,19 ^C	--	--	--	--	--	--	--	--
Gengibre	--	--	--	--	--	2,15	5,04 ^C	--	--	--	--	--	--	--	--
Manjeriçã	--	--	--	--	--	2,33	3,37	--	--	--	--	--	--	--	--
Sorbato	--	--	--	--	--	1,65	2,98	--	--	--	--	--	--	--	--
Trichodel	3,31 ^{CM}	1,96	--	--	--	2,51	3,71	--	--	--	2,89 ^C	4,2	--	--	--
Trichodermil	2,90 ^C	2,3	--	--	--	2,94	4,09 ^C	--	--	--	3,87 ^{CM}	4	1,50 ^C	--	--
Trichoplus	2,52	4,22	--	--	--	3,38 ^{CM}	5,00 ^C	--	--	--	2,78 ^C	4,45	--	--	--
Mancozebe	2,75 ^C	3,69	--	--	--	2,81	4,39 ^C	--	--	--	3,41 ^C	4,70 ^C	3,91 ^C	2,85 ^C	2,88 ^C
Controle	2,24	3,71	--	--	--	2,67	3,34	--	--	--	2,18	3,79	--	--	--

C = significante ($P < 0,05$) em relação ao controle; M = significante ($P < 0,05$) em relação ao mancozebe; e -- a germinação foi zero, então não foi possível medir o comprimento das raízes.

Nas sementes acondicionadas em papel e armazenadas por até três meses, somente aquelas tratadas com alho proporcionaram germinação significativamente superior ao controle. Já aos seis meses, somente as sementes tratadas com Trichodel e Trichoplus tiveram germinações superiores ao controle. Aos nove meses, todos os tratamentos proporcionaram germinação superior ao controle, exceto as sementes tratadas com benzoato, canela e manjerição. Aos 12 meses, somente as sementes tratadas com sorbato apresentaram taxa de germinação semelhante ao controle, enquanto as demais foram superiores. Finalmente, aos 15 meses de armazenamento, observou-se que as sementes tratadas com alecrim, alho, Trichodel e Trichoplus proporcionaram germinação superior ao mancozebe e ao controle. Os demais tratamentos foram significativamente superiores somente ao controle, exceto sementes tratadas com sorbato, que neste período de avaliação não apresentaram germinação (Tabela 3).

Para as sementes armazenadas em câmara fria e acondicionadas em saco de náilon com polietileno, observou-se que as sementes quando tratadas com alecrim, Trichoplus e mancozebe, apresentaram porcentagem de germinação superior ao controle, durante todo o período de armazenamento. Já as sementes tratadas com canela e Tricodel proporcionaram porcentagem de germinação superior ao controle, somente a partir do sexto mês. A partir do nono mês, as sementes tratadas com alho e Trichodermil apresentaram germinação superior ao controle. Além disso, esse último proporcionou germinação superior ao controle no terceiro mês e superior ao mancozebe, no 15^o mês. O tratamento com alfavaca superou a taxa de germinação do controle somente nos dois últimos períodos de avaliação (Tabela 3).

Em relação ao comprimento de raiz, as sementes tratadas com alecrim apresentaram média de tamanho de raiz significativamente superior àquelas tratadas com mancozebe e ao controle, a partir do nono mês de armazenamento. Já o tratamento com alho proporcionou comprimento de raiz superior ao mancozebe e ao controle, em todo o período avaliado, exceto no nono mês. Nas sementes tratadas com Trichoplus, o comprimento de raiz foi superior ao controle desde o sexto mês de armazenamento e superior ao mancozebe a partir do nono mês. Para as sementes tratadas com mancozebe, essa característica só foi superior ao controle, quando armazenada até os três meses (Tabela 4).

Tabela 3 – Média do percentual de germinação (%) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, saco de papel kraft e saco de náilon com polietileno, armazenadas em câmara fria* entre 3 e 15 meses

Tratamento	Frasco Polipropileno					Papel Kraft					Náilon com Polietileno				
	Meses de armazenamento					Meses de armazenamento					Meses de armazenamento				
	3	6	9	12	15	3	6	9	12	15	3	6	9	12	15
Alecrim	92	97 ^C	89 ^{CM}	91 ^{CM}	86 ^{CM}	86	92	90 ^C	89 ^C	91 ^{CM}	94 ^C	95 ^C	93 ^C	91 ^C	87 ^C
Alfavaca	18	--	--	--	--	88	91	77 ^C	76 ^C	80 ^C	83	81	59	83 ^C	23 ^C
Alho	94	90	87 ^{CM}	78 ^{CM}	79 ^{CM}	96 ^C	91	70 ^C	87 ^C	81 ^{CM}	90	88	78 ^C	93 ^C	86 ^C
Benzoato	--	--	--	--	--	87	85	59	75 ^C	64 ^C	35	--	--	--	--
Canela	75	--	--	--	--	67	84	68	73 ^C	72 ^C	81	93 ^C	90 ^C	93 ^C	83 ^C
Cavalinha	30	--	--	--	--	84	92	83 ^C	74 ^C	63 ^C	75	62	--	--	--
Cravo	48	--	--	--	--	85	91	69 ^C	73 ^C	69 ^C	37	43	16	--	--
Erva-doce	--	--	--	--	--	80	88	69 ^C	68 ^C	70 ^C	73	43	--	--	--
Gengibre	--	--	--	--	--	77	89	76 ^C	78 ^C	72 ^C	80	81	--	--	--
Manjeriço	19	6	--	--	--	84	81	68	86 ^C	77 ^C	13	24	22	--	--
Sorbato	--	--	--	--	--	93	91	78 ^C	54	--	--	--	--	--	--
Trichodel	93	65	--	--	--	94	95 ^C	94 ^C	83 ^C	85 ^{CM}	88	94 ^C	76 ^C	90 ^C	89 ^C
Trichodermil	89	79	--	--	--	94	86	73 ^C	86 ^C	76 ^C	94 ^C	86	80 ^C	83 ^C	93 ^{CM}
Trichoplus	88	94 ^C	93 ^{CM}	88 ^{CM}	88 ^{CM}	90	96 ^C	87 ^C	91 ^C	92 ^{CM}	92 ^C	94 ^C	89 ^C	85 ^C	56 ^C
Mancozebe	91	92 ^C	52	--	--	90	88	86 ^C	84 ^C	72 ^C	92 ^C	95 ^C	88 ^C	84 ^C	81 ^C
Controle	85	81	46	--	--	84	84	57	51	31	81	80	54	51	--

C = significante ($P < 0,05$) em relação ao controle; M = significante ($P < 0,05$) em relação ao mancozebe; -- ausência de germinação; e * temperatura de 16 ± 3 °C e umidade relativa de 60 ± 3 %

Aos três meses de armazenamento, o comprimento de raiz dos tratamentos com alho e Trichoplus apresentaram comprimento significativamente superior ao mancozebe e ao controle. As sementes tratadas com alecrim, alfavaca, cavalinha, cravo, erva-doce, sorbato, Trichodel e Trichodermil tiveram comprimentos superiores apenas ao controle. Aos seis meses, somente os tratamentos com alho, benzoato, erva-doce, manjeriço, sorbato e Trichodermil, não proporcionaram comprimento de raiz superior ao controle. Aos nove meses, as sementes tratadas com alho, cavalinha, cravo, gengibre manjeriço, sorbato, Trichodel, Trichodermil e Trichoplus apresentaram comprimento de raiz superior àquelas tratadas com mancozebe e ao controle. Enquanto aquelas tratadas com alecrim, alfavaca, canela e o controle apresentaram comprimento superior apenas ao mancozebe. Aos 12 meses, somente o tratamento com gengibre proporcionou comprimento de raiz superior ao mancozebe e ao controle, enquanto o tratamento com alho foi superior apenas ao controle. No último período avaliado, quanto ao efeito comprimento de raiz, os tratamentos podem ser divididos em dois grupos: o primeiro, em que as sementes foram tratadas com alfavaca, alho, erva-doce, gengibre, Trichodel e Trichodermil, apresentaram comprimento de raiz superior àquelas tratadas com mancozebe e ao controle. No segundo grupo, composto pelas sementes tratadas com alecrim, canela, cavalinha, cravo, manjeriço, Trichoplus e controle, no qual o comprimento de raiz foi superior somente ao mancozebe (Tabela 4).

O comprimento de raiz das sementes acondicionadas em saco de náilon com polietileno e tratadas com Trichoplus e mancozebe foi maior que a do controle durante todo o período de armazenamento. Aos três meses, as sementes tratadas com alecrim, alho, gengibre, manjeriço, Trichodel e Trichodermil, também superaram o controle, com destaque ao tratamento com alecrim que também foi melhor que mancozebe. No sexto mês, as sementes tratadas com alecrim, canela, cavalinha, cravo, Trichodel e Trichoplus apresentaram comprimento de raiz superior ao controle. Aos nove meses, os tratamentos com alecrim, canela, manjeriço e Trichoplus, proporcionaram comprimento de raiz superior ao mancozebe e ao controle. Além disso, os tratamentos com alho e cravo, também superaram o controle. As sementes armazenadas por 12 meses e quando tratadas com alfavaca, canela e Trichodel, apresentaram raízes maiores que o controle. E, aos 15 meses este comportamento pode ser observado nos tratamentos com alecrim, alfavaca, alho, canela, Trichodel e Trichodermil, com destaque ao tratamento com alecrim que também foi melhor do que mancozebe (Tabela 4).

Tabela 4 – Média de comprimento de raiz (cm) de plântulas de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, saco de papel kraft e saco de náilon com polietileno, armazenadas em câmara fria* entre 3 e 15 meses

Tratamento	Frasco Polipropileno					Papel Kraft					Náilon com Polietileno				
	Meses de armazenamento					Meses de armazenamento					Meses de armazenamento				
	3	6	9	12	15	3	6	9	12	15	3	6	9	12	15
Alecrim	2,81	4,43	3,59 ^{CM}	3,58 ^{CM}	3,31 ^{CM}	2,93 ^C	5,09 ^C	3,04 ^M	2,54	3,00 ^M	4,30 ^{CM}	4,96 ^C	3,19 ^{CM}	2,35	4,24 ^{CM}
Alfavaca	1,73	--	--	--	--	2,51 ^C	4,85 ^C	3,15 ^M	2,97	3,90 ^{CM}	1,86	4,4	2,21	4,55 ^C	1,95 ^C
Alho	3,91 ^{CM}	5,19 ^{CM}	2,73	2,30 ^{CM}	2,55 ^{CM}	3,55 ^{CM}	3,54	3,83 ^{CM}	3,65 ^C	3,86 ^{CM}	3,26 ^C	4,5	2,61 ^C	2,72	2,67 ^C
Benzoato	--	--	--	--	--	2,29	3,08	2,41	2,15	2,44	2,41	--	--	--	--
Canela	2,55	--	--	--	--	2,44	5,07 ^C	3,06 ^M	2,7	2,85 ^M	2,44	5,40 ^C	4,09 ^{CM}	3,68 ^C	4,17 ^C
Cavalinha	2,1	--	--	--	--	2,68 ^C	5,51 ^C	3,92 ^{CM}	2,81	2,93 ^M	2,48	4,88 ^C	-	--	--
Cravo	2,52	--	--	--	--	2,92 ^C	5,18 ^C	3,40 ^{CM}	2,45	3,12 ^M	1,9	5,67 ^C	2,93 ^C	--	--
Erva-doce	--	--	--	--	--	2,54 ^C	3,75	2,03	2,78	4,37 ^{CM}	2,65	3,49	--	--	--
Gengibre	--	--	--	--	--	2,33	5,24 ^C	3,41 ^{CM}	3,87 ^{CM}	3,79 ^{CM}	3,02 ^C	4,59	--	--	--
Manjeriçao	2,44	2,43	--	--	--	2,32	3,9	3,49 ^{CM}	2,49	3,19 ^M	3,57 ^C	3,45	3,48 ^{CM}	--	--
Sorbato	--	--	--	--	--	2,48 ^C	3,82	3,56 ^{CM}	2,36	--	--	--	--	--	--
Trichodel	2,81	3,59	--	--	--	2,69 ^C	5,32 ^C	3,95 ^{CM}	2,77	3,32 ^{CM}	2,80 ^C	4,69 ^C	2,11	3,01 ^C	2,64 ^C
Trichodermil	2,67	3,96	--	--	--	2,75 ^C	3,79	3,38 ^{CM}	2,13	3,58 ^{CM}	3,49 ^C	3,82	1,6	2,54	3,95 ^C
Trichoplus	2,93	4,55 ^C	3,54 ^{CM}	2,98 ^{CM}	3,85 ^{CM}	4,23 ^{CM}	4,61 ^C	3,34 ^{CM}	2,24	2,97 ^M	3,17 ^C	4,73 ^C	3,39 ^{CM}	2,82 ^C	3,53 ^C
Mancozebe	3,06 ^C	3,83	2,7	--	--	2,47	5,47 ^C	2,58	3,26	2,15	3,77 ^C	6,02 ^C	2,82 ^C	4,23 ^C	3,74 ^C
Controle	2,52	3,74	3	--	--	2,00	3,72	2,95	2,98	2,81	2,21	3,8	2,16	2,32	--

C = significante (P < 0,05) em relação ao controle; M = significante (P < 0,05) em relação ao mancozebe; -- a germinação foi zero, então não foi possível medir o comprimento das raízes; e * temperatura de 16 ± 3 °C e umidade relativa de 60 ± 3 %

4.5. Contagem de fungos filamentosos e leveduras

Constatou-se alta contaminação inicial de fungos filamentosos e leveduras nas sementes de café de $7,8 \times 10^5$ UFC/g.

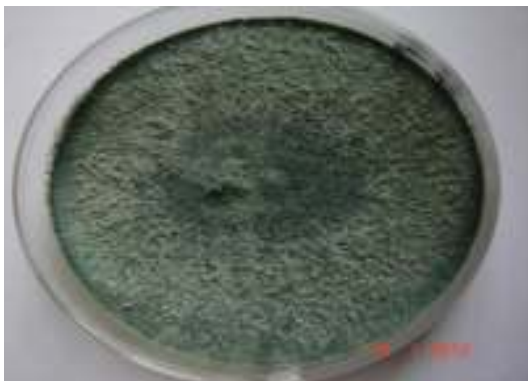
Observaram-se diferentes espectros de atividade antifúngica para as plantas medicinais, produtos químicos e biológicos nas condições de armazenamento avaliadas. Os fungos filamentosos predominantes nas sementes de café foram na sequência: *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. e *Fusarium* sp.. Esse resultado foi observado pelas características das colônias predominantes no Agar Batata Dextrose (BDA) (Figura 9).



Penicillium sp.



Aspergillus niger



Trichoderma sp.



Fusarium sp.

Figura 9 – Fungos predominantes isolados nas sementes de café.

4.5.1 Ambiente natural, frasco de polipropileno

A maior redução da população fúngica foi observada nos tratamentos das sementes com alecrim, alho, cravo, sorbato, Trichodermil, Trichoplus e o mancozebe. Esses tratamentos, exceto o tratamento com cravo, sorbato e Trichodermil, preservaram o poder germinativo das sementes aos seis meses de armazenamento. Nos demais tratamentos, incluindo o controle, houve aumento da população fúngica durante o armazenamento e uma redução no poder germinativo das sementes (Tabela 5).

Tabela 5 – Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, armazenadas em ambiente natural entre 3 e 15 meses

Tratamento	Meses de Armazenamento				
	3	6	9	12	15
	Y	Y	Y	Y	Y
Alecrim	0,69	0,51	0,81	--	--
Alfavaca	-1,94	-2,11	-1,34	--	--
Alho	1,29	1,66	0,69	--	--
Benzoato	1,99	1,89	-2,04	--	--
Canela	1,40	-1,06	-0,95	--	--
Cavalinha	-0,68	-2,02	-1,43	--	--
Cravo	2,89	1,85	1,11	--	--
Erva-doce	-1,31	-2,65	-1,57	--	--
Gengibre	-0,92	-2,22	-1,52	--	--
Manjerição	-2,28	-2,61	--	--	--
Sorbato	0,35	2,85	3,72	--	--
Trichodel	3,90	-1,41	0,11	--	--
Trichodermil	2,89	4,94	4,94	--	--
Trichoplus	0,37	0,96	0,72	--	--
Mancozebe	1,66	0,69	2,21	--	--
Controle	-1,01	-1,70	-2,43	--	--

-- a germinação foi zero, então não foi possível medir a redução decimal.

4.5.2. Ambiente natural, saco de papel kraft multifoliado

Neste caso, a maior redução da população fúngica foi observada nos tratamentos com alecrim, alho, benzoato, cravo, sorbato, Trichodel, Trichodermil, Trichoplus e mancozebe. Entretanto, os tratamentos com benzoato, cravo e Trichodermil não

preservaram o poder germinativo das sementes, aos seis meses de armazenamento. Nos demais tratamentos, incluindo no controle, houve aumento da população fúngica e uma redução no poder germinativo das sementes (Tabela 6). A embalagem de papel reduziu o teor de água das sementes e com isso propiciou maior redução da população fúngica e consequentemente melhor poder germinativo das sementes aos seis meses de armazenamento.

Tabela 6 – Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em saco de papel kraft multifoliado, armazenadas em ambiente natural entre 3 e 15 meses

Tratamento	Meses de Armazenamento				
	3	6	9	12	15
	Y	Y	Y	Y	Y
Alecrim	0,66	0,85	0,57	--	--
Alfavaca	-1,11	-0,01	0,48	--	--
Alho	1,05	1,81	0,81	--	--
Benzoato	2,19	3,48	2,85	--	--
Canela	0,85	-0,08	-0,54	--	--
Cavalinha	0,27	-0,81	0,44	--	--
Cravo	2,41	4,94	1,11	--	--
Erva-doce	-1,43	-0,47	--	--	--
Gengibre	0,40	0,07	-1,47	--	--
Manjericão	-2,11	0,29	--	--	--
Sorbato	2,89	2,89	--	--	--
Trichodel	3,90	1,05	1,11	--	--
Trichodermil	2,89	4,94	4,94	--	--
Trichoplus	0,78	0,39	0,37	--	--
Mancozebe	2,29	1,04	2,78	--	--
Controle	0,43	-0,34	-0,15	--	--

-- a germinação foi zero, então não foi possível medir a redução decimal.

4.5.3. Ambiente natural, saco de náilon com polietileno

Nestas condições os melhores resultados no controle da população fúngica foram observados nos tratamentos das sementes com alecrim, alho, benzoato, cravo, sorbato, Trichodel, Trichodermil, Trichoplus e o mancozebe. Esses tratamentos, exceto o tratamento com benzoato, cravo e sorbato, preservaram o poder germinativo das sementes. Nos demais tratamentos, incluindo o controle, houve aumento da população

fúngica durante o armazenamento e redução no poder germinativo das sementes (Tabela 7). O tratamento com mancozebe reduziu a população fúngica e manteve o poder germinativo das sementes até os 15 meses de armazenamento.

Tabela 7 – Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em saco de náilon com polietileno transparente com espessura de 0,20 mm, armazenadas em ambiente natural entre 3 e 15 meses

Tratamento	Meses de Armazenamento				
	3	6	9	12	15
	Y	Y	Y	Y	Y
Alecrim	0,59	0,10	0,81	--	--
Alfavaca	-1,56	0,29	0,99	--	--
Alho	0,94	1,85	0,75	--	--
Benzoato	2,05	0,81	0,75	--	--
Canela	1,07	-0,28	--	ina--	--
Cavalinha	-0,11	-1,57	-1,15	--	--
Cravo	1,69	2,11	1,11	--	--
Erva-doce	-0,77	-1,52	--	--	--
Gengibre	-1,57	-1,81	-2,19	--	--
Manjericão	-1,80	-1,94	--	--	--
Sorbato	2,89	2,14	--	--	--
Trichodel	3,90	0,29	0,57	--	--
Trichodermil	2,89	4,94	4,94	--	--
Trichoplus	0,59	0,18	0,40	--	--
Mancozebe	2,44	1,53	2,05	0,97	0,69
Controle	-0,60	1,11	0,72	--	--

-- a germinação foi zero, então não mediu a redução decimal.

4.5.4. Câmara fria, frasco de polipropileno

A redução da população fúngica foi observada nos tratamentos das sementes com alecrim, alho, cravo, sorbato, Trichodermil, Trichoplus e o mancozebe. Os tratamentos com alecrim, alho e Trichoplus preservaram o poder germinativo das sementes até 15 meses de armazenamento. Nos demais tratamentos, incluindo o controle, houve aumento da população fúngica durante o armazenamento e redução no poder germinativo das sementes (Tabela 8).

Tabela 8 – Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em frasco de polipropileno, armazenadas em câmara fria* entre 3 e 15 meses

Tratamento	Meses de Armazenamento				
	3	6	9	12	15
	Y	Y	Y	Y	Y
Alecrim	0,46	0,48	0,78	1,02	2,59
Alfavaca	-0,89	-2,15	-2,41	-2,25	--
Alho	0,39	0,57	1,41	1,46	1,44
Benzoato	1,85	1,89	0,23	-1,25	--
Canela	1,32	-1,31	-0,52	-1,60	--
Cavalinha	-1,11	0,11	-2,03	-0,87	--
Cravo	2,89	3,85	3,36	2,64	--
Erva-doce	-2,06	-2,63	-2,41	-2,91	--
Gengibre	-1,39	-2,43	-2,31	-2,52	--
Manjeriçã	-2,11	-1,89	-1,91	--	--
Sorbato	2,89	1,94	3,66	4,94	--
Trichodel	3,90	-0,77	-3,22	1,78	--
Trichodermil	2,89	4,94	4,94	4,94	--
Trichoplus	0,46	0,36	0,85	0,24	0,75
Mancozebe	1,34	2,41	2,61	2,11	--
Controle	-0,81	-1,56	-1,56	-2,04	--

-- a germinação foi zero, então não foi possível medir a redução decimal; e * temperatura de 16 ± 3 °C e umidade relativa de 60 ± 3 %.

4.5.5. Câmara fria, saco de papel kraft multifoliado

Em câmara fria e utilizando embalagem de papel kraft, a maior redução da população fúngica foi observada nas sementes tratadas com alecrim, alho, benzoato, cravo, sorbato, Trichodermil, Trichoplus e mancozebe. Entretanto, os tratamentos com benzoato, cravo e sorbato comprometeram o poder germinativo das sementes. Nos demais tratamentos, incluindo o controle, houve aumento da população fúngica e redução no poder germinativo das sementes (Tabela 9). A embalagem de papel proporcionou a redução do teor de água das sementes e com isto propiciou maior redução da população fúngica e conseqüentemente melhor poder germinativo das sementes aos 15 meses de armazenamento.

Tabela 9 – Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em saco de papel kraft multifoliado, armazenadas em câmara fria* entre 3 e 15 meses

Tratamento	Meses de Armazenamento				
	3	6	9	12	15
	Y	Y	Y	Y	Y
Alecrim	0,34	0,44	0,99	0,59	1,30
Alfavaca	-0,97	0,59	-0,45	0,20	-0,01
Alho	0,55	0,37	1,57	1,53	1,72
Benzoato	1,31	2,16	2,35	2,41	1,51
Canela	2,99	1,69	-0,36	1,29	2,49
Cavalinha	0,41	-0,78	0,05	-0,19	-0,39
Cravo	2,89	4,94	2,92	4,59	4,94
Erva-doce	-1,15	-0,52	-1,22	-1,69	-1,87
Gengibre	-0,22	-0,36	-0,22	-0,52	0,55
Manjeriçã	-1,15	-0,54	-0,22	-0,49	0,05
Sorbato	2,89	3,90	3,59	3,43	--
Trichodel	3,90	0,19	-2,71	-0,11	--
Trichodermil	2,89	4,94	4,94	4,94	4,94
Trichoplus	0,29	0,14	0,55	0,10	0,14
Mancozebe	1,17	0,95	2,14	2,02	1,49
Controle	0,48	0,18	0,06	-0,01	0,10

-- a germinação foi zero, então não foi possível medir a redução decimal; e * temperatura de 16 ± 3 °C e umidade relativa de 60 ± 3 %.

4.5.6. Câmara fria, saco de náilon com polietileno

Com armazenamento em saco plástico os melhores resultados na redução da população fúngica foram observados nos tratamentos das sementes com alecrim, alho, benzoato, canela, cravo, sorbato, Trichodermil, Trichoplus e o mancozebe. Esses tratamentos, exceto os tratamentos com benzoato, cravo e sorbato preservaram o poder germinativo das sementes. Nos demais tratamentos, incluindo o controle, houve aumento da população fúngica durante o armazenamento (Tabela 10).

Tabela 10 – Média de reduções decimais (Y) de sementes de café tratadas com produtos biológicos, compostos químicos e plantas medicinais desidratadas e moídas acondicionadas em saco de náilon com polietileno transparente com espessura de 0,20 mm, armazenadas em câmara fria* entre 3 e 15 meses

Tratamento	Meses de Armazenamento				
	3	6	9	12	15
	Y	Y	Y	Y	Y
Alecrim	0,55	0,49	1,19	0,85	2,69
Alfavaca	1,81	-1,22	-1,01	0,29	-0,41
Alho	0,51	0,20	1,41	1,49	1,18
Benzoato	1,99	0,53	0,69	1,49	--
Canela	0,11	0,29	0,61	0,46	1,14
Cavalinha	-1,15	1,11	-1,90	-2,28	--
Cravo	2,89	2,51	3,16	2,36	--
Erva-doce	-1,41	-2,01	-1,47	--	--
Gengibre	-1,25	-1,57	-1,96	-3,83	--
Manjericão	-1,11	-1,28	-0,47	0,99	--
Sorbato	2,89	3,90	4,94	--	--
Trichodel	3,90	-0,19	-2,65	-1,96	--
Trichodermil	2,89	4,94	4,94	4,94	4,94
Trichoplus	0,75	0,59	0,89	0,55	0,85
Mancozebe	2,26	1,95	2,85	2,09	1,12
Controle	-0,56	0,48	0,81	1,31	-0,90

-- a germinação foi zero, então não foi possível medir a redução decimal; e * temperatura de 16 ± 3 °C e umidade relativa de 60 ± 3 %.

5. DISCUSSÃO

5.1. Variação no teor de água das sementes

Durante o período avaliado, no qual as sementes de café foram mantidas em temperatura ambiente ou em câmara fria, variações no teor de água foram observadas. Em alguns casos, houve ligeiro acréscimo no teor de água das sementes armazenadas em embalagens de frasco e de náilon com polietileno. Verificou-se que o teor de água das sementes armazenadas na embalagem de papel kraft sofreu maior influência das condições atmosféricas do local de armazenamento do que as armazenadas nos outros tipos de embalagens. Este fato já era esperado, pois este tipo de embalagem não oferece nenhuma resistência às trocas de vapor de água das sementes com o meio no qual estão armazenadas. Já as embalagens de frasco e de náilon com polietileno ofereceram maior resistência que as embalagens de papel kraft.

Nas sementes armazenadas em papel kraft houve grande redução nos teores de água. Essa variação no teor de água está relacionada com o tipo de embalagem utilizada, uma vez que, comportamento semelhante foi observado quando armazenadas em ambiente natural como em câmara fria (Figuras 6 e 8). Resultados semelhantes foram encontrados por Amaral e Baudet (1983), Araújo e Barbosa (1992), Crochemore (1993), Condé e Garcia (1995) e Alves e Lin (2003), trabalhando com sementes de algodão, tremoço-azul, feijão, palmeira e soja, respectivamente. Entretanto, embalagens de polietileno são mais efetivas na manutenção do teor de água das sementes, em relação às embalagens permeáveis em ambiente controlado (BRACCINI *et al.*, 1998). Possivelmente, este ligeiro aumento do teor de água observado nas sementes ao longo do armazenamento pode ser justificado pelo próprio metabolismo das sementes, que durante o processo de respiração resulta em produção final de água e CO₂. Além disso, como as embalagens de frasco e de náilon com polietileno proporcionam menor troca gasosa com o meio, a água produzida pela respiração possivelmente contribuiu para aumentar o teor de água das sementes ao longo do armazenamento. Já em embalagem de papel kraft, as trocas gasosas são facilitadas e desta forma as sementes perderam água para o ambiente de armazenamento.

Notou-se também aumento do teor de água nas sementes tratadas com Trichodermil que pode estar relacionado ao comportamento do próprio microrganismo.

Cruz (2010) relatou que em sementes de melão tratadas com *Trichoderma*, este, competiu pelos exsudados liberados pelas sementes. Além disso, a multiplicação rápida dos microrganismos na embalagem de frasco quando comparada com a de papel poderia ser explicada pelo fato de que neste tipo de embalagem houve maior acúmulo de umidade, o que pode ter contribuído para aumentar a proliferação dos fungos, uma vez que para o aumento populacional é exigida água para reprodução e sobrevivência.

Variação na umidade de sementes armazenadas também foi observada por outros autores, como por Miranda e Valias (1984) em que, sementes armazenadas com 16 % de umidade em saco de papel multifoliado, sofreram redução sensível a partir do quarto mês. Dias *et al.* (1993) também observaram queda de 30 % para aproximadamente 12 % de umidade no terceiro mês de armazenamento

Assim, segundo Silva *et al.* (2010), o comportamento em relação ao teor de água das sementes, independentemente da espécie, nas embalagens permeáveis acompanha a tendência da umidade relativa do ar ambiente, demonstrando que existem neste tipo de embalagem trocas gasosas, ou seja, seus teores de água acompanharam as flutuações que ocorreram na umidade relativa do ambiente, concordando com os resultados obtidos por Marcos Filho (1980) e Crochemore (1993).

5.2. Eficiência da embalagem utilizada

Em ambiente natural, embalagens de polietileno proporcionaram maior longevidade das sementes quando comparadas às embalagens de frasco e de papel. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Andreoli *et al.* (1993), que observaram que embalagens de polietileno proporcionaram melhores resultados que de aniação, conservando as sementes com 83-90 % de germinação e 84-86 % de vigor até o sétimo mês de armazenamento.

Em câmara fria, a embalagem de papel kraft foi mais eficiente na preservação das sementes do que a embalagem de náilon com polietileno. Isso pode ter ocorrido pelas melhores condições de armazenamento neste ambiente e como o papel permite trocas gasosas entre o ambiente e as sementes, essa interação pode ter favorecido a sua conservação, que apresentaram germinação satisfatória, ou seja, acima de 70 % na maioria das avaliações.

Silva *et al.* (2010) relatam que, independentemente da cultura, da espécie e do tipo de embalagem, a germinação das sementes decresce ao longo do período de

armazenamento, tendo menor efeito nas sementes que são armazenadas em embalagem impermeável. Resultados semelhantes foram obtidos por Monteiro e Silveira (1982), com sementes de feijão; por Braccini *et al.* (1999), com sementes de café; por Padilha *et al.* (2001), com sementes de soja; e Carvalho *et al.* (2002), que trabalharam com sementes de limão-cravo.

De acordo com esses autores, para todas as espécies pode-se verificar o efeito dos diferentes tipos de embalagens na germinação das sementes após um período longo de armazenamento, cerca de seis meses. Nesses casos, sementes armazenadas em embalagem impermeável e semipermeável sofrem menores perdas nos percentuais de germinação. Este decréscimo de germinação, encontrado durante o armazenamento, concorda com os resultados obtidos por Alves e Lin (2003) trabalhando com sementes de feijão e Antonello *et al.* (2009) trabalhando com sementes de milho-crioulo. A queda na porcentagem de germinação é natural e variam em função dos fatores que afetam sua conservação, como temperatura, umidade relativa do ar, o grau de umidade das sementes, tipo de embalagem utilizada (GUEDES *et al.*, 2010). Modificações na permeabilidade das membranas, da degradação dos componentes de reserva como lipídeos, da degradação de proteínas, lixiviação de aminoácidos, alterações no DNA e alterações enzimáticas, que, ao longo do tempo afetam a qualidade das sementes e seu vigor.

Já outros autores não observaram influência significativa do tipo de embalagem na germinação, como, por Amaral e Baudet (1983), em sementes de soja; Piza (1994), trabalhando com armazenamento de sementes de nabo-forrageiro; e Condé e Garcia (1995), para sementes de capim andropógon, Crochemore.

A redução que ocorreu na germinação, mesmo nas sementes armazenadas em embalagem de frasco e de náilon com polietileno deve-se possivelmente ao fato de estas sementes terem sido armazenadas com teores de umidade ainda elevados para o período de armazenamento de 15 meses, pois segundo alguns autores, para período de tempo iguais ou superiores a oito meses, deve-se reduzir o teor de água das sementes para níveis inferiores a 10 % base úmida.

5.3. Ambiente de armazenamento

O aumento do teor de água das sementes nas embalagens de frasco e de náilon com polietileno pode ter afetado negativamente a germinação das sementes por

proporcionar melhores condições de degradação de reservas e de proliferação de microrganismos durante o armazenamento. Segundo Roberts (1972), citado por Gentil (2001), no armazenamento, a conservação depende do grau de umidade das sementes e das condições do ambiente. Em geral, a conservação é favorecida pela redução da atividade metabólica das sementes, pela diminuição do grau de umidade, pela manutenção de baixa umidade relativa, temperatura e concentração de oxigênio.

Em câmara fria, a maioria das sementes armazenadas manteve-se viável por mais tempo do que aquelas armazenadas em ambiente natural, onde a temperatura foi superior a 30 °C. Segundo Herrera *et al.* (1993), citados por Braccini *et al.* (2001), a temperatura de armazenamento das sementes é um dos fatores principais na conservação das sementes. Forte *et al.* (2010) relataram que temperaturas altas (ambiente natural), provocaram rápida perda de viabilidade das sementes e que o armazenamento em temperaturas menores, independentemente da embalagem, é mais eficiente na conservação. O melhor desempenho das sementes armazenadas em baixas temperaturas pode ser atribuído ao efeito sobre o metabolismo celular. Em baixas temperaturas as reações químicas, enzimáticas e a respiração das sementes são diminuídas, o que favorece a conservação das sementes e reduz o consumo de reservas, por fim, aumentando sua longevidade.

Além da temperatura, em câmara fria, a umidade foi controlada, enquanto em ambiente natural isso não foi possível. Neste último ambiente, a umidade relativa mínima variou de 30-60 % e máxima até 100 % (Figura 7), enquanto em câmara fria foi em torno de 60 %. A umidade relativa do local de armazenamento tem importante papel no que se relaciona à variação do teor de água das sementes neles armazenadas. Neste caso, as sementes foram armazenadas com 42 % de teor de água.

De acordo com Gentil (2001), o teor de umidade mais adequado à conservação das sementes de cafeeiro ainda não foi devidamente definido, uma vez que Hong e Ellis (1992) e Gentil (1999), admitiram que umidade entre 9 e 11 % foi efetiva em manter a germinação das sementes. Já Vasconcelos *et al.* (1992) encontraram melhores resultados com umidade de semente entre 31 e 48 %. Desta forma, pode-se sugerir que a deterioração das sementes durante o armazenamento foi devido a um conjunto de fatores, como teor de água das sementes, umidade relativa, temperatura, microrganismos e o metabolismo natural das sementes.

5.4. Eficiência dos tratamentos sobre a germinação em ambiente natural

Vários estudos comprovam o efeito de compostos isolados extraídos de óleos essenciais de plantas que atuam como fungicidas naturais inibindo a atividade fúngica, e um número significativo destes constituintes têm se mostrado eficaz (CHAO; YOUNG, 2000; PEREIRA *et al.*, 2006).

Eficiência do uso de extratos vegetais também foi obtido por Silva *et al.* (2010), utilizando extratos de alho e nim no controle de fungos em chorão, o que proporcionou melhores resultados de germinação. Neste caso, verificou-se melhor desempenho em ambiente natural nas embalagens de papel kraft, nas quais a germinação até os seis meses foi mantida, mesmo que baixa em todos os tratamentos. Este comportamento pode ser atribuído à permeabilidade da embalagem, que permite trocas gasosas de forma a não acumular umidade, o que pode contribuir para o aumento de microrganismos e deterioração por umidade excessiva. O extrato de *A. sativum* possui substâncias tóxicas inibidoras sobre diversos organismos (TALAMINI; STADNIK, 2004), e em diversos estudos, verificou-se que o mesmo possui ação antifúngica contra *Alternaria brassicola*, *Botrytis cinerea*, *Magnaporthe grisea* e *Plectosphaerella cucumerina*, dentre outras (CURTIS *et al.*, 2004, LOPES *et al.*, 2011)

Em geral, os tratamentos com alecrim, alho e agentes biológicos, apresentaram bom desempenho germinativo em embalagem de papel kraft, até os seis meses de armazenamento, com germinação acima de 70 % e superior ao controle (Tabela 1). Verificou-se também que as médias de comprimento de raiz nesta embalagem foi melhor, com resultados significativamente superiores quando comparados ao controle (Tabela 2). O desenvolvimento do sistema radicular é de grande importância para proporcionar uma boa plântula no teste de germinação, além disso, destaca-se a importância da quantidade de raízes, que tem a função de absorção de água e nutrientes (RENA *et al.*, 2000), facilitando o seu estabelecimento no campo.

O alto teor de água com que as sementes foram armazenadas (42 %) favoreceu a incidência de microrganismos. De acordo com Goldbach (1979), a ocorrência de fungos constitui um dos principais fatores prejudiciais à conservação de sementes recalcitrantes. Esses patógenos são capazes de penetrar nas sementes durante o seu desenvolvimento, sua maturação, sua colheita e sua pós-colheita, principalmente quando armazenadas em condições desfavoráveis. Após invadirem as sementes, a maioria dos patógenos vive em associação ou dentro dos protoplastos celulares, onde se encontram

os conteúdos celulares, como citoplasma e núcleo. Esses patógenos nutrem-se desses conteúdos, que são ricos em pequenas moléculas como açúcares e aminoácidos. Outros constituintes celulares, como proteínas e ácidos graxos só podem ser utilizados quando clivados em moléculas menores pelo aumento da atividade de proteases e lipases durante a deterioração, aumentando o processo metabólico das sementes (ABDULBAKI; ANDERSON, 1972), ou após sua degradação por enzimas secretadas pelos próprios patógenos (CARVALHO; von PINHO, 1997).

Em embalagem de náilon com polietileno, os resultados das plantas medicinais como alho, alecrim e agentes biológicos, também apresentaram resultados satisfatórios, acima de 70 % até os seis meses de armazenamento. Esse comportamento pode ser devido à eficiência dos agentes utilizados para controlar microrganismos (CHAO; YOUNG, 2000) (Tabela 7).

Singh *et al.* (2003) demonstraram a eficiência do uso de óleo essencial de menta e mentol no controle de diversos microrganismos. Benjilali *et al.* (1984) testaram a eficiência de seis óleos essenciais no controle de 39 espécies de fungos do gênero *Penicillium*, *Aspergillus*, entre outros, e observaram a eficiência do alecrim no controle destes fungos.

Além das sementes tratadas com plantas medicinais e agentes biológicos, aquelas tratadas com mancozebe mantiveram bom desempenho até o final do período avaliado. Este produto possui um amplo espectro de ação no controle de microrganismos. A redução no teor de água deste tratamento pode ter favorecido o bom desempenho. O mancozebe forma uma cobertura de contato bem uniforme e com ótima aderência sobre a semente, conservando a viabilidade da semente por mais tempo.

No frasco, em relação aos melhores tratamentos, houve mesma tendência das embalagens de náilon com polietileno, porém ocorreu deterioração mais precoce das sementes, que pode ser devida à menor permeabilidade da embalagem e expor as sementes ao maior contato com gases tóxicos.

5.5. Eficiência dos tratamentos sobre a germinação em câmara fria

Em ambiente de câmara fria, onde a temperatura e a umidade foram controladas, alecrim, alho e Trichoplus foram os tratamentos mais eficientes. As sementes destes tratamentos mantiveram germinação acima de 70 % até o final do experimento quando armazenadas em frasco. O comprimento da raiz frequentemente acompanhou a mesma

tendência. Quando armazenadas em papel, os resultados foram ainda melhores, com germinação satisfatória na maioria dos tratamentos, com exceção das sementes tratadas com benzoato, cavalinha, cravo e sorbato. Os mesmos tratamentos que foram superiores no frasco, mantiveram-se superiores no papel, tanto em relação ao controle, como em relação ao mancozebe. Na embalagem de polietileno, os melhores resultados foram obtidos nas sementes tratadas com alecrim, alho, canela, mancozebe e com agentes biológicos. Houve tendência do comprimento da raiz acompanhar o mesmo resultado.

Em geral, as plantas medicinais foram eficientes em manter a germinação das sementes. Chaulfoun *et al.* (2004) avaliaram o efeito de óleos essenciais de alho, canela, cravo e tomilho em diversas concentrações sobre o desenvolvimento de *Rhizopus*, *Penicillium* e *Aspergillus* e constataram inibição total do óleo de canela sobre os fungos testados, e o cravo e o tomilho apresentaram a mesma eficiência nas concentrações mais elevadas. Pereira *et al.* (2006) demonstraram também eficiência do uso de manjeriço no controle de microrganismos em concentrações de 1.000 mg/mL.

A eficiência das plantas medicinais no controle de microrganismos pode estar ligada ao efeito alelopático que seus metabólitos secundários, como compostos fenólicos oferecem sobre a proliferação dos mesmos. Em embalagem de papel, as plantas medicinais foram mais eficientes, podendo sugerir que este comportamento foi devido à associação entre o controle fornecido pelas plantas sobre os microrganismos e a permeabilidade deste tipo de embalagem.

5.6. Eficiência dos tratamentos sobre a redução da contaminação fúngica

No tratamento-controle, observou-se o crescimento de maior diversidade de colônias de fungos, o que pode ser associado à ausência de um agente inibidor do crescimento microbiano. Nos tratamentos das sementes com produtos biológicos (Trichodel, Trichodermil e Trichoplus) observou-se crescimento predominante de colônias típicas de *Trichoderma*, que é o fungo presente na composição dos produtos avaliados. Mata *et al.* (2008), utilizando extratos aquosos e orgânicos preparados a partir de isolados de *Trichoderma* spp. sobre os fungos *Fusarium* sp e *Sclerotium* sp., observaram que todos os extratos foram eficientes na redução do crescimento micelial.

O uso de extratos vegetais é eficiente no controle de microrganismos por possuírem terpenoides, óleos essenciais e alcaloides (BARRERA-NECHA *et al.*, 2008), lectinas, polipeptídios e substâncias fenólicas e polifenóis, que são: fenóis simples,

ácidos fenólicos e quinonas (STERN *et al.*, 1996), além de flavonas, flavonóis e flavonoides. No presente estudo, as plantas medicinais que permitiram melhor controle da população fúngica durante o armazenamento foram alecrim, alho e o cravo nos dois ambientes e em todas às embalagens.

A eficiência do alho na manutenção da viabilidade das sementes pode estar relacionada não só ao controle de microrganismos patogênicos, mas com suas propriedades antioxidante (QUEIROZ *et al.*, 2006), as quais são atribuídas aos compostos organossulfurados e seus precursores, bem como as substâncias fenólicas. Vários estudos demonstraram que alicina, S-alilcisteína, S-allylmercaptocisteína, dialil sulfito (DAS), dialil dissulfito (DADS) e o dialil trissulfito são compostos voláteis presentes no alho e que possuem atividade antioxidante (QUEIROZ *et al.*, 2006). Estes compostos antioxidantes presentes no alho podem ter influenciado na manutenção da qualidade da semente, não só controlando a proliferação de microrganismos, mas também contribuindo para preservação da germinação das sementes que controlam e minimizam as ações das espécies reativas de oxigênio que geram reações de oxidação em cadeia e afetam os compostos de reserva, membranas, material genético, entre outros.

Já para o alecrim, resultados encontrados por Tebaldi (2008) apontam o α -pineno, 1,8 cineol e a cânfora como constituintes majoritários no óleo essencial (RIBEIRO *et al.*, 2012). Segundo os mesmos autores, estes compostos apresentam efeito inibitório sobre o crescimento de fungos e bactérias, o que pode explicar a eficiência deste tratamento na manutenção da germinação e do comprimento de raiz das sementes de café. Quando usado seu extrato autoclavado aquoso na dosagem de 2,5 % Brand *et al.* (2010) verificaram que houve maior redução no crescimento do fungo e melhoria na viabilidade das sementes.

Resultado semelhante no controle de microrganismos foi observado por Souza *et al.* (2010) utilizando extrato de *A. sativum* em diferentes concentrações em sementes de *Inga edulis*. Esse efeito fungitóxico do extrato de *A. sativum*, segundo Abreu Júnior (1998) e Penteado (2001), tem relação sobre uma gama de microrganismos (bactérias, fungos e nematoides), demonstrando eficiência na redução de fungos. Souza *et al.* (2007), citados por Neto *et al.* (2012), verificaram redução do crescimento micelial e na germinação de esporos de *Fusarium* com uso de extratos de alho em sementes de milho.

De modo geral a contaminação das sementes pode afetar de forma severa a qualidade fisiológica e, em alguns casos, inibir por completo a capacidade germinativa

das mesmas (LOPES *et al.*, 2011; NETO *et al.*, 2012). O uso de plantas medicinais não só pode influenciar a porcentagem de germinação das sementes como também a velocidade da germinação. Leite *et al.* (2012) avaliaram a qualidade fisiológica de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* tratadas com extratos vegetais e constatou que quando tratadas com extrato de hortelã na concentração de 20 a 30 %, reduziram a incidência da maioria dos microrganismos patogênicos, e com relação ao índice de velocidade de germinação as sementes tratadas foram superiores em relação as sementes não tratadas e as tratadas com Captan. Indicando que o extrato vegetal não afetou o metabolismo normal da semente e ainda favoreceu o controle de patógenos, melhorando a viabilidade das mesmas. O mesmo comportamento relacionado à velocidade da germinação também é relatado por Xavier *et al.* (2012).

Dentre os produtos biológicos, Trichodermil e Trichoplus foram mais efetivos na redução da população fúngica (Tabelas 5 a 10) nos dois ambientes e em todas às embalagens. Esta eficiência pode ser atribuída aos vários mecanismos de ação utilizados por esses fungos, como a produção de metabólitos e enzimas com propriedades antifúngicas, o hiperparasitismo e a competição por nutrientes (HARMAN *et al.*, 2004), e como simbioses avirulentos associados às plantas (CARVALHO *et al.*, 2011). O efeito positivo sobre a germinação e o comprimento de raiz poderiam ser atribuídos também ao possível efeito destes como estimuladores do crescimento vegetal e também pela produção de análogos de auxinas (HARMAN *et al.*, 2004; VINALE *et al.*, 2008). Dentre os produtos químicos o mancozebe foi mais eficiente para o controle de fungos que os demais produtos utilizados. Esta superioridade poderia ser atribuída ao seu mecanismo de ação, uma vez que este produto pertence ao grupo dos ditiocarbamatos e favorece a inativação de enzimas essenciais ao metabolismo dos microrganismos patogênicos.

Os tratamentos com sorbato e benzoato comprometeram a germinação das sementes na concentração avaliada, provavelmente por ter causado fitotoxidez as sementes.

6. CONCLUSÕES

O poder germinativo de sementes de café tratadas com alecrim, alho e produtos biológicos foi preservado por seis meses em ambiente natural, e por 15 meses, em câmara fria, de modo semelhante ou superior ao fungicida mancozebe. Esses produtos apresentaram atividade para a redução da contaminação fúngica, característica importante para a manutenção da qualidade das sementes. O uso de produtos naturais e inócuos, alternativamente à utilização de produtos químicos tóxicos como o fungicida sintético mancozebe, contribuirá para a prevenção de efeitos nocivos do uso de produtos químicos à saúde humana e ao meio ambiente e para seguir os princípios de sustentabilidade.

A conservação do poder germinativo de sementes de café é influenciada pela temperatura e pelo tipo de embalagem, portanto são fatores a serem observados no processo de produção de sementes. A embalagem de náilon com polietileno em ambiente natural permitiu preservar por maior tempo o poder germinativo das sementes associado à sua menor permeabilidade. Entretanto, em câmara fria a embalagem de papel foi mais eficiente associado à sua maior interação com o ambiente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-BAKI, A. A.; ANDERSON, J. D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. v. 2. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.) *Seed biology*. New York: Academic Press, 1972. p. 283-315.

ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; DUARTE, S. M. da S.; LIMA, A. R.; ALVARENGA, D. J.; FERREIRA, E. B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.). *Ciência Agrotecnologia*, v. 34, n. 2, p. 414-420, 2010.

ABREU JÚNIOR, H. *Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura: coletâneas de receitas*. Campinas: EMOPI, 1998. 115 p.

ALBUQUERQUE, J. M. *Plantas medicinais de uso popular*. Brasília: ABEAS, 1989. 100 p.

ALVES, A. C.; LIN, H. S. Tipo de embalagem, umidade inicial e período de armazenamento em sementes de feijão. *Scientia Agraria*, v. 4, n. 1, p. 21-26, 2003.

AMARAL, A. S.; BAUDET, L. Efeito do teor de umidade da semente, tipo de embalagem e período de armazenamento, na qualidade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 5, n. 3, p. 27-35, 1983.

AMARAL, M. F. Z. J.; BARA, M. T. F. Avaliação da atividade antifúngica de extratos de plantas sobre o crescimento de fitopatógenos. *Revista Eletrônica de Farmácia*, Goiânia, v. 2, n. 2, p. 5-8, 2005.

ANDREOLI, D. M. C.; GROTH, D.; RAZERA, L. F. Armazenamento de sementes de café (*coffea canephora* L. cv. *guarini*) acondicionadas em dois tipos de embalagens, após secagem natural e artificial. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 15, n. 1, p. 87-95, 1993.

ANTONELLO, L. M.; MUNIZ, M. F. B.; BRAND, S. C.; RODRIGUES, J.; MENEZES, N. L.; KULCZYNSKI, S. M. Influência do tipo de embalagem na qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 31, n. 4, p. 75-86, 2009.

ARAÚJO, E. F.; BARBOSA, J. G. Influência da embalagem e do ambiente de armazenamento na conservação de sementes de palmeira (*Phoenix loureiri* Kunth). *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 14, n. 1, p. 61-64, 1992.

ARAÚJO, R. F. *Influência do teor de umidade, da embalagem e do ambiente de armazenamento na conservação de sementes de café (Coffea arabica L.)*. 1988. 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

- BACCHI, O. Estudo sobre conservação de sementes: Café. *Bragantia*, v. 17, n. 20, p. 261-270, 1958.
- BACCHI, O. Novos ensaios sobre a seca da semente de café ao sol. *Bragantia*, Campinas, v. 15, n. 8, p. 83-91, 1956.
- BACCHI, O. Seca da semente de café ao sol. *Bragantia*, v. 14, n. 22, p. 225-236, 1955.
- BARRERA-NECHA, L. L. BAÑOS, S. B.; FLORES-MOCTEZUMA, H. E.; ESTUDILLO, A. R. Efficacy of essential oils on the conidial germination, growth of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. and Sacc. and control of postharvest diseases in papaya (*Carica papaya* L.). *Plant Pathology Journal*, v. 7, n. 1, p. 174-178, 2008.
- BARROS, S. T.; OLIVEIRA, N. T.; MAIA, L. C. Efeito do extrato de alho (*Allium sativum*) sobre o crescimento micelial de *Curvularia* spp e *Alternaria* spp. *Summa Phytopathologica*, v. 21, p. 168-70, 1995.
- BAUDET, L. M. L. *Armazenamento de sementes*. In: PESKE, S. T.; ROSENTAL, M. D.; ROTA, G. R. (Ed.). *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*. Pelotas: Ed. Universitária – UFPel, 2003. p.370-418.
- BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C.L. Effects of chitosan and extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. *Crop Protection*, London, v. 22, n. 9, p. 1087-1092, 2003.
- BENJILALI, B.; TANTAQUI-ELARAKI, A.; AYADI, A.; IHLAL, M. Method to study antimicrobial e effects of essential oils: application to the antifungal activity of six moroccan essences. *Journal of Food Protection*, v. 47, n. 10, p. 748-752, 1984.
- BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. *Genetic resources of Coffea*. In: CLARCK, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). *Coffee - Agronomy*. London: Elsevier Applied Science, 1985. p. 1-40.
- BEWLEY, J. D. Physiological aspects of desiccation tolerance. *Annual Review of Plant Physiology*, v. 30, p. 185-238, 1979.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BLACK, M.; PRICHARD, H. W. *Desiccation and survival in plants: drying without dying*. Wallingford: CABI Publishing, 2002. 412 p.

- BONETT, L. P.; MÜLLER, G. M.; WESSLING, C. R.; GAMELO, F. P. Extrato etanólico de representantes de cinco famílias de plantas e óleo essencial da família Asteraceae sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* coletados de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 7, n. 3, p. 116-125, 2012.
- BORÉM, F. M. Processamento do café. In: ____ *Pós-colheita do café*. Lavras: Editora UFLA, 2008. 631 p.
- BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A. Mecanismos de deterioração das sementes: aspectos bioquímicos e fisiológicos. *Informativo ABRATES*, v. 11, n. 1, p. 10-15, 2001.
- BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M. C. L.; SCAPIM, C. A.; OLIVEIRA, V. R.; ANDRADE, C. A. B. Conservação de sementes de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) cultivar Conillon em função do grau de umidade e do tipo de embalagem. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 20, n. 2, p. 398-407, 1998.
- BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L.; SGUAREZI, C. N. Efeito do grau de umidade e do tipo de embalagem na conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.). *Acta Scientiarum*, v. 21, n. 3, p. 571-577, 1999.
- BRANDÃO JUNIOR, D. da S.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. G. C. Variações eletroforéticas de proteínas e isoenzimas relativas à deterioração de sementes de milho envelhecidas artificialmente. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n. 1, p. 114-121, 1999.
- BRANDÃO JUNIOR, D. E. *Marcadores de tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro*. 2000. 144 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BRANDÃO JUNIOR, D. da S.; VIEIRA, M. G. G. C.; HILHOST, H. W. Aquisição da tolerância à dessecação nos diferentes estádios de desenvolvimento de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Ciências e Agrotecnologia*, v. 26, n. 4, p. 673-681, 2002.
- BRAND, S. C.; MARLOVE, E. B.; MUNIZ, F. B.; MILANESI, P. M.; SCHEREN, M. B.; ANTONELLO, L. M. Extratos de alho e alecrim na indução de faseolina em feijoeiro e fungitoxicidade sobre *Colletotrichum lindemuthianum*. *Ciência Rural*, v. 40, n. 9, p. 1881-1887, 2010.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 set. 2003, Seção 1, p. 14.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

- BRUNETON, J. *Farmacognosia, fitoquímica*. Plantas medicinales. 2. ed. Espanha: Acribia S.A/Zaragosa, 2001. 1099 p.
- BUCKERIDGE, M. S.; TINÉ, M. A. S.; SANTOS, H. P. dos; LIMA, E. D. U. de. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes: estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 12, p. 137-162, 2000. Edição especial.
- BULLETIN, Ginger: Its role in xenobiotic metabolism. *ICMR Bulletin*, v. 33, n. 6, p. 57- 63, 2003.
- CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes florestais. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. (Ed.). *Sementes de espécies florestais tropicais*. Brasília: ABRATES/CTSF, 1991. 500 p.
- CARNEIRO, J. G. A. *Armazenamento de sementes florestais*. Curitiba: FUPEF, 1987. 35 p.
- CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; MURILLO LOBO JÚNIOR, M. L.; SILVA, M. C. Controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* *in vitro* e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. *Tropical Plant Pathology*, v. 36, n. 1, 2011.
- CARVALHO, J. A.; VON PINHO, E. V. R.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; BONOME, L. T. Qualidade de sementes de limão-cravo (*Citrus limonia* osbeck) durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 24, n. 1, p. 286-298, 2002.
- CARVALHO, M. L. M.; von PINHO, E. V. R. *Armazenamento de sementes*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 67 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.
- CARVALHO, R. A.; CHOAIKY, S. A.; LACERDA, J. T.; OLIVEIRA, E. F. Effect of plants with antibiotic properties on the control of *Fusarium* sp. In.: INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONGRESS. Anais de Congresso, Israel: Jerusalém, 1999.
- CARVALHO, V. D. *Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade do café*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 73 p.
- CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. de R.; CHALFOUN, S. M.; BOTREL, N.; JÚNIOR, E. S. G. J. Relações entre a composição físico-química dos grãos de café beneficiado e a qualidade da bebida do café. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 29, n. 3, p. 449-445, 1994.

- CASTRO, R. D.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.). *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 149-162.
- CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Ed.). *Germinação do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51-67.
- CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. D. Efeito do extrato de óleo industrial de alho sobre o desenvolvimento de fungos. *Fitopatologia Brasileira*, v. 12, p. 234-235, 1987.
- CHALFOUN, S. M.; PARIZZI, F. C. Fungos toxigênicos e micotoxinas em café. In: BORÉM, F. M (Ed.). *Pós-colheita do café*. Lavras: UFLA, 2008. p. 512-543.
- CHALFOUN, S. M.; PEREIRA, M. C.; RESENDE, M. L. V.; ANGÉLICO, C. L.; SILVA, R. A. Effect of powdered spice treatments growth, sporulation and production of aflatoxin by toxigenic fungi. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 4, p. 856-862, 2004.
- CHAO, S. C.; YOUNG, D. G. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. *Journal Essential Oil Research*, [S.l.], v. 12, p. 630-649, 2000.
- CLOSE, T. J. Dehydrins: a commonality in the response of plants to dehydration and low temperature. *Physiologia Plantarum*, v. 100, p. 291-296, 1997.
- COELLO, P.; VÁZQUEZ-RAMOS, M. Maize DNA polymerase 2 (an a-type enzyme) suffers mayor damage after seed deterioration. *Seed Science Research*, v. 6, n. 1, p. 1-7, 1996.
- CONDÉ, A. R.; GARCIA, J. Efeito do tipo de embalagem sobre a conservação das sementes do capim andropógon (*Andropogon gayanus*). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 17, n. 2, p. 145-148, 1995.
- COOK, R. J.; BAKER, K. F. *The nature and practice of biological control of plant pathogens*. St. Paul: The American Phytopathological Society, 1983. 539 p.
- COPELAND, L. D. O.; McDONALD, M. B. *Principles of seed science and technology*. 4th ed. New York: Chapman; Hall, 2001. 467 p.
- COSTA M. L. N.; MACHADO J. C.; GUIMARÃES R. M.; POZZA E. A.; ORIDE, P. Inoculação de *Fusarium oxysporum* f. s. *phaseoli* em sementes de feijoeiro através de restrição hídrica. Parte da tese apresentada a Universidade Federal de Lavras/UFLA, 2003.

COUTINHO, H. L. C. Diversidade microbiana e desenvolvimento sustentável: diversidade microbiana e agricultura sustentável. In: WORKSHOP SOBRE BIODIVERSIDADE: PERSPECTIVAS E OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS. Campinas, SP, 1996.

CROCHEMORE, M. L. Conservação de sementes de tremoço-azul em diferentes embalagens. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 15, n. 2, p. 227-232, 1993.

CROCHEMORE, M. L.; PIZA, S. M. T. Germinação e sanidade de sementes de nabo forrageiro conservadas em diferentes embalagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 29, n. 5, p. 677-680, 1994.

CRUZ, J. L. G da. *Efeito de Trichoderma spp. no potencial fisiológico de sementes e mudas de melão*. 2010. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CUNICO, M. M.; CARVALHO, J. L. S.; ANDRADE, C. A.; MIGUEL, O. G.; MIGUEL, M. D.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; CÔCCO, L. C.; YAMAMOTO, C. I. Atividade antifúngica de extratos brutos de *Ottonia martiana* Miq., Piperaceae. *Visão Acadêmica*, v. 7, p. 15-24, 2006.

CURTIS, H.; NOLL, U.; STORMANN, J.; SLUSARENKO, A. J. Broad-spectrum activity of the volatile phytoanticipin allicin in extracts of garlic (*Allium sativum* L.) against plant pathogenic bacteria, fungi and Oomycetes. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v. 65, p. 79-89, 2004.

DIAS, M. C. L. de L.; BARROS, A. S. R. Conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) em diferentes embalagens. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 15 n. 2, p. 197-202, 1993.

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

ENZIMAS. *Aditivos; ingredientes: Enzimas*. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/80.pdf>. Acesso em: 2009.

FARAH, A.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANCA, A. S.; TRUGO, L. C. Correlation between cup quality and chemical attributes of brazilian coffee. *Food Chemistry*, v. 98, n. 2, p. 373-380, 2006.

FARIA, M. A. V. F.; von PINHO, R. G.; von PINHO, E. V. de R.; GUIMARÃES, R. M. *Marcadores moleculares da qualidade fisiológica de sementes*. Lavras: UFLA, FAEPE, 2003. 51 p.

FAZUOLI, L. C.; TOMA, B. M.; CONCEIÇÃO, A. S.; SILVAROLLA, M. B. Estudo de conservação de sementes de café arábica e robusta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. Anais de Simpósio, Brasília: Embrapa Café, p. 1351-1356, 2001.

FERNANDES, M. C. A. Emprego de métodos alternativos de controle de pragas e doenças na olericultura. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO SOBRE UTILIZAÇÃO DE PLÁSTICO NA AGRICULTURA E SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE PRODUÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS, AROMÁTICA E CONDIMENTARES. Anais... Brasília, *Horticultura Brasileira*, v. 18, p. 110-112. São Paulo, SP, 2000 (Suplemento).

FILANI, G. A Chemical treatment of coffee seeds in relation the emergence and control of seed-borne fungi. *Turrialba*, v. 22, n. 11, p. 40-46, 1972.

FORTI, V. A.; CÍCERO, S. M. C.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar tmgl13-rr, durante o armazenamento, utilizando imagens de raios x e testes de potencial fisiológico. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 3 p. 123-133, 2010.

GALAU, G. A.; JAKOBSEN, K. S.; HUGHES, D. W. The controls of late dicot embryogenesis and early germination. *Physiologia Plantarum*, v. 81, p. 280-288, 1991.

GENTIL, D. F. O. *Conservação de sementes de Coffea arabica L.: interferências do grau de umidade e da temperatura*. 1999. 41f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

GENTIL, D. F. O. Conservação de sementes do cafeeiro: resultados discordantes ou complementares? *Bragantia*, v. 60, n. 3, 2001.

GOLDBACH, H. Imbibed storage of *Melicoccus bijugatus* and *Eugenia brasiliensis* (*E. dombeyi*) using abscisic acid as a germination inhibitor. *Seed Science and Technology*, v. 7, p. 403-406, 1979.

GRATÃO, P. L.; POLLE, A.; LEA, P. J.; AZEVEDO, R. A. Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier. *Functional Plant Biology*, n. 32, p. 481-494, 2005.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; FRANÇA, P. R. C.; SANTOS, S. S. Qualidade fisiológica de sementes armazenadas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. Semina. *Ciências Agrárias*, v. 31, n. 2, p. 331-342, 2010.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, L. S. B.; ANDRADE, L. A.; GONÇALVES, E. P.; MELO, P. A. R. F. Envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 2, p. 443-450, 2011.

- GUIMARAES, M. de A.; DIAS, D. C. F. dos S.; LOUREIRO, M. E. Hidratação de sementes. *Revista Tropica: ciências agrárias e biológicas*, v. 2, n. 1, p. 38, 2008.
- GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, M. G. G. C.; FRAGA, A.C.; VON PINHO, E.V.R.; PERPÉTTUA, V. Tolerância à dessecação em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 26, n. 1, p. 128-139, 2002.
- GUIMARÃES, R. M. *Fisiologia de sementes*. Lavras: UFLA-FAEPE, Curso de Especialização Pós-Graduação “Lato Senso” por tutoria à distância, 1999. 132 p.
- HAMMERSCHMIDT, H.; DANN, E. K. Induced resistance to disease. In: RECHCIGL, N. A.; RECHCIGL, J. E. (Ed.). *Environmentally safe approaches to crop disease control*. Boca Raton: CRC – Lewis Publishers, 1997. p. 177-199.
- HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species-opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, v. 2, p. 3-56, 2004.
- HEINZMANN, B. M. Compostos com enxofre. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Ed.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre: UFRS, 2001. p. 633-650.
- HENDRY, G. A. F.; FINCH-SAVAGE, W. E.; THORPE, P. C.; ATHERTON, N. M.; BUCKLAND, S. M.; NILSSON, K. A.; SEEL, W. A. Free radical processes and loss of viability during desiccation in the recalcitrant species *Quercus robur* L. *New Phytologist*, v. 122, p. 273-279, 1992.
- HENNING, A. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C. Equipamento portátil para o tratamento de sementes de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill] diretamente na caixa da semeadora. *Informativo ABRATES*, v. 19, n. 2, p. 413, 2009.
- HERRERA, J.; ALIZAGA, R.; ALIZAGA, G. Efecto de la madurez del fruto de cafe (*Coffea arabica*) cv.Caturra sobre La germinacion y el vigor de las semillas. *Agronomia Costarricense*, v. 17, n. 1, p. 25-32, 1993.
- HOEKSTRA, F. A. *Sugars, the glassy state and membrane stabilization*. In: WORKSHOP ON IMPROVED METHODS FOR HANDLING AND STORAGE OF INTERMEDIATE/RECALCITRANT TROPICAL FOREST TREE SEEDS. International Plant Genetic Resources Institute, 1996. p.74-82.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. A protocol to determine seed storage behaviour. In: ENGELS, J. M. M.; TOLL, J. (Ed.). Rome: IPGRI, (IPGRI Technical Bulletin n.1), 1996. 62 p.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Optimum air-dry seed storage environments for *Arabica coffee*. *Seed Science and Technology*, v. 20, p. 547-560, 1992.

- KHANDELWALK., C. H. O.; S.H.; MARELLA, H. H.; SAKATA, Y.; PERROUD, P. F.; PAN, A.; QUARTANO, R. S. Role of ABA and ABI3 in desiccation tolerance. *Science*, v. 327, n. 5965, p. 546. 2010.
- KING, M. W.; ROBERTS, E. H. *The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches*. Rome: IBPGR, 1979. 96 p.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de bioquímica*. São Paulo: Savier, 2006. 1052 p.
- LEITE, R. P.; MEDEIROS, J. G. F.; NASCIMENTO, L. C.; ARAÚJO NETO, A. C.; GOMES, C. S.; MALTA, A. O. Qualidade fisiológica de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) tratadas com extratos vegetais. *Scientia Plena*, v. 8, n. 4, p. 047327, 2012.
- LEPRINCE, O.; HARREN, F. J. M.; BUITINK, J.; ALBERNA, M.; HOEKSTRA, F. A. Metabolic dysfunction and unabated respiration precede the loss of membrane integrity during dehydration of germinating radicles. *Plant Physiology*, v. 122, p. 597-608, 2000.
- LIMA, S. M. P.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, M. G. G. C. Efeitos de tempos e temperaturas de condicionamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de cafeeiro (*coffea arabica* L.) sob condições ideais e de estresse térmico. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 3, p. 505-514, 2004.
- LO, L. C.; WEIERGANG, I.; BONHAM, C.; HIPSKIND, J.; WOOD, K.; NICHOLSON, R. L. Phytoalexin accumulation in sorghum: identification of a methyl ether of luteolinidin. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v. 49, p. 21-31, 1996.
- LOPES, R. P.; SILVA, J. S.; REZENDE, R. C. Princípios básicos da psicrometria. In: SILVA, J. S. (Ed.). *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 502 p.
- LOPES, I. S.; CAMPELO, G.; BEZERRA, R. R. Incidência fúngica com utilização de extrato de alho em sementes de *Anadenanthera colubrina*. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, Brasília, v. 8, n. 4, p. 31-38, 2011.
- LUPETTI, K. O.; RAMOS, L. A.; FATIBELLO-FILHO, O. Determinação enzimática de dopamina em formulações farmacêuticas utilizando sistema de análise por injeção em fluxo com extrato bruto de abacate (*Persea americana*). *Química Nova*, v. 26, n. 2, p. 197-201, 2003.
- MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

- MARCOS FILHO, K. Conservação de forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. *Anais de Simpósio*. Piracicaba: ESALQ, 1980. p. 37-38.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. *Fisiologia vegetal fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. Viçosa: Editora UFV, 2007. 469 p.
- MARTINS, A. L. *História do café*. São Paulo: Contexto, 2008. 316 p.
- MARTINS, M. L.; MARTINS, H. M.; GIMENO, A. Incidence of microflora and of ochratoxin A in green coffee beans (*Coffea arabica*). *Food Additives and Contaminants*, v. 20, n. 12, p. 1127-1131, 2003.
- MATA, J. F. da; LIMA, E. O.; FARIAS, M. A. A.; NASCIMENTO, L. C. de.; SILVEIRA, N. F. C.; SOUZA, A. E. F. de. Emprego de extratos orgânicos e aquosos obtidos a partir de isolados de *Trichoderma* spp. no controle de fitopatógenos. *Revista de Biologia e Farmácia*, v. 2, n. 2, p. 12-23, 2008.
- MATIELLO, J. B. *O café: do cultivo ao consumo*. São Paulo: Globo, 1991. 320 p.
- McDONALD, M. B. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, v. 27, n. 1, p. 177-237, 1999.
- MIGLIORANZA, E. *Conservação de sementes de café (Coffea arabica L. cv. Catuai), com diferentes teores de umidade, armazenadas em embalagens hermeticamente fechadas*. 1982. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- MIRANDA, J. M.; CARVALHO, M. M.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. C. Estudos de alguns fatores que influenciam a duração da Viabilidade de sementes de café. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 5, n. 2, p. 215-220, 1993.
- MIRANDA, J. M.; VALIAS, E. P. Estudo sobre a conservação da viabilidade de sementes de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 11., Londrina, 1984. *Anais de Resumos*. Rio de Janeiro: Ministério da Indústria e do Comércio, IBC, 1984. p.160-161.
- MONTEIRO, M.; SILVLEIRA, J. Comparação de recipientes para conservação de sementes. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 4, n. 2, p. 47-62, 1982.
- MORAES, L. A. S. Óleos essenciais no controle fitossanitário. In: BETIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Ed.). *Biocontrole de doenças de plantas: usos e perspectivas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. p. 139-152.
- MORAIS, L. A. S.; SILVA, M. A. S.; GONÇALVES, M. A.; SILVA, S. M. P.; CARDOSO, A. I. I. Interferência de extratos de alho na germinação e no vigor de sementes de tomate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA. *Horticultura Brasileira*, v. 19, n. 2, p. 241, 2001.

- MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W.; GHINI, R. Situação do controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: VENZON, M.; PAULA JR., T. J.; PALLINI, A. *Controle alternativo de pragas e doenças*. Viçosa: Epamig/CTZM, 2005. p. 247-268.
- MOREIRA, M. R.; PONCE A. G.; DEL VALLE C. E.; ROURA S. I. Inhibitory parameters of essential Oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT- Food Science and Technology*, v. 38, p. 565-570, 2004.
- MORS, W. B.; RIZZINI, C. T. *Useful plants of Brasil*. San Francisco: Holden Day, 1966. 166 p.
- MYTLE N.; ANDERSON G. L.; DOYLE M. P.; SMITH, M. A. Antimicrobial activity of clove (*Syzygium aromaticum*) oil in inhibiting *Listeria monocytogenes* on chicken frankfurters. *Food Control*, v. 17, p. 102-107, 2004.
- NEERGAARD, P. *Seed pathology*. 2nd ed. London: The MacMillan Press, 1979. 839 p.
- NETO, A. C. A.; ARAÚJO, P. C.; SOUZA, W. C. O.; MEDEIROS, J. G. F.; AGUIAR, A. V. M. Óleo essencial de anis na incidência e controle de patógenos em sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* mill.). *Revista Verde*, v. 7, n. 1, p. 170-176, 2012.
- NKANG, A.; OMOKARO, D.; EGBE, A. Effects of desiccation on the lipid peroxidation and activities of peroxidase and polyphenoloxidase in seeds of *Telfairia occidentalis*. *Seed Science and Technology*, v. 28, n. 1, p. 1-9, 2000.
- PADILHA, L.; VIEIRA, M. G. G. C.; von PINHO, E. V. R.; CARVALHO, M. L. M. Relação entre o teste de deterioração controlada e o desempenho de sementes de milho em diferentes condições de estresse. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 23, p. 198- 204, 2001.
- PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P.; FARRANT, J. M.; SMITH, M. T.; ROSS, G. Why do stored hydrated recalcitrant seeds die? *Seed Science Research*, v. 4, p. 187-191, 1994.
- PAMMENTER, N. M.; BERJAK, P. Uma revisão da fisiologia de sementes recalcitrantes em relação aos mecanismos de tolerância à dessecação. *Seed Science Research*, v. 9, n. 1, p. 13-37, 1999.
- PAMMENTER, N. W.; GREGGAINS, V.; KIOKO, J. I.; WESLEY-SMITH, J.; BERJAK, P.; FINCH-SAVAGE, W. E. Effects a differential drying rates on viability retention of recalcitrant seeds of *Ekeberger capensis*. *Seed Science Research*, v. 8, n. 4, p. 463-471, 1998.
- PANIZZA, S. *Plantas que curam* (Cheiro de Mato). 4. ed., São Paulo: Ibrasa, 1998. 279 p

- PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 1, 1995. p. 417- 453.
- PASIN, L. A. A. P.; ALMEIDA, J. R. de; ABREU, M. S. de. Fungos associados a grãos de cinco cultivares de café (*Coffea arabica* L.). *Acta Botanica Brasilica*, v. 23, n. 4, p. 1129-1132, 2009.
- PENTEADO, S. R. A utilização dos defensivos alternativos na agricultura: histórico e perspectivas. In: ENCONTRO DE PROCESSOS DE PROTEÇÃO DE PLANTAS: CONTROLE ECOLÓGICO DE PRAGAS E DOENÇAS, 1., 2001. Botucatu, SP. *Palestra*. Botucatu, SP: Agroecológica, 2001. p. 13-21.
- PEREIRA, M. C.; VILELA, G. R.; COSTA, L. M. A. S.; SILVA, R. F.; FERNANDES, A. F.; FONSECA, E. W. N.; PICCOLI, R. H. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. *Ciência Agrotecnologia*, v. 30, n. 4, p. 731-738, 2006.
- PIMENTA, C. J.; VILELA, V. R.; CARVALHO JUNIOR, C. de. Componentes de parede celular de grãos de frutos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tempos à espera da secagem. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 26, n. 2, p. 203-209, 2004.
- POMELLA, A. W. V. A utilização do controle biológico para grandes culturas – A experiência do grupo Sementes Farroupilha. *Summa Phytopathologica*, v. 34, p. 195-196, 2008.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. 2. ed. Brasília: Agiplan, 1985. 289 p.
- QUEIROZ, Y. S.; BASTOS, D. H. M.; SAMPAIO, G. R.; SOARES, R. A. M.; ISHIMOTO, E. Y.; TORRES, E. A. F. S. Influência dos aditivos alimentares na atividade Antioxidante *in vitro* de produtos de alho. *Alimentos e Nutrição*, v. 17, n. 3, p. 287-293, 2006
- RAMOS, N .P.; MARCOS FILHO, J.; GALLI, J. A. Tratamento fungicida em sementes de milho doce. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 30, p. 57-61, 2008.
- RANASINGHE, L.; JAYAWARDENA, B.; ABEYWICKRAMA, K. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeilanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et LM. Perry against crown rot anthracnose pathogens isolated from banana. *Letters in Applied Microbiology*, v. 35, p. 208-211, 2002.
- RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. *Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam*. Belo Horizonte: Epamig, 2000. 80 p.
- RESENDE, M. de L. *Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a germinação de sementes de café (Coffea arabica L.) cv. Rubi*. 2006. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

- RIBEIRO, D. S.; MELO, D. B.; GUIMARÃES, A. G.; VELOZO, E. S. Avaliação do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) como modulador da resistência bacteriana. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 2, p. 687-696, 2012.
- RIBEIRO, L. F.; BEDENDO, I. P. Efeito inibitório de extratos vegetais sobre *Colletotrichum gloeosporioides* – Agente causal da podridão de frutos de mamoeiro. *Scientia Agrícola*, v. 56, n. 4, p. 1267-1271, 1999.
- ROACH, T.; BECKETT, R. P.; MINIBAYEVA, F. V.; COLVILLE, L.; WHITAKER, C. Extracellular superoxide production, viability and redox poise in response to desiccation in recalcitrant *Castanea sativa* seeds. *Plant, Cell and Environment*, v. 33, p. 59-75, 2010.
- ROBERTS, E. H.; KING, M. W.; ELLIS, R. H. Recalcitrant seeds: their recognition and storage. In: HOLDEN, J. H. W.; WILLIAMS, J. T. (Ed.). *Crop genetic resources: conservation and evaluation*. London: Alien and Unwin, 1984. p. 38-52.
- ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 1, p. 499-514, 1973.
- ROBERTS, E. H. Storage environment and the control of viability. In: ROBERTS, E. H. (Ed.). *Viability of seeds*. London: Chapman and Hall Limited, 1972. p. 14-58.
- ROSA, S. D. V. F.; CARVALHO, A. M. de; McDONALD, M. B.; SILVA, A. P.; ÉDILA, R. V. V. Sementes de café são mesmo tolerantes à dessecação? In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 38., 2009. Vitória. *Anais...* Vitória: Embrapa Café, 2009.
- ROZWALKA, L. C.; LIMA, M. L. R. Z. C.; MIO, L. L. M.; NAKASHIMA, T. Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. *Ciência Rural*, v. 38, n. 2, p. 301-307, 2008.
- SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 1, p. 104-114, 2005.
- SANTOS, R. I. Metabolismo básico de origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTS, L. A.; PETROVICK, P. R. *Farmacognosia da planta ao medicamento*. Porto Alegre, Florianópolis: Ed. Universidade UFRS, Ed. UFSC, 1999. 821 p.
- SAUER, D. B. *Storage of grains and their products*. 4. ed. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Inc., 1992. 615 p.
- SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, v. 30, n. 12, p. 3875-3883, 1991.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S. Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. *Fitopatologia Brasileira*, v. 28, p. 54-56, 2003.

SGUAREZI, C. N.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. do C. L.; DALPASQUALE, V. A. Avaliação de tratamentos pré-germinativos para melhorar o desempenho de sementes de café (*Coffea arabica* L.). II Processo de umidificação. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 23, n. 2, p. 162-170, 2001.

SGUAREZI, C. N.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; DALPASQUALE, V. A.; BRACCINI, M. do C. L.; SCHUAB, S. R. P. Influência das condições de armazenamento na qualidade fisiológica e sanitária das sementes de café (*Coffea arabica* L.). *Revista Brasileira de Armazenamento*, n. 4, p. 16-25, 2002. (Especial Café).

SILVA, E. A. A. da. *Coffee* (*Coffea arabica* L., cv. **Rubi**) seed germination: mechanism and regulation. Wageningen: Wageningen University, 2002. 105 p. Thesis (Ph.D. in Seeds), Wageningen, Holanda.

SILVA, F.; CASALI, V.W.D. *Plantas medicinais e aromáticas: pós-colheita e óleo essencial*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2000. 153 p.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C. E; SILVA, F. T. C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. *Revista de Ciências Agro-Ambientais*, v. 8, n. 1, p. 45- 56, 2010.

SILVA, M. G. V. *Óleos essenciais: Contribuição ao táxon genérico **Occimum** e análise por espectrometria de RMN¹³C*. Fortaleza: UFC, 1996. 219 f. Tese (Doutorado em Química Orgânica) – Universidade Federal do Ceará, Ceará.

SILVA, R. F.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M.; MUNIZ, J. A. Qualidade do café-cereja descascado produzido na região sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 28, n. 6, p. 1367-1375, 2004.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRS/UFSC, 2004. 1102 p.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Ed.). *Farmacognosia da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRS/Editora da UFSC, 1999. p. 387-416.

SINGH, G.; SINGH, O. P.; LAMPASONA, M. P. de; CATALÁN C. A. N. Studies on essential oils: chemical and biocidal investigation on *Tagetes erecta* leaf volatile oil. *Flavour and Fragrance Journal*, v.18, n. 1, p. 62-65, 2003.

- SOUZA, A. E. F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L. C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. *Fitopatologia Brasileira*, v. 32, n. 6, p. 465-471, 2007.
- SOUZA, P. F.; SILVA, G. H.; HENRIQUES, I. G. N.; CAMPELO, G. J.; ALVES, G. S. Atividade antifúngica de diferentes concentrações de extrato de alho em sementes de ingá (*Inga edulis*). *Revista Verde*, v. 5, n. 5, p. 8-13, 2010.
- STERN, J. L.; HAGERMAN, A. E.; STEINBERG, P. D.; MASON, P. K. Phlorotannin-protein interactions. *Journal of Chemical Ecology*, v. 22, p. 1887-1899, 1996.
- SWAIN, T. Phenolics in the environment. In: T-SWAIN, J. B.; HARBONE, C. F. van SUMERE (Ed.). *Recent advances in phytochemistry*. New York: Plenum Press, v. 12, 1979. p. 624-637.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.
- TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. Extratos Vegetais e de Algas no Controle de Doenças de Plantas. In: TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. *Manejo ecológico de doenças de plantas*. Florianópolis, SC: CCA/UFSC, 2004. p. 45-62.
- TANIWAKI, M. H.; PITT, J. I.; TEIXEIRA, A. A.; IAMANAKA, B. T. The source of ochratoxin A in Brazilian coffee and its formation in relation to processing methods. *International Journal of Food Microbiology*, v. 82, n. 2, p. 173-179, 2003.
- TANSEY, M. R.; APPLETON, J. A. Inhibition of fungal growth by garlic extract. *Mycologia*, v. 67, p. 409-413, 1975.
- TAVEIRA, J. H. da S. *Aspectos fisiológicos e bioquímicos associados à qualidade da bebida de café submetido a diferentes métodos de processamento e secagem*. 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- TEBALDI, V. M. R. *Análise e potencial de uso de óleos essenciais no controle de Pseudomonas sp. e na formação de biofilme por Pseudomonas aeruginosa*. 2008. 94 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- URBANO, G. R.; TANIWAKI, M. H.; LEITÃO, M. F. de F.; VICENTINI, M. C. Occurrence of ochratoxin A - Producing fungi in raw Brazilian coffee. *Journal of Food Protection*, v. 64, n. 8, p. 1226-1230, 2001.
- VASCONCELOS, L. M.; GROTH, D.; RAZERA, L. F. Efeito de processos de secagem, diferentes graus de umidade e tipos de embalagens na conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 14, n. 2, p. 181-188, 1992.

- VEIGA, A. D.; VON PINHO, E. V. R.; VEIGA, A. D.; PEREIRA, P. H. A. R.; OLIVEIRA, K. C. de; von PINHO, R. G. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 4, p. 953-960, 2010.
- VIDIGAL, D. de S.; DIAS, D. C. F. S.; VON PINHO, E. V. R.; DIAS, L. A. dos S. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 31, n. 2, p. 129-136, 2009.
- VIDIGAL, D. de S.; LIMA, J. da S.; BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S. Teste de condutividade elétrica para sementes de pimenta. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 30, n. 1, p. 168-174, 2008.
- VIEGAS, E. C.; SOARES, A.; CARMO, M. G. F.; ROSSETTO, C. A. V. Toxicidade de óleos essenciais de alho e casca de canela contra fungos do grupo *Aspergillus flavus*. *Horticultura Brasileira*, v. 23, n. 4, p. 915-919, 2005.
- VIEIRA, A. H.; MARTINS, E. P.; PEQUENO, P. L. de L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M. G. de. *Técnicas de produção de sementes florestais*. Porto Velho: Embrapa, n. 205, p. 1-4, 2001.
- VIEIRA, L. S. *Fitoterapia da Amazônia – Manual de plantas medicinais*. São Paulo: Ceres, 1992. 350 p.
- VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L.; SERQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, p. 1957-1968, 1991.
- VILLELA, F. A.; MARCOS FILHO, J. Estados energéticos e tipos de água na semente. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 20, p. 317-321, 1998.
- VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E. L.; MARRA, R.; WOO, S. L.; LORITO, M. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 40, p. 1-10, 2008.
- VOSSEN, H. A. M. Methods of preserving the viability of coffee seed in storage. *Seed Science & Technology*, v. 7, p. 65-74, 1979.
- XAVIER, M. V. A.; OLIVEIRA, C. R. F.; BRITO, S. S. S.; MATOS, C. H. C.; PINTO, M. A. D. S. C. Viabilidade de sementes de feijão caupi após o tratamento com óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 14, p. 250-254, 2012 (Número especial).
- WOLFRON, M. L.; PATIN, D. L. Isolation and characterization of cellulose in the coffee bean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 12, n. 1, p. 376-379, 1964.

ANEXO

ANEXO A

Tabela 1A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por três meses em ambiente natural

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	170882,312500	11392,154167	267,832	0,0000
Emba	2	55302,041667	27651,020833	650,081	0,0000
Trat.*Emba	30	61356,625000	2045,220833	48,084	0,0000
Erro	144	6125,000000	42,534722		
Total corrigido	191	293665,979167			
C.V. (%)	11,48				
Média geral	56,8229167		Número de observações: 192		

Tabela 2A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por seis meses em ambiente natural

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	121693,979167	8112,931944	196,050	0,0000
Emba	2	70469,291667	35234,645833	851,450	0,0000
Trat.*Emba	30	72572,708333	2419,090278	58,458	0,0000
Erro	144	5959,000000			
Total corrigido	191	270694,979167			
C.V. (%)	13,71				
Média geral	46,9270833		Número de observações: 192		

Tabela 3A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por nove meses em ambiente natural

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	9676,645833	645,109722	2160,367	0,0000
Emba	2	1650,041667	825,020833	2762,860	0,0000
Trat.*Emba	30	19353,291667	645,109722	2160,367	0,0000
Erro	144	43,000000	0,298611		
Total corrigido	191	30722,979167			
C.V. (%)	26,36				
Média geral	2,0729167		Número de observações: 192		

Tabela 4A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por 12 meses em ambiente natural

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	9137,812500	609,187500	1169,640	0,0000
Emba	2	1218,375000	609,187500	1169,640	0,0000
Trat.*Emba	30	18275,625000	609,187500	1169,640	0,0000
Erro	144	75,000000	0,520833		
Total corrigido	191	28706,812500			
C.V. (%)	40,52				
Média geral	1,7812500		Número de observações: 192		

Tabela 5A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por 15 meses em ambiente natural

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	8820,000000	588,000000	10584,000	0,0000
Emba	2	1176,000000	588,000000	10584,000	0,0000
Trat.*Emba	30	17640,000000	588,000000	10584,000	0,0000
Erro	144	8,000000	0,055556		
Total corrigido	191	27644,000000			
C.V. (%)	13,47				
Média geral	1,7500000		Número de observações: 192		

Tabela 6A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por três meses em câmara fria

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	88727,000000	5915,133333	179,776	0,0000
Emba	2	38743,041667	19371,520833	588,750	0,0000
Trat.*Emba	30	66047,625000	2201,587500	66,912	0,0000
Erro	144	4738,000000	32,902778		
Total corrigido	191	198255,666667			
C.V. (%)	8,40				
Média geral	68,2916667		Número de observações: 192		

Tabela 7A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por seis meses em câmara fria

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	89103,812500	5940,254167	174,820	0,0000
Emba	2	84290,666667	42145,333333	1240,329	0,0000
Trat.*Emba	30	75160,000000	2505,333333	73,731	0,0000
Erro	144	4893,000000	33,979167		
Total corrigido	191	253447,479167			
C.V. (%)	8,88				
Média geral	65,6145833			Número de observações: 192	

Tabela 8A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por nove meses em câmara fria

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	98002,666667	6533,511111	169,031	0,0000
Emba	2	86756,291667	43378,145833	1122,252	0,0000
Trat.*Emba	30	74053,708333	2468,456944	63,862	0,0000
Erro	144	5566,000000	38,652778		
Total corrigido	191	264378,666667			
C.V. (%)	12,65				
Média geral	49,1666667			Número de observações: 192	

Tabela 9A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por 12 meses em câmara fria

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	111934,666667	7462,311111	278,099	0,0000
Emba	2	117260,375000	58630,187500	2184,976	0,0000
Trat.*Emba	30	82740,958333	2758,031944	102,784	0,0000
Erro	144	3864,000000	26,833333		
Total corrigido	191	315800,000000			
C.V. (%)	11,14				
Média geral	46,5000000			Número de observações: 192	

Tabela 10A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens na germinação de sementes de café armazenadas por 15 meses em câmara fria

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	127101,250000	8473,416667	369,973	0,0000
Emba	2	89175,375000	44587,687500	1946,824	0,0000
Trat.*Emba	30	78396,625000	2613,220833	114,101	0,0000
Erro	144	3298,000000	22,902778		
Total corrigido	191	297971,250000			
C.V. (%)	11,83				
Média geral	40,4375000		Número de observações: 192		

Tabela 11A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por três meses em ambiente natural

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	180,690415	12,046028	293,024	0,0000
Emba	2	54,351939	27,175969	661,065	0,0000
Trat.*Emba	30	88,755545	2,958518	71,967	0,0000
Erro	144	5,919750	0,041109		
Total corrigido	191	329,717648			
C.V. (%)	10,36				
Média geral	1,9563542		Número de observações: 192		

Tabela 12A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por seis meses em ambiente natural

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	240,990245	16,066016	100,909	0,0000
Emba	2	188,261550	94,130775	591,228	0,0000
Trat.*Emba	30	254,721650	8,490722	53,330	0,0000
Erro	144	22,926575	0,159212		
Total corrigido	191	706,900020			
C.V. (%)	13,60				
Média geral	2,9335938		Número de observações: 192		

Tabela 13A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por nove meses em ambiente natural

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	20,897531	1,393169	537,413	0,0000
Emba	2	4,869004	2,434502	939,106	0,0000
Trat.*Emba	30	41,795063	1,393169	537,413	0,0000
Erro	144	0,373300	0,002592		
Total corrigido	191	67,934898			
C.V. (%)	45,22				
Média geral	0,1126042		Número de observações: 192		

Tabela 14A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por 12 meses em ambiente natural

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	10,153125	0,676875	273,638	0,0000
Emba	2	1,353750	0,676875	273,638	0,0000
Trat.*Emba	30	20,306250	0,676875	273,638	0,0000
Erro	144	0,356200	0,002474		
Total corrigido	191	32,169325			
C.V. (%)	83,76				
Média geral	0,0593750		Número de observações: 192		

Tabela 15A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por 15 meses em ambiente natural

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	10,404031	0,693602	121,848	0,0000
Emba	2	1,387204	0,693602	121,848	0,0000
Trat.*Emba	30	20,808063	0,693602	121,848	0,0000
Erro	144	0,819700	0,005692		
Total corrigido	191	33,418998			
C.V. (%)	125,53				
Média geral	0,0601042		Número de observações: 192		

Tabela 16A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por três meses em câmara fria

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	102,497812	6,833187	102,116	0,0000
Emba	2	20,877114	10,438557	155,995	0,0000
Trat.*Emba	30	72,255886	2,408530	35,993	0,0000
Erro	144	9,635875	0,066916		
Total corrigido	191	205,266687			
C.V. (%)	10,47				
Média geral	2,4697396		Número de observações: 192		

Tabela 17A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por seis meses em câmara fria

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	163,337075	10,889138	55,759	0,0000
Emba	2	207,664997	103,832498	531,681	0,0000
Trat.*Emba	30	254,587953	8,486265	43,454	0,0000
Erro	144	28,121900	0,195291		
Total corrigido	191	653,711925			
C.V. (%)	12,26				
Média geral	3,6043750		Número de observações: 192		

Tabela 18A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por nove meses em câmara fria

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	120,904004	8,060267	213,267	0,0000
Emba	2	161,664876	80,832438	2138,748	0,0000
Trat.*Emba	30	144,872907	4,829097	127,773	0,0000
Erro	144	5,442375	0,037794		
Total corrigido	191	432,884162			
C.V. (%)	9,38				
Média geral	2,0731771		Número de observações: 192		

Tabela 19A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por 12 meses em câmara fria

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	118,589815	7,905988	105,502	0,0000
Emba	2	156,087809	78,043905	1041,463	0,0000
Trat.*Emba	30	161,475357	5,382512	71,827	0,0000
Erro	144	10,790900	0,074937		
Total corrigido	191	446,943881			
C.V. (%)	16,18				
Média geral	1,6921875		Número de observações: 192		

Tabela 20A – Análise de variância do efeito de fungicidas e embalagens sobre o comprimento de raiz das sementes de café armazenadas por 15 meses em câmara fria

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc	Pr > Fc
Tratamento	15	182,633125	12,175542	182,620	0,0000
Emba	2	186,762064	93,381032	1400,613	0,0000
Trat.*Emba	30	182,029703	6,067657	91,008	0,0000
Erro	144	9,600700	0,066672		
Total corrigido	191	561,025592			
C.V. (%)	14,60				
Média geral	1,7685417		Número de observações: 192		