

APLICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES EM
SEMENTES DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)
VISANDO A PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE

ANA LÚCIA PEREIRA KIKUTI

2000

50123
35276

DESCARTADO

meilin
ASSINATURA

Data 22, 08, 17

ANA LÚCIA PEREIRA KIKUTI

BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA
UFLA

APLICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES EM SEMENTES DE CAFEIEIRO
(*Coffea arabica* L.) VISANDO A PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof. Renato Mendes Guimarães

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

8067.880-



**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Kikuti, Ana Lúcia Pereira

Aplicação de antioxidantes em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) visando a preservação da qualidade / Ana Lúcia Pereira Kikuti. -- Lavras : UFLA, 2000.

72 p. : il.

Orientador: Renato Mendes Guimarães.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Café. 2. Semente. 3. Antioxidante. 4. Armazenamento. 5. Qualidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.7321

-633.7368

ANA LÚCIA PEREIRA KIKUTI

**APLICAÇÃO DE ANTIOXIDANTES EM SEMENTES DE CAFEEIRO
(*Coffea arabica* L.) VISANDO A PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE**

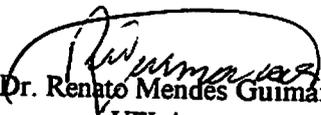
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 11 de Julho de 2000

Prof.^ª. Dr.^ª. Édila Vilela de Resende Von Pinho UFLA

Pesquisador Dr. João Almir Oliveira UFLA

Prof.^ª. Dr.^ª. Maria das Graças G. C. Vieira UFLA


Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus pais Geraldo e Maria Inês pelo
apoio em todas as horas.

Aos meus irmãos José, Vander e Carlos
Eduardo pelo carinho e amizade.

DEDICO

Ao meu esposo Hamilton e ao nosso filho
Bruno pela paciência, compreensão e
ajuda em todos os momentos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras - UFLA;

Ao Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães pela orientação, apoio e amizade;

À Prof^ª. Dr^ª. Édila Vilela de Resende Von Pinho e ao Pesquisador Dr. João Almir Oliveira, pelo apoio, incentivo e amizade.

À Prof^ª. Dr^ª. Maria das Graças Guimarães Carvalho Vieira pelo incentivo e colaboração.

À Prof^ª. Dr^ª. Maria Laene Moreira de Carvalho pelo incentivo, apoio e compreensão no decorrer do curso.

Aos funcionários, pesquisadores, professores, bolsistas do setor de sementes, e aos colegas do curso de pós-graduação pela colaboração e convivência amiga.

Aos meus familiares pelo carinho, incentivo e amizade.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Aspectos Gerais	03
2.2 Qualidade de sementes.....	04
2.3 Armazenamento.....	08
2.4 Sistemas de proteção contra peroxidação de lipídios.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Determinação do grau de umidade.....	20
3.2 Teste de germinação.....	20
3.3 Velocidade de germinação.....	20
3.4 Emergência de plântulas.....	21
3.5 Comprimento de plântula, peso da matéria fresca e seca de plântulas.....	22
3.6 Condutividade elétrica.....	22
3.7 Análise enzimática.....	22
3.8 Análise estatística.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Influência da aplicação de antioxidantes sobre a viabilidade e vigor de sementes de cafeeiro.....	24
4.1.1 Grau de umidade das sementes.....	24
4.1.2 Teste de germinação.....	24
4.1.3 Índice de velocidade de germinação.....	26
4.1.4 Condutividade elétrica.....	26

4.1.5	Emergência de plântulas aos 45 dias, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântula, peso da matéria fresca e seca de plântulas	29
4.1.6	Teste de emergência de plântulas (estande 60 dias).....	31
4.2	Influência da aplicação de antioxidantes sobre a viabilidade e vigor de sementes de cafeeiro, após quatro meses de armazenamento.....	33
4.2.1	Grau de umidade.....	33
4.2.2	Teste de germinação.....	33
4.2.3	Índice de velocidade de germinação.....	37
4.2.4	Condutividade elétrica.....	38
4.2.5	Emergência de plântulas (estande 45 e 60 dias).....	40
4.2.6	Índice de velocidade de emergência.....	43
4.2.7	Comprimento de plântula.....	44
4.2.8	Peso da matéria fresca e peso da matéria seca	46
4.3	Influência da aplicação de antioxidantes sobre a viabilidade e vigor de sementes de cafeeiro, após oito meses de armazenamento	49
4.3.1	Grau de umidade.....	49
4.3.2	Teste de germinação.....	49
4.3.3	Análise enzimática.....	50
5	CONCLUSÕES.....	53
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
	ANEXOS.....	64

RESUMO

KIKUTI, Ana Lúcia Pereira **Aplicação de antioxidantes em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) visando a preservação da qualidade.** Lavras: UFLA, 2000. 72p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)*

A disponibilização de sementes de cafeeiro com qualidade durante todo ano, permite o plantio da lavoura nas épocas mais adequadas, com inúmeros reflexos positivos na produção e produtividade. O presente estudo teve como objetivo verificar a influência da aplicação de antioxidantes durante a degomagem ou em sementes secas de cafeeiro, como tratamento pré-germinativo ou na preservação da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento. O ensaio foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes e na Unidade de Beneficiamento de Sementes da Universidade Federal de Lavras, utilizando sementes da cultivar Rubi, colhidas no estádio cereja, as quais foram degomadas em soluções contendo: água pura, ácido ascórbico (2000 ppm), EDTA (2000 ppm) ou limão (25%). Uma parte das sementes degomadas em água após secagem foram embebidas com água pura, ácido ascórbico (2000 ppm), EDTA (2000 ppm) ou limão (25%). Após os tratamentos, as sementes foram então secadas e tratadas ou não com fungicidas, embaladas e armazenadas. Além disso, após secagem, ainda foi acrescentado o tratamento com solução de tocoferol diluído em óleo de soja (10.000 ppm), tratadas ou não com fungicidas. A avaliação da qualidade fisiológica foi realizada antes, após quatro e oito meses de armazenamento por meio de testes de germinação; índice de velocidade de germinação, condutividade elétrica; emergência de plântulas em areia + solo (índice de velocidade de emergência, estande 45 dias e 60 dias após semeadura), comprimento de plântula e peso da matéria fresca e seca de plântulas, e através do perfil eletroforético das enzimas catalase, superóxido dismutase, lipoxigenase e peroxidase. Antes do armazenamento, somente a solução de tocoferol destacou-se, proporcionando resultados inferiores aos demais. Após quatro meses de armazenamento, houve queda significativa da qualidade das sementes, quando comparada com resultados obtidos antes do armazenamento, embora as maiores quedas tenham ocorrido quando foram utilizadas as soluções de limão e tocoferol. Após oito meses de armazenamento, as sementes perderam a viabilidade. As enzimas catalase e superóxido dismutase não foram eficientes em detectar diferenças entre os tratamentos, não sendo encontrada atividade das enzimas peroxidase e lipoxigenase. Apesar disso, quando foram comparados os tempos de armazenamento, notou-se diminuição na intensidade de bandas para superóxido dismutase durante o armazenamento. Pode-se concluir que o uso de

*Comitê Orientador: Dr. Renato Mendes Guimarães - UFLA (Orientador),
Drª Édila Vilela de Resende Von Pinho - UFLA, Dr. João Almir Oliveira - UFLA.

soluções contendo antioxidantes na degomagem de sementes de cafeeiro não influencia a sua qualidade fisiológica; a imersão de sementes de cafeeiro em solução de ácido ascórbico e EDTA, após a secagem, contribui para melhorar o desempenho das sementes logo após a colheita e após quatro meses de armazenamento; a aplicação da solução de limão prejudica os sistemas de membranas das células das sementes.

ABSTRACT

KIKUTI, Ana Lúcia Pereira Application of antioxidant on coffee seeds (*Coffea arabica* L.) aiming at quality preservation. Lavras: UFLA, 2000. 72p. (dissertation – Masters in Crop science) *

The making of high quality coffee seeds throughout the year available allows the planting of the crop in the most adequate times with a number of positive reflexes on output and yield. The present study aimed to verify the influence of the application of antioxidants during degumming or on dry seeds of coffee tree as a pre-germination treatment or on the preservation of the physiological quality of seeds over storage. The trial was conducted in the Seed Analysis Laboratory and in the Seed Processing Unit of the Universidade Federal de Lavras (Federal University of Lavras), by utilizing seeds of the cultivar Rubi, harvest at the red stage which were degummed in solutions containing: pure water, ascorbic acid (2,000ppm), EDTA (2,000 ppm) or lemon (25%). One part of the water-degummed seeds after drying were imbibed with pure water, ascorbic acid (2,000 ppm), EDTA (2,000 ppm) or lemon (25%). After the treatments, the seeds were then dried and treated or not with fungicides, wrapped and stored. In addition, after drying, a treatment with tocopherol solution diluted in soybean oil (10,000 ppm) treated or not with fungicides was till added. The evaluation of the physiological quality was accomplished before, after four and eight months' storage by means of germination tests; germination velocity index, electric conductivity, seedling emergence into sand + soil (emergence velocity index, stand 45 and 60 days after sowing), seedling length and fresh and dry matter weight of seedlings and through the electrophoretic profile of the enzymes catalase, superoxide dimutase, lipoxigenase and peroxidase. Before storage only the tocopherol solution stood out providing results inferior to the others. After four months' storage there was a significant fall of the quality of the seeds when compared with results obtained before storage, although the highest falls have took place when the solutions with lemon and tocopherol were utilized. After eight month storage the seeds lost their viability. The enzymes catalase and superoxide dismutase were not efficient in detecting differences among the treatments, no activity of the enzymes peroxidase and lipoxigenase being found. In spite of that, when the times of storage were compared, decreased intensity of bands for superoxide dismutase over the treatment was found. It may be noticed that use of solutions containing antioxidants in degumming of coffee seeds does not influence their physiological quality, coffee seed soaking into ascorbic acid and EDTA solution after drying contributes to

* Guidance Committee: Dr. Renato Mendes Guimarães - UFLA (Adviser), Dr^a Édila Vilela de Resende Von Pinho - UFLA, Dr. João Almir Oliveira - UFLA.

improve the performance of seeds soon after harvest and after four months' storage, the application of the lemon solution injures the systems of membranes of the seeds' cells.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café, seguido pela Colômbia, Indonésia e Vietnã (Agriannual 2000^{*}). Além de sua grande importância econômica para o país, a cultura do cafeeiro tem relevante importância social como atividade geradora de empregos e fixadora de mão de obra no campo.

Sendo o café uma cultura perene, a fase de implantação da lavoura é de suma importância, exigindo especial atenção por parte dos produtores, já que falhas nesta fase podem prejudicar de forma irreversível a produtividade durante toda a vida útil da cultura. A aquisição de mudas sadias, de produtores idôneos, e o plantio em épocas adequadas são fatores de fundamental importância durante essa fase.

A época ideal para o transplante das mudas para o campo seria os meses de outubro-novembro, coincidindo com o período chuvoso. Como as mudas devem ter a idade de seis a oito meses na época do transplante, o ideal seria que a semeadura no viveiro ocorresse nos meses de fevereiro a março, evitando também, dessa forma, que a germinação das sementes ocorresse no período de inverno, quando fica muito lenta. No entanto, a colheita dos frutos de café se dá nos meses de maio-junho, e como as sementes perdem rapidamente a viabilidade, os viveiristas são obrigados a fazer a semeadura logo após a colheita.

As sementes de cafeeiro podem ser armazenadas por cerca de 12 meses sem perda da viabilidade, em câmara a 10°C e 50% de umidade relativa, estando o grau de umidade das sementes em torno de 11% , mas no armazenamento convencional essas sementes conservam-se por no máximo seis meses. Portanto, a preservação da qualidade fisiológica das sementes de cafeeiro durante o

^{*}AGRIANUAL 2000 - ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA - FNP -
Consultoria e Comércio - São Paulo - Brasil.

armazenamento ainda é um problema enfrentado pelos viveiristas, uma vez que a construção de câmaras refrigeradas para o armazenamento oneraria muito os custos.

Uma das causas da deterioração de sementes é a peroxidação de lipídios, provocada por baixos teores de água na semente e acelerada pela alta umidade relativa e temperatura durante o armazenamento. Alternativas têm sido pesquisadas visando a melhoria do desempenho de lotes de sementes com qualidade fisiológica inferior, enquanto ainda não se tem um método adequado para a preservação das sementes durante o armazenamento convencional. Vêm sendo utilizadas, para esse fim, técnicas de envigoramento de sementes e algumas técnicas de osmocondicionamento pré-semeadura, visando uniformização do estande e maior rapidez na emergência de plântulas no campo.

x y { As sementes possuem substâncias antioxidantes em sua constituição, tais como vitamina C, vitamina E (tocoferol) e β carotenos, que auxiliam no controle à oxidação dos ácidos graxos, ligando-se ao oxigênio ativado, adquirido quando as sementes se encontram com baixos teores de água. Essas substâncias evitam, dessa forma, que esse oxigênio se ligue ao ácido graxo insaturado, provocando a quebra dos mesmos, gerando radicais livres e peróxidos instáveis, prejudiciais às sementes. A embebição da semente com substâncias antioxidantes poderia auxiliar no controle à formação de radicais livres.

Com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de antioxidantes em sementes de cafeeiro, visando obter um melhor desempenho, bem como maior armazenabilidade, o presente trabalho foi conduzido.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos Gerais

O fruto do cafeeiro é uma drupa elipsóide contendo dois lóculos e duas sementes, podendo conter três ou mais sementes. A semente é plano-convexa, elíptica ou oval, sulcada longitudinalmente na face plana, e é constituída por embrião, endosperma e um envoltório, representado por uma película prateada ou espermoderma. É envolvida pelo endocarpo do fruto ("pergaminho"), que quando maduro é coriáceo e envolve independentemente cada semente (Dedecca, 1957, 1958; Huxley, 1965; Zamora e Soto, 1976; citados por Rena e Maestri, 1986).

O endosperma contém água, aminoácidos, proteínas, cafeína e outros alcalóides, triglicerídeos, açúcares, dextrina, pentosanas, galactomananas, celulose, ácido caféico, ácido clorogênico, minerais, entre outros (Bewley e Black, 1978). Essa composição química está relacionada à qualidade da bebida, e no contexto fisiológico é de grande importância durante a germinação das sementes e estabelecimento das plântulas (Rena e Maestri, 1986).

Visando uma melhor qualidade, as sementes de cafeeiro devem ser provenientes de frutos cereja (Scaranari, 1954 citado por Miranda, 1987). Segundo Caixeta (1981), o estágio "verde-cana/cereja" coincide com o ponto de maturidade fisiológica das sementes de cafeeiro, coincidindo também com a máxima germinação e vigor e máximo tamanho e peso de 1000 frutos.

O processamento dos frutos para obtenção das sementes inicia-se com a remoção do exocarpo ("despolpamento") por meio de descascador mecânico ou despolpador. Na sequência vem a operação denominada de "degomagem", na qual se processa a retirada do mesocarpo, que consiste na mucilagem aderida ao endocarpo. Begazo e Paula (1985) recomendam que as sementes permaneçam no tanque de fermentação por 12 horas.

Após a degomagem, as sementes devem ser secadas à sombra. Atualmente tem sido usado, para secagem de sementes de cafeeiro, o terreiro suspenso, que visa evitar a secagem em contato direto com o solo e o ataque de microrganismos (Chalfoun e Carvalho, 1997). Os mesmos autores afirmam que esse tipo de secador apresenta benefícios em relação ao terreiro tradicional nos aspectos de redução da mão-de-obra para a realização das operações de secagem, redução do tempo gasto para que a secagem se complete e também quanto à qualidade do produto final obtido.

2.2 Qualidade de sementes

A qualidade da semente é fator a ser considerado em qualquer programa de produção agrícola. A utilização de sementes de boa qualidade possibilita a obtenção de uma boa emergência e de plantas vigorosas e uniformes, com reflexos diretos na produtividade.

De acordo com Popinigis (1985), a qualidade da semente é o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que afetam a capacidade de originar plantas de alta produtividade. Segundo o mesmo autor, o nível de qualidade fisiológica das sementes é avaliado por dois parâmetros fundamentais: viabilidade e vigor.

A viabilidade é medida pelos testes de germinação e tetrazólio, que determinam a porcentagem de germinação sob condições favoráveis de umidade e temperatura. Esses testes freqüentemente não oferecem uma idéia satisfatória da emergência no campo, e em determinadas situações podem superestimá-la. Toma-se necessário, então, o uso de testes de vigor, que mais se assemelham às condições de campo, para se ter uma idéia do real "comportamento" da semente no campo (Carvalho e Nakagawa, 1986).

Para Bewley e Black (1985), a avaliação da qualidade das sementes durante o armazenamento tem sido realizada por meio dos testes fisiológicos

(germinação e vigor) e pelas observações de alterações bioquímicas ou metabólicas (respiração, atividade enzimática, variações nas substâncias de reserva e nas organelas do sistema de membranas).

De acordo com Brandão Júnior (1996), um bom indicativo da perda de qualidade seria a avaliação da atividade de enzimas específicas. Chauhan, Gopinathan e Babu (1985) avaliaram proteínas e enzimas (esterases, fosfatase ácida e glutamato oxaloacetato transaminase) em sementes secas e germinadas de soja e cevada submetidas ao envelhecimento acelerado, por meio de eletroforese. Os resultados indicaram que perfis eletroforéticos de proteínas e enzimas são específicos para as diferentes espécies; as bandas de proteínas e enzimas podem ser utilizadas como marcadores na estimativa da qualidade de sementes.

Nkang (1988), Basavarajappa, Shetty e Prakash (1991) e Jeng e Sung (1994) observaram, em sementes de *gukfoylia monostylis*, milho e amendoim, submetidas ao envelhecimento artificial, um declínio na atividade da peroxidase e de outras enzimas removedoras de peróxidos (superóxido dismutase, catalase e ascorbato peroxidase). Também Aguilar et al. (1991) afirmam que a perda da viabilidade de sementes é acompanhada por redução na capacidade de sintetizar proteínas devido ao declínio de componentes como ribossomos, RNA mensageiro, alterações na tradução e transcrição, com o envelhecimento das sementes.

Para Delouche (1968), Abdul-Baki e Anderson (1972), Anderson e Baker (1983), a deterioração de sementes é definida como toda e qualquer transformação degenerativa de origem bioquímica, física ou fisiológica. Trata-se de um processo contínuo e progressivo, sendo mínimo na maturidade. É variável entre as espécies, entre lotes de sementes da mesma espécie e entre sementes do mesmo lote.

A extensão das mudanças que ocorre durante o processo depende principalmente do período de tempo e das condições de armazenamento, podendo resultar na redução da emergência final e baixo desenvolvimento das plantas no campo (Bingham, Harris e McDonald, 1994).

A exata causa da perda de viabilidade de sementes ainda não está bem estabelecida. Segundo Villiers (1973), a perda da viabilidade de sementes no armazenamento é causada pela inabilidade dos sistemas de reparo para operar em tecidos com baixo conteúdo de água. Durante a deterioração, o primeiro componente da qualidade de sementes que é perdido é o vigor, sendo seguido pela perda da capacidade de germinação e finalmente a morte (Matthews, 1985 e Trawatha, Tekrony e Hildebrand, 1995).

Para Basavarajappa, Shetty e Prakash (1991), as primeiras mudanças que afetam a qualidade das sementes têm sido atribuídas a vários processos bioquímicos, como denaturação de biomoléculas e acumulação de substâncias tóxicas, em adição à queda da integridade de membranas. Deficiências na integridade de membranas podem ser manifestadas pela quebra da permeabilidade celular, resultando em um aumento da lixiviação de eletrólitos (De Paula et al., 1994, citados por De Paula et al. 1996). Para Parrish e Leopold (1978), mudanças deletérias em membranas explicam o aumento da lixiviação de solutos, acompanhando a embebição de sementes de soja envelhecidas.

Na presença de oxigênio, o envelhecimento de sementes é, muitas vezes, associado com peroxidação de ácidos graxos polinsaturados (Harrington, 1973; Stewart e Bewley, 1980; Wilson Júnior e McDonald Júnior, 1986; Hendry et al., 1992; Hendry, 1993). O processo pelo qual os radicais livres se formam pela atividade metabólica da célula é consequência da reação de lipídios estruturais (lipídios que compõem a membrana celular), principalmente os polinsaturados, com o O_2 , resultando em radicais livres e peróxidos instáveis, razão pela qual esse processo é designado peroxidação de lipídios (Vieira e Carvalho, 1994). A

notas
luis

destruturação dos sistemas de membranas seria consequência do ataque aos constituintes químicos das membranas pelos radicais livres (Scandalios, 1993). As membranas celulares, de acordo com descrição de Bewley (1986), são constituídas de uma camada dupla de moléculas de lipídios, às quais se associariam, interna e externamente, moléculas de proteínas. A camada dupla age como uma barreira à difusão geral de materiais para o interior e o exterior das células e organelas, além de proporcionar um meio adequado para que proteínas mensageiras transmembranas funcionem. Essa camada é composta por ácidos graxos saturados e insaturados. RL.

A taxa da reação de peroxidação dos lipídios é grandemente acelerada por uma classe de enzimas chamada lipoxigenases, as quais são encontradas em sementes de várias espécies, especialmente soja (Tappel, 1962 citado por Wilson Júnior e McDonald Júnior, 1986). Os produtos de hidroperóxidos, formados pela ação da lipoxigenase nos ácidos graxos polinsaturados ou triglicerídeos, podem ser decompostos em ácidos, cetonas, aldeídos ou outras substâncias formadas durante o processamento ou armazenamento (St. Angelo, Kuck e Ory, 1979).

Cherry (1983) e St. Angelo e Ory (1983) mostraram que muitas enzimas de sementes têm atividades similares com aquelas de fungos patogênicos, contribuindo ativamente para a deterioração de sementes. Khan et al. (1996) relataram que a peroxidação de lipídios afeta consideravelmente a integridade de membranas, exercendo um importante papel na deterioração, e reduz a longevidade de sementes armazenadas sob condições naturais.

Um modelo de peroxidação de lipídios para deterioração de sementes foi proposto por Wilson Júnior e MacDonald Júnior (1986), segundo os quais um fluxo de radicais livres conduz a um constante aumento nos níveis de ácido-graxo-hidroperóxido em sementes deterioradas. Esse modelo explica o aumento da taxa de deterioração à alta pressão de oxigênio, o efeito protetor de

antioxidantes e a tendência de sementes oleaginosas, em particular, para deteriorar rapidamente.

2.3 Armazenamento

As sementes são classificadas quanto ao seu comportamento, durante o armazenamento, em ortodoxas e recalcitrantes (Roberts, 1973). Ortodoxas são aquelas sementes que desenvolvem tolerância à dessecação durante sua formação, sofrendo secagem substancial na fase final do desenvolvimento, suportando secagem adicional, após a qual sobreviverão por tempo considerável. Sementes recalcitrantes são aquelas que permanecem metabolicamente ativas durante o desenvolvimento, continuando a acumular matéria seca, havendo alguma queda no conteúdo de água, mas não um declínio significativo e encerramento do metabolismo com a secagem, como ocorre com sementes ortodoxas. De acordo com Berjak e Pammenter (1997), estas espécies também não suportam resfriamento.

De acordo com Roberts (1973), as sementes de cafeeiro são inseridas na categoria de recalcitrantes. Em trabalhos mais recentes, Ellis, Hong e Roberts, 1990), Hong e Ellis (1995) classificaram o café como pertencente a uma categoria intermediária de sementes, que resistem à dessecação a baixos conteúdos de água (6 a 12%), mas são sensíveis ao resfriamento no estado desidratado. Variações quanto ao comportamento durante o armazenamento foram observadas entre espécies do gênero *Coffea*, havendo espécies com comportamento recalcitrante e intermediário (Hong e Ellis, 1995). Essas variações também foram observadas quanto ao grau de tolerância à dessecação (Dussert et al., 1998).

A viabilidade de sementes de cafeeiro é seriamente comprometida após seis meses da colheita dos frutos. Um dos principais problemas enfrentados pelos viveiristas é a manutenção da qualidade das sementes durante o

armazenamento (IBC, 1981). Para Dias e Barros (1993), essa rápida perda da viabilidade limita a semeadura a um curto espaço de tempo, concentrando a obtenção das mudas em épocas que nem sempre são as mais apropriadas para o plantio, podendo trazer algumas dificuldades, inclusive na formação de eventuais estoques reguladores de sementes.

Segundo Miranda (1987), o estágio ideal das mudas para o plantio é de três a cinco pares de folhas com a idade de seis a oito meses, devendo-se realizar o plantio das mesmas nos meses de outubro-novembro. O mesmo autor afirma que o ideal seria que a semeadura de um viveiro se processasse durante os meses de janeiro, fevereiro e março, uma vez que no período de inverno o desenvolvimento das mudas é retardado. Isso, portanto, é dificultado, pois de acordo com Guimarães (1995), os frutos se concentram no estágio cereja a partir dos meses de abril/maio, estando à disposição a partir de junho, e como o período de viabilidade é muito curto, isso obriga o viveirista a fazer a semeadura logo após a colheita.

Várias tentativas têm sido feitas visando encontrar condições que permitam prolongar a viabilidade das sementes de cafeeiro. O ambiente de armazenamento, bem como o conteúdo de água das sementes para o armazenamento, têm sido bastante estudados, porém os resultados nem sempre são coerentes.

Viabilidade e vigor de sementes são influenciados por vários fatores. Dentre eles destacam-se os fatores genéticos; efeitos de pré-colheita e maturação; fatores mecânicos; ambiente de armazenamento (particularmente temperatura e umidade); fatores intrínsecos (mudanças em macromoléculas e metabólitos essenciais, acumulação de substâncias tóxicas) e fatores patológicos (Smith e Berjak, 1995).

Miranda (1987) armazenou sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) variedade Catuai em diferentes embalagens e com diferentes graus de umidade e

concluiu que as umidades das sementes que permitiram uma maior conservação durante nove meses de armazenamento, em condições ambiente, foram de 9,9, 31,1 e 36,3%, na embalagem de saco de polietileno preto hermeticamente fechado. Nesse mesmo sentido, Miglioranza (1982), trabalhando com sementes de cafeeiro variedade Catuai, concluiu que para armazenar as sementes em condições de ambiente em embalagens hermeticamente fechadas, seria necessário que o teor de água das sementes estivesse entre 8 e 10%. Também Araújo (1988) obteve resultados semelhantes aos do último autor em relação ao teor da água ideal das sementes para o armazenamento em embalagens herméticas, embora o melhor tratamento tenha sido o acondicionamento das sementes com 48% de teor de água em embalagem permeável e em condições de laboratório (sem controle da temperatura e umidade relativa).

Hong e Ellis (1992) armazenaram 17 lotes de sementes de cafeeiro de nove cultivares às temperaturas entre -20 e +20°C, com teores de água situados entre 4 e 17%, em sacos com folha de papel alumínio. Os resultados obtidos permitiram concluir que para melhor conservação das sementes, a temperatura de armazenamento deve ser de 10°C e o conteúdo de água das sementes deve estar entre 10-11%, em equilíbrio com o ambiente em torno de 50% de UR, reforçando os resultados obtidos por Bendana (1962).

2.4. Sistemas de proteção contra peroxidação de lipídios

Como os radicais livres são naturalmente produzidos durante o metabolismo da planta, particularmente em cloroplastos e mitocôndrias (Halliwell, 1987; Puntarulo et al., 1991), as plantas são bem dotadas com moléculas antioxidantes e sistemas removedores. O assunto foi revisto por Burton e Ingold (1984), Halliwell (1987), Alscher (1989), Winston (1990). Moléculas removedoras incluem antioxidantes lipossolúveis (Tocoferol isômeros (Vitamina E), β -carotenos) e outros solúveis em água (ácido ascórbico

(vitamina C), glutathione). Tocoferóis são antioxidantes bloqueadores da peroxidação de lipídios.

Os sistemas de processamento enzimático de radicais livres incluem SOD (superóxido dismutase), que catalisa a dismutação do superóxido (O_2^-) em H_2O_2 e O_2 e aquelas enzimas que estão envolvidas na desintoxicação de H_2O_2 (isto é, catalase, glutathione reductase, ascorbato e outras peroxidases). Os sistemas enzimáticos estão provavelmente mais envolvidos em uma resposta antioxidativa inicial por neutralizar potencialmente o oxigênio tóxico ativado, formado durante condições de estresse.

Alguns estudos têm demonstrado a ligação entre tolerância ao estresse oxidativo induzido por deficiência de água, e o aumento em concentrações de antioxidante em plantas fotossintéticas (Price e Hendry, 1991; Winston, 1990) mas a função protetora de antioxidantes em sementes durante a dessecação ainda é pouco conhecida. Estudos relativos a essa função, realizados durante a germinação de sementes, mostraram que o mecanismo protetor contra o oxigênio ativado é predominantemente enzimático. O sistema inclui superóxido dismutase, catalase, peroxidase, glutathione reductase (Leprince et al., 1990; Puntarulo et al., 1991) e ascorbato peroxidase relacionadas ao sistema de reciclagem do ascorbato (Cakmak, Strbac e Marschner, 1993); sementes de todas as espécies mostram aumento na atividade enzimática associado com emergência de radícula. Segundo Jeng e Sung (1994), a presença da superóxido dismutase na semente seca pode ter papel chave na restrição de dano de peroxidação após a embebição de sementes. Isto é explicado porque sementes são inábeis para sintetizar ou ativar essa enzima eficientemente após embebição. Em sementes de milho, o metabolismo de glutathione e a atividade de superóxido dismutase e peroxidase são severamente prejudicados por um tratamento de dessecação imposto em radículas-protrundidas, intolerantes (Leprince et al., 1990; Leprince, 1992). Perda da viabilidade de sementes de girassol foi

associada com decréscimo na atividade de superóxido dismutase, catalase e glutathione redutase (Bailly, 1996). Kalpana e Madhava Rao (1994) observaram decréscimo na atividade da catalase em sementes envelhecidas de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). No entanto, Sung e Jeng (1994) não observaram nenhum decréscimo na atividade de catalase durante envelhecimento de sementes de amendoim, mas decréscimos foram observados para atividade da superóxido dismutase, peroxidase, ascorbato peroxidase e lipoxigenase com aumento da duração do envelhecimento. Ainda os mesmos autores explicam que a perda da atividade enzimática pode ter resultado da desnaturação de proteínas solúveis durante o envelhecimento. Um decréscimo da proteção enzimática contra o ataque oxidativo foi também associado à perda da viabilidade em sementes de castanha durante a secagem (Hendry et al., 1992). Estes autores descreveram dois modelos distintos para a resposta antioxidativa, conforme o tecido. Na secagem de cotilédones, os mecanismos de proteção foram principalmente enzimáticos, com alta atividade da superóxido dismutase e glutathione redutase; os eixos, entretanto, apresentaram altos níveis de moléculas antioxidantes de membrana e moléculas antioxidantes solúveis (tocoferol e ácido ascórbico, respectivamente).

A função de tocoferol em tolerância à dessecação e/ou perda de viabilidade está, todavia, até agora obscura. Concentrações de tocoferol em sementes de castanha decresceram durante a secagem e a perda de viabilidade, sugerindo uma ligação causal entre estes dois eventos (Hendry et al., 1992). Em sementes de soja germinando, a perda da tolerância à dessecação foi associada à diminuição de antioxidantes lipossolúveis, da mesma forma que membranas microsomais foram mais susceptíveis a injúrias de dessecação induzidas pela oxidação, como observado em estudos prévios "in vitro" (Senaratna, Mckersie e Stinson, 1985). Nessa pesquisa, Ramarathnam et al. (1986) observaram correlação positiva entre concentrações de um antioxidante fenólico não

caracterizado e a habilidade para germinação de sementes de duas cultivares de arroz, exibindo diferentes viabilidades durante o armazenamento, enquanto tocoferóis não mostraram qualquer correlação positiva. Semelhantemente, o padrão do metabolismo de tocoferol em radículas de plântulas de milho não mostrou qualquer evidência convincente de que a exaustão no suprimento deste antioxidante lipossolúvel foi a causa da perda de tolerância à dessecação (Leprince et al., 1990).

Chhetri, Rai e Bhattacharjee (1993) relataram que para aumentar a vida média de sementes durante o armazenamento, já são encontrados na literatura trabalhos utilizando alguns métodos físicos manipulativos, como irradiação com raio x, hidratação-desidratação, pré-tratamento das sementes com diversos químicos como fenóis, sais, ácidos orgânicos, hormônios e vitaminas.

Em alimentos, antioxidantes são largamente usados visando conservação. Essas substâncias podem ser sintéticas, como tert-butilhidroquinona, ou podem ser obtidas de fontes naturais (Armando, Salazar e Beatriz, 1998). Alguns trabalhos têm sido conduzidos buscando o efeito de antioxidantes naturais extraídos de sementes (Pereira e Mancini, 1994; Mehta, Zayas e Yang, 1994; Bocco et al., 1998), indicando que as sementes são fontes naturais de antioxidantes.

Os antioxidantes reduzem a velocidade de envelhecimento de sementes, indicando que alguns processos oxidativos são importantes na deterioração (Gorecki e Harman, 1987).

Kaloyereas (1958), citado por Wilson Júnior e MacDonald Júnior (1986), foi provavelmente o primeiro a sugerir que peroxidação de ácidos graxos polinsaturados pudesse ser correlacionada como sendo a causa primária da perda da viabilidade de sementes. Trabalhando com sementes de pinus, o autor demonstrou aumento da germinação em laboratório pelo tratamento de sementes antes do armazenamento com amido fosfato, que é um antioxidante.

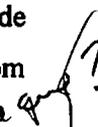
Kaloyereas, Mann Júnior e Miller (1961) usaram antioxidantes para preservação da viabilidade de sementes de cebola e quiabo. As sementes foram submersas por um minuto em solução 1% de amido fosfato ou emulsão 1% de tocoferol, em água com sal de alginato. Os autores concluíram, nesse trabalho, que a viabilidade de sementes de cebola e quiabo pode ser preservada por um longo tempo, à temperatura ambiente, pelo tratamento das sementes com amido fosfato e o tratamento com tocoferol foi menos benéfico. Entretanto, para Woodstock et al. (1983), a impregnação de sementes liofilizadas com α -tocoferol ou hidroxitolueno butilado (BHT) foi também relatada por aumentar armazenabilidade em sementes de salsa [*Petroselinum crispum* (Mill.) Nym. Ex A.W.Hill] e cebola.

Gorecki e Harman (1987) trabalharam com sementes de ervilha tratadas com antioxidantes para manutenção da viabilidade e vigor durante o envelhecimento. Sementes foram tratadas com antioxidantes α -tocoferol, hidroxianizole butilado (BHA), hidroxitolueno butilado (BHT) dissolvidos em acetona ou com antioxidantes (ácido ascórbico, cisteína, benzoato de sódio, tiosulfato de sódio, glutatona) dissolvidos em água. Os resultados obtidos revelaram que sementes tratadas com 1% de α -tocoferol mostraram maior viabilidade e vigor durante o período de envelhecimento, enquanto 0,1% de BHT também retardou a taxa de envelhecimento. Sementes tratadas com BHA ou com antioxidantes dissolvidos em água resultaram em pequeno ou nenhum aumento na armazenabilidade.

Priestley, McBride e Leopold (1980) pesquisaram o conteúdo de tocoferol durante o envelhecimento acelerado (40°C, 100% UR, quatro dias) e envelhecimento natural (frio e seco, 10 anos) em sementes de várias cultivares de soja. Mudanças no conteúdo de tocoferol não foram detectadas em qualquer dos sistemas, embora a germinação decrescesse em todas as cultivares, em porcentagens que variaram de cultivar para cultivar. Não foram detectadas

variações nas quantidades relativas dos vários homólogos de tocoferol. Os autores concluíram, nos resultados, conjugados com dados anteriores sobre estabilidade de ácidos graxos insaturados em sementes de soja, que é improvável que a peroxidação de lipídios tenha um papel significativo durante envelhecimento natural ou artificial nesta espécie.

Chhetri, Rai e Bhattacharjee (1993), trabalhando com sementes de feijão, lentilha, ervilha e milheto, observaram que o pré-tratamento de sementes dessas espécies com ácido ascórbico (1000 e 500 ppm) por 10 horas e o tratamento com vapor de óleo de manjerição por duas semanas, durante o envelhecimento acelerado, reduziram significativamente a perda da germinabilidade dessas sementes após o envelhecimento.

Wilson Júnior e McDonald Júnior (1986) relataram que o tratamento de sementes com antioxidantes poderia tornar-se um instrumento de pesquisa com grande potencial para aumentar o período de armazenabilidade das sementes. 

Não só métodos para a conservação de sementes de cafeeiro durante o armazenamento vêm sendo pesquisados, mas também métodos que possibilitem uma emergência mais rápida e um estande uniforme no campo. Tem-se estudado o uso de tratamentos pré-semeadura, que envolvam a promoção do início do metabolismo de germinação para melhorar o desempenho das sementes no campo.

Para obtenção de sementes envigoradas, alguns métodos têm sido estudados para sementes de café e outras espécies. Os métodos mais conhecidos são hidratação e desidratação, tratamento com materiais orgânicos ou sais e hormônios e embebição de sementes em uma solução osmótica.

Camargo et al. (1998), trabalhando com sementes de cafeeiro cultivar Acaiá, determinaram os efeitos de três métodos de condicionamento: imersão em água, imersão em solução de PEG 8000 e condicionamento em papel de filtro embebido em solução de PEG 8000, nos tempos de 3, 6 e 9 dias.

Concluíram que os métodos de condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro testados são menos efetivos quando as sementes apresentam níveis de qualidade fisiológica mais altos (86% de germinação). Ganhos significativos podem ser obtidos no vigor, proporcionados principalmente pelos tratamentos de imersão em água.

Aschermann-Koch, Hofmann e Steiner (1992) verificaram o aumento da qualidade de sementes de trigo antes e após o envelhecimento acelerado, com aplicação de tratamentos pré-semeadura em condições aeróbicas e anaeróbicas. Para esses tratamentos foram utilizadas soluções aquosas de etileno, fosfato disódico e ácido ascórbico, aliados ou não ao tratamento com o fungicida Thiram. Concluíram que a aplicação de etileno, fosfato disódico e ácido ascórbico, nas várias concentrações em solução aquosa, não teve efeito adicional na germinação e vigor de sementes de diferentes qualidades; entretanto, o tratamento aeróbico com Thiram após o pré-tratamento aumentou protrusão de radícula, comprimento de plântulas e matéria seca de raízes.

Jeng e Sung (1994), trabalhando com hidratação em vermiculita, de sementes de amendoim envelhecidas artificialmente, observaram restauração parcial da germinabilidade. Ainda esses autores observaram que a atividade de enzimas removedoras de peróxidos e enzimas do glioxissoma também foi aumentada pelo tratamento de hidratação.

Darlington, Vishnevetskala e Blake (1996) estudaram o efeito da aplicação de Ambiol (2-methyl-4-[dimethylaminomethyl]-5-hydroxy bezimida zole dihydrochloride), um composto químico que funciona como um antioxidante, no crescimento de plântulas de soja, colza, trigo e milho, sob condições de estresse hídrico ou não. Concluíram que o tratamento de sementes com ambiol aumentou o crescimento das plântulas das duas dicotiledôneas sob condições de estresse hídrico, quando comparadas com sementes não tratadas, e que o Ambiol reduziu o consumo de água em plantas sob estresse hídrico. Isso

sugere que antioxidantes podem reduzir a quantidade de irrigação requerida para o desenvolvimento das plântulas de dicotiledôneas.

Singh e Rao (1993), trabalhando com duas variedades de sementes de girassol, observaram que tratamentos de embebição dessas sementes com nitrato de potássio (500 ppm), nitrato de cobalto (500 ppm) e ácido ascórbico (200 ppm) promoveram maior porcentagem de germinação dessas sementes.

Da mesma forma, Raghuramulu-Y e Purushotham-K (1991) obtiveram germinação aumentada significativamente em sementes de cafeeiro tratadas com fosfato sódico dibásico (500 ppm) e EDTA di-sódio (1000 ou 2000 ppm), embebidas por 48 horas e secas até o peso original, com posterior semeadura. Os mesmos autores, em outro experimento, trabalhando com sementes de café robusta, relataram que sementes embebidas em Cycocel (250 ou 500 ppm) e EDTA di-sódio (2000 ppm), por 24 horas, apresentaram alta porcentagem de germinação após 30 dias de armazenamento.

El-Gindi, Atawia e Al Ariki (1991), estudando os efeitos imediatos de tratamentos de pré-embebição de sementes de cafeeiro com os produtos ácido giberélico (1500 ppm); benziladenina (50 ppm); ácido cítrico (15 ppm); EDTA (ácido etilenodiaminotetraacético- 100 ppm); sulfato de manganês (50 ppm); sulfato de zinco (50 ppm) e bórax (5 ppm), verificaram que sementes embebidas em EDTA, benziladenina, bórax e sulfato de zinco tiveram o número de dias para a emergência aumentado quando comparado com o das sementes embebidas em água à temperatura ambiente e água quente (40°C) por duas horas.

Assim, a viabilização do uso de substâncias antioxidantes visando a uniformização do estande e rapidez na emergência de plântulas no campo, bem como a conservação de sementes de cafeeiro, torna-se uma linha de pesquisa interessante, já que as sementes desse gênero são muito suscetíveis à oxidação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (MG). As sementes utilizadas foram de *Coffea arabica* L., cultivar Rubi, produzidas na Universidade Federal de Lavras, as quais foram colhidas manualmente no estádio cereja, eliminando-se os frutos provenientes das pontas dos ramos.

O despulpamento dos frutos foi realizado por meio de despulpador mecânico marca Pinhalense. As aplicações dos antioxidantes foram realizadas durante o processo de degomagem ou por meio de embebição de sementes secas. No primeiro caso, ou seja, durante o processo de degomagem, parte das sementes foi submersa em diferentes soluções, com os seguintes produtos e dosagens: solução de ácido ascórbico (2000 ppm), de EDTA - ácido etileno diamino tetra acético (2000 ppm), de suco de limão natural (25%), e como controle, parte das sementes foi imersa diretamente em água. As sementes permaneceram nessas soluções à temperatura de 30°C até a completa retirada da mucilagem, que ocorreu após 32 horas. Em seguida, a solução foi retirada e as sementes foram lavadas em água corrente por dez minutos. As sementes foram então secas ao sol, sobre sacos de plástico trançado, durante um dia, e depois levadas para terreiro suspenso à sombra, onde permaneceram até atingirem 10% de teor de água, sendo revolvidas, durante todo o período, 3 vezes ao dia. Durante esse período, foram registrados, em termohigrógrafo, os dados de temperatura e de umidade relativa (Tabela 3A).

No segundo caso, as sementes foram degomadas pelo processo convencional, submersão em água por 32 horas a 30°C. Em seguida foram secas à sombra em terreiro suspenso até o grau de umidade de 11,4%, o que ocorreu em 40 dias. Logo após, porções distintas destas sementes foram submersas por um período de 86 horas, em câmara de crescimento vegetal, com temperatura de

30°C, nas diferentes soluções: solução de ácido ascórbico (2000 ppm), de EDTA - ácido etileno diamino tetra acético (2000 ppm), de suco de limão natural (25%), e outra parte impregnada com solução de tocoferol diluído em óleo de soja (10.000 ppm), e como controle, parte das sementes foi imersa diretamente em água. Vencido o período de 86 horas, as sementes foram retiradas das soluções e em seguida secas ao sol por um dia para retirada da umidade superficial. Logo após, foram colocadas para secar em terreiro suspenso até atingirem 10% de umidade, o que ocorreu aos 30 dias. Durante os períodos de secagem, foram registrados, em termohigrógrafo, os dados de temperatura e de umidade relativa (Tabela 3A).

Foi determinado o pH das soluções utilizadas na degomagem, após 32 horas de imersão das sementes (Tabela 1A), e das soluções aplicadas em sementes secas, após 86 horas de embebição (Tabela 2A). Para a solução de tocoferol, não foi medido o pH.

Parte das sementes que foram imersas nas soluções, tanto na degomagem como após a secagem, depois de secadas, foram tratadas com a mistura dos fungicidas Captan 500 e Tecto 600 na dosagem de 300 g + 50 g, respectivamente, para cada 100 kg de sementes.

As sementes tratadas e não tratadas foram embaladas em saco de papel multifoliado e armazenadas sob condições ambiente na Usina de Beneficiamento de Sementes da Universidade Federal de Lavras, por um período de 8 meses, registrando-se, em termohigrógrafo, os dados de temperatura e de umidade relativa, durante o período de armazenamento (Tabela 3A).

As avaliações da qualidade fisiológica das sementes foram realizadas antes do armazenamento e após quatro e oito meses de armazenamento. Para a realização dos testes, foi retirado o endocarpo (pergaminho) das sementes, com exceção daquelas utilizadas para a determinação do grau de umidade.

3.1 Determinação do grau de umidade

Realizado com duas repetições de 20 g de sementes, por meio do método direto em estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

3.2 Teste de germinação

Foram avaliadas 200 sementes por tratamento, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes, tendo como substrato o rolo de papel umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em germinador tipo Biomatic a 30°C , por 30 dias, realizando-se a primeira contagem 15 dias após a semeadura, computando-se número de plântulas normais e sementes mortas. Vencidos os 30 dias, foi realizada nova avaliação, computando-se o número de plântulas normais, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Foram consideradas plântulas normais aquelas que apresentavam hipocótilo sem danos, raiz primária e raízes secundárias ou pêlos radiculares, e a metade do endosperma não danificado.

3.3 Velocidade de germinação

Foi realizado conjuntamente com o teste de germinação, sendo realizado contagens diárias (a partir do sétimo dia de semeadura) do número de sementes germinadas (protrusão radicular, mínimo de 1 mm de comprimento), até a completa estabilização.

O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com a fórmula de Maguirre (1962).

$$\text{IVG} = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

Onde:

IVG: índice de velocidade de germinação

G1, G2, ... Gn: número de sementes com radículas emergidas, observadas no intervalo da primeira contagem, segunda contagem, ..., última contagem;

N1, N2, ... Nn: número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

3.4 Emergência de plântulas

Quatro sub amostras de 50 sementes por tratamento foram colocadas para germinar em bandeja contendo areia + terra na proporção de 2:1, sob condições controladas de temperatura (30°C) e sob regime alternado de luz, com irrigação periódica. A partir da emergência das plântulas foram efetuadas avaliações diárias até a completa estabilização do estande. O índice de velocidade de emergência foi calculado seguindo critérios estabelecidos por Maguirre (1962).

$$IVE = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Onde:

IVE: índice de velocidade de emergência

G1, G2, ... Gn: número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem

N1, N2, ... Nn: número de dias de semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

Neste mesmo teste foram também efetuadas avaliações aos 45 e 60 dias após semeadura, computando-se o número de plântulas normais. Foram consideradas plântulas normais aquelas que estavam no estágio orelha de onça, ou seja, apresentavam folhas cotiledonares.

3.5 Comprimento de plântula, peso da matéria fresca e seca de plântulas

As plântulas do teste de emergência foram cortadas na região do coleto e medidas desta região até a inserção das folhas cotiledonares. Foram pesadas para obtenção do peso da matéria fresca e em seguida acondicionadas em saco de papel e colocadas em estufa de circulação de ar a 60°C, até a obtenção de peso constante (peso da matéria seca).

3.6 Condutividade Elétrica

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, que foram pesadas e a seguir colocadas em 75 ml de água destilada a 25°C por um período de 24 horas, quando foram feitas as leituras da condutividade elétrica em condutivímetro marca DIGIMED, modelo CD 21 A. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ segundo (Vieira e Carvalho, 1994).

3.7 Análise enzimática

A técnica de eletroforese foi utilizada para avaliação dos padrões isoenzimáticos das enzimas catalase, peroxidase, superóxido dismutase e da lipoxigenase.

Para análise eletroforética das isoenzimas foram utilizadas amostras de 100 sementes de cada tratamento, com duas repetições, liofilizadas e trituradas a frio em moinho refrigerado. O macerado obtido das sementes foi armazenado em deep freezer a - 86°C até a extração. A extração para catalase foi efetuada adicionando a 100 mg do macerado, 280 μL do tampão de extração (Tris HCl 0,2M, pH 8,0 + 0,1% de β mercaptoetanol, 0,4% PVP, 0,4% PEG, 1 mM EDTA). Para as enzimas peroxidase, superóxido dismutase e lipoxigenase, foi utilizado o tampão de extração (Borato de sódio 0,1M, pH 8,8 + 0,2% de β mercaptoetanol, 1 mM EDTA, 1mM DTT, 50mM Ácido ascórbico) e 100 mg do macerado obtido das sementes. O homogeneizado foi incubado em gelo por 1 hora e

centrifugado a 16000 xg a 4°C por 60 minutos. Posteriormente, 60 µL do sobrenadante de cada tratamento foram aplicados nos géis de poliacrilamida a 4,5% (gel concentrador) e 7,5% (gel separador). As corridas foram efetuadas a 150 volts por quatro horas. Após as corridas, os géis foram revelados para os sistemas isoenzimáticos, conforme a metodologia descrita por Alfenas et al., (1991).

3.8 Análise estatística

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado para os testes de germinação, condutividade elétrica e índice de velocidade de germinação e blocos casualizados para emergência em bandeja, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântula, peso da matéria fresca e seca de plântulas. O esquema fatorial foi $2 \times 4 \times 2 + 2$, sendo duas épocas de aplicação de antioxidantes (na degomagem ou após secagem), quatro soluções de tratamento (água, ácido ascórbico, EDTA, limão), dois tratamentos (tratadas e não tratadas com fungicidas), mais dois tratamentos adicionais: impregnação de sementes com tocoferol diluído em óleo de soja após secagem (tratadas ou não com fungicidas). As épocas de avaliação (antes do armazenamento, após quatro e oito meses de armazenamento) foram analisadas separadamente.

Os dados expressos em porcentagem de germinação foram transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$ para efetuar a análise estatística (Gomes, 1990).

A comparação entre as médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Influência da aplicação de antioxidantes sobre a viabilidade e vigor de sementes de cafeeiro.

4.1.1 Grau de umidade das sementes

Em média, o grau de umidade das sementes tratadas com a mistura de fungicidas foi de 11,0%, e para as sementes não tratadas, essa média ficou em torno de 10,4%. Esse ligeiro aumento (0,6%) no grau de umidade para as sementes tratadas foi devido à adição de água durante a execução do tratamento fungicida. Vale ressaltar que o menor valor observado foi de 9,9% (tocoferol), e o mais alto de 11,4% (água), estando, portanto, dentro da faixa em que Bendanã (1962); Miranda (1987); Miglioranza (1982); Araújo (1988); e Hong e Ellis (1992) obtiveram os melhores resultados para armazenamento de sementes de cafeeiro. Segundo esses mesmos autores, quando o grau de umidade das sementes variou entre 10 e 11%, foi proporcionada manutenção da viabilidade e vigor por um maior período de tempo.

4.1.2 Teste de germinação

Para o teste de germinação houve efeito significativo em resposta à aplicação das soluções e para a interação adicional vs fatorial e entre os adicionais (Tabela 4A). Pela Tabela 1, pode ser observado que a aplicação de limão propiciou maior porcentagem de plântulas normais, quando comparado à água, não diferindo, entretanto, dos tratamentos com soluções de ácido ascórbico e de EDTA. A solução de tocoferol propiciou uma menor porcentagem de germinação (70,7%) quando comparada à média dos outros tratamentos utilizados (81,6%).

TABELA 1 - Resultados médios de germinação (%) de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Soluções	Germinação (%)
Água	78,74 b
Ácido ascórbico	82,67 ab
EDTA	82,35 ab
Limão	82,73 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Esses resultados concordam com resultados obtidos por Gorecki e Harman (1987), em sementes de ervilha embebidas em água comparadas com sementes embebidas em ácido ascórbico diluído em água a 1,0% por 1,5 horas, não apresentaram diferenças significativas quanto à germinação.

Dentro do tratamento adicional (solução de tocoferol), houve efeito significativo do tratamento fungicida sobre a germinação. A porcentagem de germinação foi de 75% em sementes tratadas e de 65% em sementes não tratadas.

Em relação ao tocoferol sua função na perda de viabilidade ainda é obscura. Ramarathnam et al. (1986) não encontraram correlação positiva entre concentrações de tocoferóis e a habilidade para germinação de sementes de duas cultivares de arroz. Resultados obtidos com a aplicação da solução de tocoferol em sementes de cebola e quiabo (Woodstock, 1983), cebola e salsa (Kaloyereas, Mann Júnior e Miller, 1961) e ervilha (Gorecki e Harman, 1987) não indicaram efeito imediato significativo da aplicação exógena de tocoferol em relação à testemunha. Os solventes usados por esses autores para diluição do tocoferol foram água com sal de alginato e acetona. A utilização do óleo de soja como solvente, neste trabalho, pode ter provocado a redução na porcentagem de germinação, provavelmente devido ao impedimento da entrada de oxigênio na

semente por uma película que o solvente formou na superfície externa da mesma.

4.1.3 Índice de velocidade de germinação

Pelos resultados da Tabela 4A, observa-se que não houve diferenças significativas entre os valores analisados em fatorial e nem para o tratamento fungicida nas sementes impregnadas com tocoferol. Porém, o valor do índice médio de plântulas emersas por dia nos tratamentos em fatorial foi de 4,88 e o do tratamento adicional foi de 4,04, indicando que a aplicação da solução de tocoferol foi prejudicial às sementes, o que pode ser atribuído ao solvente utilizado, como explicado no item anterior. Os resultados obtidos nesse teste foram semelhantes aos obtidos no teste de germinação.

Esses resultados corroboram aqueles encontrados por Aschermann-Koch, Hofmann e Steiner (1992), segundo os quais o pré-tratamento anaeróbico de sementes de trigo com água deionizada, com ou sem adição de thiram ou etileno, fosfato disódico ou ácido ascórbico, não aumentou o vigor dessas. Esses resultados divergem daqueles obtidos por Singh e Rao (1993), segundo os quais o índice de velocidade de germinação foi superior para sementes de girassol tratadas com ácido ascórbico, na dosagem de 2000 ppm, quando comparado com os obtidos para sementes tratadas com água destilada.

4.1.4 Condutividade elétrica

Nesse teste, foi observado efeito significativo para métodos de aplicação e para as soluções utilizadas. Também foram significativas as interações métodos de aplicação x soluções, soluções x fungicida e fatorial vs adicional (Tabela 4A).

Não houve diferença nos tratamentos com água, ácido ascórbico e EDTA aplicados tanto na degomagem como em sementes secas (Tabela 2).

TABELA 2 - Resultados médios de condutividade elétrica em sementes de cafeeiro em diferentes soluções e métodos de aplicação. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Soluções	Métodos de aplicação	
	Na degomagem	Após a secagem
Água	7,33 a A	6,60 a A
Ácido ascórbico	7,16 a A	6,30 a A
EDTA	8,48 a A	8,37 b A
Limão	10,63 b A	33,83 c B
Médias	8,40	13,78

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas; não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Os maiores valores de condutividade foram obtidos com sementes secas e submetidas à solução de limão. Pelos resultados, pode-se inferir, também, que com exceção da solução de limão, nenhuma das outras soluções testadas propiciaram reparo ou desestruturação às membranas celulares de sementes de cafeeiro, em comparação aos tratamentos com água (Tabela 2). Apesar dos maiores valores de condutividade observados nos tratamentos com limão, no teste de germinação não foram detectados valores mais baixos para esse tratamento, indicando que não houve efeito negativo imediato do aumento de lixiviação sobre a viabilidade de sementes de cafeeiro. Esse efeito negativo só foi detectado pelos outros testes durante o armazenamento. O primeiro componente a ser perdido durante a deterioração de sementes é a integridade de membranas celulares (Delouche e Baskin, 1973); em função dessa desorganização das membranas celulares, as sementes sofrem um processo de redução e perda de vigor, fato esse diretamente relacionado com o aumento da quantidade de lixiviados liberados na água de embebição (Marcos Filho et al., 1990).

No tratamento com solução de limão (25%), houve maiores valores da condutividade elétrica, independentemente das sementes terem sido tratadas com fungicidas ou não (Tabela 3). Os outros tratamentos foram iguais entre si para sementes tratadas com fungicidas. Já em sementes não tratadas, maiores valores de lixiviação foram encontrados para as sementes imersas em suco de limão, seguido pelo EDTA. Ainda para sementes não tratadas, a imersão das sementes secas em água ou ácido ascórbico propiciou menor lixiviação, sendo estatisticamente iguais entre si, o que pode indicar que esses tratamentos foram eficientes em conter a desestruturação de membranas.

De maneira geral, o tratamento fungicida não influenciou nos resultados de condutividade elétrica. No entanto, nas sementes secas e imersas em solução de EDTA e não tratadas com fungicidas, foi observada maior lixiviação de exsudatos. O EDTA é um agente quelante de metais, o que pode ter provocado a maior lixiviação de exsudatos nesse tratamento, quando comparado à água e ácido ascórbico.

TABELA 3 - Resultados médios de condutividade elétrica em sementes de caféiro embebidas em diferentes soluções, submetidas ou não ao tratamento fungicida. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Soluções	Fungicida	
	Tratadas	Não tratadas
Água	7,02 a A	6,91 a A
Ácido ascórbico	7,08 a A	6,38 a A
EDTA	7,81 a A	9,04 b B
Limão	22,34 b A	22,12 c A
Médias	11,06	11,11

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Comparando a média dos valores de condutividade do tratamento adicional ($8,29 \mu S/cm/g$), correspondente à impregnação das sementes com tocoferol, com a média dos obtidos nos tratamentos em fatorial ($11,09 \mu S/cm/g$), observa-se que a condutividade elétrica do primeiro foi significativamente inferior. Nesse caso, o solvente apolar utilizado pode ter condicionado valores mais baixos na condutividade, limitando a lixiviação. Os valores de condutividade encontrados não são consistentes com aqueles observados nos outros testes para a avaliação da qualidade fisiológica, no caso da impregnação das sementes com solução de tocoferol, que se apresentou sempre inferior às demais soluções utilizadas.

Ainda se pode observar que a alta condutividade obtida quando se utiliza solução de limão pode ter influenciado sobremaneira nesse resultado, uma vez que a média do fatorial foi obtida com utilização dos valores observados em todos os tratamentos, exceto no tocoferol, não indicando, assim, que o tocoferol seja superior a todos os tratamentos utilizados.

4.1.5 Emergência de plântulas aos 45 dias após semeadura, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântula, peso da matéria fresca e seca de plântulas

Para o índice de velocidade de emergência, comprimento de plântula, peso da matéria fresca e seca de plântulas, foi observada significância para métodos de aplicação. Para peso da matéria seca, foi observado, ainda, efeito significativo para a interação entre fatorial vs adicional (Tabela 5A). Para o teste de emergência de plântulas aos 45 dias após semeadura, apesar da interação métodos de aplicação x soluções ter sido significativa no teste F, pelo teste de Tukey, essa significância ao nível de 5% de probabilidade não foi detectada.

Os resultados obtidos nos testes mencionados anteriormente permitiram verificar que as sementes secas e imersas em água e em soluções antioxidantes

apresentaram índices de qualidade superiores àqueles observados para as sementes submetidas a essas soluções na degomagem (Tabela 4).

TABELA 4 - Resultados médios de emergência de plântulas aos 45 dias após semeadura (EP 45D), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântula (C Plant), peso da matéria fresca (PF) e peso da matéria seca (PS) obtidos em sementes de cafeeiro imersas em soluções com diferentes métodos de aplicação. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Métodos de aplicação	Testes				
	EP 45D	IVE	C Plant	PF	PS
Na degomagem	78,14 b	1,21 b	3,11 b	11,48 b	2,68 b
Após a secagem	83,16 a	1,28 a	3,33 a	13,71 a	3,17 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Esses resultados podem indicar que houve melhor absorção e conseqüentemente proteção das sementes, quando foram expostas aos antioxidantes após secagem. O potencial hídrico das sementes secas é muito mais negativo que o das sementes na degomagem (sementes com mucilagem), o que pode ter contribuído para a melhor absorção dos antioxidantes, aliado ao fato de o tempo de exposição das sementes secas às soluções ter sido bem maior que o das sementes na degomagem.

Para peso da matéria seca de plântulas, a média do tocoferol foi de 3.31g vs 2.92g do fatorial, indicando que quando houve germinação, esse tratamento propiciou maior número de plântulas consideradas normais mais fracas, uma vez que o peso da matéria seca foi realizado sem retirada do endosperma, que permanece aderido à plântula mais fraca por um maior período de tempo.

4.1.6 Teste de emergência de plântulas (estande 60 dias)

Na Tabela 5A pode ser observado que os métodos de aplicação e as diversas soluções aplicadas às sementes influenciaram significativamente no número de plântulas normais obtido no teste de emergência de plântulas aos 60 dias. Diferenças significativas também foram observadas nas interações métodos de aplicação x soluções, métodos de aplicação x fungicida e métodos de aplicação x soluções x fungicida.

Pela Tabela 5 observa-se que para as sementes submetidas às soluções na degomagem e tratadas com fungicida, a utilização da solução de limão induziu a uma maior porcentagem de plântulas normais (87,50%), quando comparado a solução de ácido ascórbico (78,18%), não diferindo estatisticamente das soluções água e EDTA. No entanto, a imersão em solução de limão após secagem ocasionou perda na capacidade germinativa das sementes, destacando-se como o pior tratamento após a secagem. Isso pode ser devido à maior absorção dessa solução em sementes secas, promovida pelo potencial hídrico mais negativo destas, bem como a um maior tempo de exposição das mesmas às soluções. Essa maior absorção da solução de limão pode ter causado a desestruturação de membranas celulares das sementes, concordando com resultados obtidos no teste de condutividade elétrica, no qual a aplicação da solução de limão propiciou maior lixiviação de exsudatos.

Na comparação entre os métodos de aplicação, as sementes secas que foram imersas em água ou em EDTA apresentaram maiores valores de emergência. Neste caso, ao contrário do que ocorreu com as sementes imersas em solução de limão, essas sementes provavelmente tenham sido favorecidas pelo maior tempo de exposição nestas soluções e pelo potencial hídrico mais negativo das sementes secas.

TABELA 5 - Resultados médios de emergência de plântulas aos 60 dias após semeadura (%), obtidos em sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções e métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fungicida	Soluções	Métodos de aplicação		Médias
		Na degomagem	Após a secagem	
Tratada	Água	83,28 ab B	91,52 a A	87,40
	Ac. Asc.	78,18 b A	84,66 a A	81,42
	EDTA	81,22 ab B	89,28 a A	85,25
	Limão	87,50 a A	75,59 b B	81,55
Não tratada	Água	82,31 a A	85,04 a A	83,68
	Ac. Asc.	77,13 a B	88,04 a A	82,59
	EDTA	76,03 a B	90,83 a A	83,43
	Limão	78,61 a A	84,13 a A	81,37

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas para sementes tratadas ou não tratadas com fungicida, e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Quando a solução de limão foi aplicada na degomagem, os valores de emergência foram superiores aos daqueles observados em sementes secas e não houve diferença nos resultados obtidos com ácido ascórbico.

Para sementes não tratadas com fungicidas, não houve diferenças significativas entre as soluções utilizadas, mas com relação aos métodos de aplicação, observou-se que as soluções de ácido ascórbico e EDTA proporcionaram maiores valores de emergência de plântulas, quando aplicadas após a secagem. Não foi observada diferença significativa na emergência das plântulas quanto aos métodos de aplicação, quando as sementes foram tratadas com água e limão.

4.2 Influência da aplicação de antioxidantes sobre a viabilidade e vigor de sementes de cafeeiro, após quatro meses de armazenamento.

4.2.1 Grau de umidade

Após quatro meses de armazenamento, a média do grau de umidade das sementes foi de 14,3%, variando de 14,10% a 14,76% para os tratamentos analisados em fatorial, tanto para sementes tratadas como não tratadas com fungicidas.

Nas sementes impregnadas com tocoferol, os valores dos teores de água no equilíbrio higroscópico foram mais baixos (13,89 para não tratadas e 13,92 para tratadas com fungicida). Houve um aumento de cerca de 3,0% no grau de umidade das sementes durante o armazenamento. Esse ganho provavelmente foi devido à troca de vapor com o ambiente, que é permitida pelo tipo de embalagem semi-permeável utilizada. A umidade relativa do ar nesse período ficou situada na faixa de 68,8% (Tabela 3A) e a temperatura ficou em torno de 23,0 °C.

4.2.2 Teste de germinação

Pelo resumo da análise de variância, podem ser observadas diferenças significativas para métodos de aplicação, soluções e tratamento fungicida (Tabela 6A). Também foram significativas as interações métodos de aplicação x soluções e métodos de aplicação x fungicida, além do adicional vs fatorial.

Pode ser observado, pelos resultados da Tabela 6, que os valores de germinação das sementes imersas em água, ácido ascórbico e EDTA, na degomagem, foram iguais entre si e superiores aos resultados obtidos com a utilização de suco de limão.

TABELA 6 - Resultados médios (%) de germinação de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções e métodos de aplicação, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Soluções	Métodos de aplicação		Médias
	Na degomagem	Após a secagem	
Água	51,01 a B	57,80 b A	54,41
Ácido ascórbico	52,01 a B	63,56 ab A	57,84
EDTA	48,24 a B	65,83 a A	57,04
Limão	39,96 b B	50,00 c A	44,98
Médias	47,79	59,36	

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Após secagem, maiores valores de germinação foram observados para as sementes imersas em soluções de EDTA e ácido ascórbico e os menores valores foram observados em sementes imersas em solução de limão.

Com relação aos métodos de aplicação, foi observado que sementes imersas nas soluções testadas após a secagem apresentaram valores de germinação superiores àqueles obtidos na degomagem. Sementes imersas em tocoferol apresentaram 22,11% de plântulas normais no teste de germinação, sendo inferior à média do fatorial (53,57%). Pode-se observar, ainda, que houve efeito benéfico da imersão das sementes em qualquer das soluções após secagem em comparação com a utilização das mesmas soluções na degomagem. Esse resultado indica que a utilização desses antioxidantes em sementes secas de cafeeiro é promissora para conservação dessas durante o armazenamento. Esses resultados se assemelham aos obtidos por Raghuramulu-Y e Purushotham-k (1991), que obtiveram alta porcentagem de germinação em sementes de *Coffea canephora* embebidas em EDTA e Cycocel, após 30 dias de armazenamento. Da mesma forma, Chhetri, Rai e Bhattacharjee (1993) verificaram que sementes de

feijão, lentilha e milho, embebidas em solução de ácido ascórbico, tiveram a perda de germinabilidade bastante reduzida.

Com relação ao uso do tocoferol, foi observado um efeito prejudicial desse às sementes, uma vez que aos quatro meses de armazenamento, a média de germinação das sementes foi de 22,11%, enquanto a média do fatorial foi de 53,57%. Resultados semelhantes foram encontrados por Kaloyereas, Mann Júnior e Miller (1961), que verificaram que tocoferol diluído em água e sal de alginato diminuiu drasticamente a porcentagem de germinação após 75 dias de armazenamento para sementes de quiabo, quando comparado à testemunha não tratada. Esses resultados são divergentes daqueles obtidos por Woodstock et al. (1983) e Gorecki e Harman (1987), os quais observaram que sementes de salsa, cebola e ervilha, tratadas com tocoferol diluído em acetona, tiveram sua armazenabilidade aumentada em relação às testemunhas.

Quando foram comparados os métodos de aplicação, pode ser observado que a aplicação de água e solução contendo antioxidantes proporcionou ganhos na germinação de cafeeiro tanto para sementes tratadas como não tratadas com fungicida, sendo que esses ganhos foram menores quando as sementes foram tratadas (Tabela 7). Vale ressaltar, no entanto, o efeito benéfico da embebição, tanto em água quanto em antioxidantes, independente da semente ser ou não tratada após a secagem. Aschermann-Koch, Hofmann e Steiner (1992) mostraram que o tratamento das sementes com o fungicida Thiram, após o pré-tratamento com várias soluções, aumentou o vigor de sementes de trigo submetidas ao envelhecimento acelerado (45°C por quatro dias).

Baseados nos resultados obtidos no teste de germinação com sementes antes e após quatro meses de armazenamento, pode-se observar que houve redução na qualidade das sementes, apesar dos tratamentos a que foram submetidas. Verifica-se que para a imersão em água, ácido ascórbico ou EDTA, a redução da porcentagem de plântulas normais foi da ordem de 30,6% para

solução de limão 45,6%, e para o tratamento adicional, essa redução ficou em torno de 68,5%. Embora de modo geral a redução da qualidade tenha sido drástica durante o armazenamento, houve diferenças entre os tratamentos, sendo que a aplicação de limão e tocoferol foram inferiores às demais soluções. Ramarathnam et al. (1986) não observaram correlação positiva entre concentrações de tocoferóis e a habilidade para germinação de sementes de dois cultivares de arroz, exibindo diferentes viabilidades durante o armazenamento. Semelhantemente, o padrão do metabolismo de tocoferol em radículas de plântulas de milho não mostrou qualquer evidência convincente de que a exaustão no suprimento deste foi a causa da perda de tolerância à dessecação (Leprince et al., 1990).

Priestley, McBride e Leopold (1980), pesquisando conteúdo de tocoferol durante envelhecimento de sementes de soja, concluíram que é improvável que a peroxidação de lipídios tenha um papel significativo durante envelhecimento natural ou artificial dessas sementes.

TABELA 7 - Resultados médios (%) de germinação de sementes de cafeeiro imersas em soluções em diferentes métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fungicida	Métodos de aplicação		Médias
	Na degomagem	Após secagem	
Tratada	47,71 a B	56,48 b A	52,10
Não tratada	47,86 a B	62,21 a A	55,09
Médias	47,79	59,36	

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

4.2.3 Índice de velocidade de germinação

Pelo resumo da análise de variância (Tabela 6A), observa-se que houve efeito significativo das soluções, das interações métodos de aplicação x soluções e adicional vs fatorial.

Não foram observadas diferenças significativas na velocidade de germinação das sementes submetidas às diferentes soluções na degomagem. Já para sementes imersas em ácido ascórbico, água ou EDTA, após secagem foram observados valores superiores de germinação aos das sementes submetidas à solução de limão (Tabela 8).

Os métodos de aplicação não influenciaram a qualidade das sementes quando imersas em água, EDTA e limão. Já com relação à solução de ácido ascórbico, as sementes imersas após secagem apresentaram índice superior ao daquelas imersas na degomagem. A impregnação com solução de tocoferol proporcionou índice médio de velocidade de germinação de 2,89, sendo inferior à média dos tratamentos em fatorial (3,76).

TABELA 8 - Resultados médios de índice de velocidade de germinação de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções e métodos de aplicação, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Soluções	Métodos de aplicação		Médias
	Na degomagem	Após secagem	
Água	3,99 a A	3,78 ab A	3,89
Ácido ascórbico	3,63 a B	4,03 a A	3,83
EDTA	3,73 a A	3,89 a A	3,81
Limão	3,59 a A	3,45 b A	3,52
Médias	3,73	3,79	

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Esses resultados confirmam a tendência de melhor desempenho de sementes imersas em solução de EDTA e ácido ascórbico e de prejuízos a esse desempenho quando se utiliza limão e tocoferol já observado no teste de germinação.

4.2.4 Condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica detectou efeito significativo de métodos de aplicação, soluções, fungicida, das interações métodos de aplicação x soluções, métodos de aplicação x fungicida, do adicional vs fatorial e do tratamento fungicida dentro do adicional (Tabela 6A).

Na Tabela 9 pode-se observar que a solução de limão foi a que promoveu maior aumento da lixiviação nas sementes quando a aplicação foi efetuada após secagem, sendo que a condutividade para as outras soluções foram iguais entre si estatisticamente.

TABELA 9 - Resultados médios de condutividade elétrica de sementes de caféiro imersas em diferentes soluções e métodos de aplicação, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Soluções	Métodos de aplicação		Médias
	Na degomagem	Após secagem	
Água	12,99 a B	9,91 a A	11,45
Ácido ascórbico	13,05 a B	10,33 a A	11,69
EDTA	13,31 a A	12,13 a A	12,72
Limão	16,56 b A	35,31 b B	25,94
Médias	13,98	16,92	

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Em relação aos métodos de aplicação, os valores de condutividade das soluções referentes às sementes imersas em água ou ácido ascórbico, após secagem, foram menores em comparação com os das sementes imersas nas mesmas soluções na degomagem. Não houve diferença entre as épocas de aplicação quando se utilizou EDTA. Já as sementes secas, que foram imersas em solução de limão, apresentaram valores superiores de lixiviação quando comparados com a aplicação desta mesma solução na degomagem e também comparados com as demais soluções utilizadas. A aplicação dessa solução pode ter provocado desestruturação das membranas celulares, propiciando qualidade inferior às sementes, confirmada nos outros testes fisiológicos.

Apesar dos altos valores de condutividade nos exsudatos de sementes submersas em solução de limão, o que influenciou sobremaneira os valores médios do fatorial, os valores observados quando se utilizou tocoferol (16,49 μ S/cm/g) foram significativamente maiores que a média do fatorial (15,45 μ S/cm/g).

As sementes imersas nas várias soluções na degomagem e tratadas com fungicida apresentaram maior lixiviação que sementes não tratadas (Tabela 10). Já a tendência de maior lixiviação em sementes imersas nas soluções após a secagem, principalmente quando não tratadas, pode ser atribuída ao potencial hídrico mais negativo das sementes secas e também ao maior tempo de exposição às soluções, propiciando maior absorção das soluções contendo antioxidantes, que lixiviam posteriormente.

Após quatro meses de armazenamento, houve um aumento de lixiviação de exsudatos. Quando se utilizou água, ácido ascórbico ou EDTA, a condutividade ficou em torno de 61,9%, para limão 46,3% e para tocoferol 98,9%. A solução de limão parece impor deterioração nas membranas celulares das sementes de cafeeiro, já que os valores depreciativos deste tratamento, detectados no teste de condutividade elétrica, foram observados de forma

idêntica nos testes fisiológicos. Apesar da solução de limão proporcionar menor aumento de lixiviação que os tratamentos em fatorial, observa-se que a utilização dessa solução apresentou valores significativamente maiores de condutividade elétrica que as outras soluções testadas, antes do armazenamento.

TABELA 10 - Resultados médios de condutividade elétrica de sementes de cafeeiro imersas em soluções com diferentes métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fungicida	Métodos de aplicação		Médias
	Na degomagem	Após secagem	
Tratada	16,27 b A	17,69 a A	16,98
Não tratada	11,69 a A	16,15 a B	13,92
Médias	13,98	16,92	

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

4.2.5 Emergência de plântulas (estande 45 e 60 dias)

Diferenças significativas foram observadas para métodos de aplicação, soluções, fungicida e nas interações métodos de aplicação x soluções, soluções x fungicida, métodos de aplicação x soluções x fungicida, e ainda para adicional vs fatorial (Tabela 7A).

Na tabela 11 verifica-se que a porcentagem de plântulas normais emergidas (45 dias) foi similar para as soluções aplicadas em sementes na degomagem e tratadas com fungicida. Já a imersão das sementes em solução de limão após a secagem, tratadas com fungicida, apresentaram menor porcentagem de plântulas normais em comparação aos valores observados nos demais tratamentos.

TABELA 11 - Resultados médios de emergência de plântulas aos 45 dias após semeadura (%), obtidos em sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções e métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fungicida	Soluções	Métodos de aplicação	
		Na degomagem	Após secagem
Tratada	Água	5,92 a B	11,25 a A
	Ac. Asc.	4,88 a B	7,94 a A
	EDTA	6,00 a A	8,48 a A
	Limão	3,87 a A	0,50 b B
Não tratada	Água	3,87 a B	7,42 b A
	Ac. Asc.	4,88 a B	13,46 a A
	EDTA	0,50 b B	7,94 b A
	Limão	3,32 a A	0,00 c B

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas para sementes tratadas ou não tratadas com fungicida, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Sementes não submetidas ao tratamento fungicida e imersas nas soluções de EDTA, por ocasião da degomagem, foram as que originaram menor emergência de plântulas quando comparados aos demais tratamentos.

Sementes submetidas a imersão em solução de ácido ascórbico após secagem apresentaram maior porcentagem de plântulas normais em relação àquelas imersas em água ou EDTA, que por outro lado foram iguais entre si e superiores às submetidas à solução de limão.

As sementes impregnadas com tocoferol novamente mostraram resultados inferiores àquelas do fatorial, propiciando 0,98% de plântulas normais se comparados aos 5,6% obtidos no tratamento fatorial para emergência (45 dias).

Para estande aos 60 dias, os resultados foram similares ao estande aos 45 dias, diferindo apenas na comparação de sementes tratadas com fungicida após a

imersão nas diferentes soluções por ocasião da degomagem, quando as sementes imersas em solução de limão apresentaram os menores valores de emergência de plântulas (Tabela 12).

Sementes impregnadas com tocoferol apresentaram 0,98% de plântulas normais contra 6,24% obtidos nos tratamentos analisados em fatorial, reforçando os resultados observados anteriormente.

TABELA 12 - Resultados médios de emergência de plântulas aos 60 dias após semeadura (%), obtidos em sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções e métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fungicida	Soluções	Métodos de aplicação	
		Na degomagem	Após secagem
Tratada	Água	8,00 a B	12,33 a A
	Ac. Asc.	4,88 ab B	9,44 a A
	EDTA	6,47 ab A	8,48 a A
	Limão	3,87 b A	1,13 b B
Não tratada	Água	3,87 a B	7,42 b A
	Ac. Asc.	4,88 a B	15,90 a A
	EDTA	0,50 b B	8,87 b A
	Limão	3,87 a A	0,00 c B

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas para sementes tratadas ou não tratadas com fungicida, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Nessas duas determinações, houve uma redução em torno de 94% na porcentagem de plântulas normais após quatro meses de armazenamento, em relação aos resultados obtidos antes do armazenamento. Essa mesma redução foi observada nos testes de índice de velocidade de emergência, peso da matéria fresca e seca de plântulas. Bingham, Harris e McDonald (1994) afirmam que a

extensão das mudanças que ocorrem durante o processo deteriorativo depende principalmente do período de tempo e das condições de armazenamento, podendo resultar na redução da emergência final e baixo desenvolvimento das plantas no campo.

4.2.6 Índice de velocidade de emergência

Diferenças significativas foram observadas para métodos de aplicação, soluções, fungicida, para as interações métodos de aplicação x soluções, soluções x fungicida, métodos de aplicação x soluções x fungicida e adicional vs fatorial (Tabela 7A).

Por ocasião da degomagem, as diferentes soluções usadas na imersão das sementes não diferiram estatisticamente entre si, quando as sementes foram tratadas com fungicidas (Tabela 13). Já para as sementes imersas nas soluções após secagem, a utilização da água proporcionou maiores índices de velocidade de emergência, seguida de EDTA e ácido ascórbico. As sementes imersas em solução de limão foram as que apresentaram menores valores de germinação, confirmando os resultados anteriores.

Ainda para sementes tratadas, quando foram comparados os métodos de aplicação dentro de cada solução, foram observados maiores valores de velocidade de emergência em sementes imersas em água e ácido ascórbico após secagem. Para sementes imersas em solução de EDTA, não houve diferença entre os métodos de aplicação, já as sementes imersas em solução de limão na degomagem apresentaram valores superiores de velocidade de emergência aos daquelas imersas na mesma solução após secagem.

Quando o tratamento fungicida não foi utilizado, os resultados mostraram que sementes imersas em ácido ascórbico na degomagem apresentaram melhor desempenho que aquelas imersas em EDTA. Em sementes imersas nas soluções após secagem, o ácido ascórbico destacou-se como melhor

tratamento, seguido por água e EDTA. A imersão em solução de limão foi a que apresentou os melhores valores de índice de velocidade de emergência. Em relação aos métodos de aplicação, os resultados foram similares aos obtidos com sementes tratadas, exceto para EDTA, para a qual os maiores valores de emergência foram observados quando a imersão foi realizada após secagem.

TABELA 13 - Resultados médios de índice de velocidade de emergência de plântulas obtidas de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções e métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fungicida	Soluções	Métodos de aplicação	
		Na degomagem	Após secagem
Tratada	Água	0,08 a B	0,20 a A
	Ac. Asc.	0,07 a B	0,13 b A
	EDTA	0,09 a A	0,12 b A
	Limão	0,07 a A	0,02 c B
Não tratada	Água	0,06 ab B	0,11 b A
	Ac. Asc.	0,07 a B	0,22 a A
	EDTA	0,01 b B	0,14 b A
	Limão	0,05 ab A	0,00 c B

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas para sementes tratadas ou não tratadas com fungicida, e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

4.2.7 Comprimento de plântula

Para este teste foi detectada significância para soluções, tratamento fungicida, para a interação métodos de aplicação x soluções e para adicional vs fatorial (Tabela 7A).

Pelos resultados da Tabela 14, observa-se que a aplicação de água e ácido ascórbico durante a degomagem ou em sementes secas não influenciou no

comprimento das plântulas. No entanto, a utilização de EDTA após secagem resultou em maior comprimento de plântulas (3,03 cm) em relação àquelas imersas na mesma solução por ocasião da degomagem (2,24 cm).

A utilização da solução de limão na degomagem propiciou valores superiores de comprimento de plântula quando comparado àqueles obtidos com sementes imersas nessas soluções após secagem (Tabela 14), indicando que a maior absorção dessa solução pelas sementes secas prejudicou sua qualidade fisiológica, o que foi confirmado nos outros testes realizados. O tratamento fungicida das sementes proporcionou plântulas com comprimento médio de 2,81 cm, enquanto sementes não tratadas apresentaram em média 2,39 cm/planta.

A exemplo dos demais testes, foi verificado que a aplicação de tocoferol propiciou valores mais baixos de comprimento de plântula (2,03 cm) em relação à média dos tratamentos do fatorial (2,60 cm).

TABELA 14 - Resultados médios (cm) de comprimento de plântula obtidos de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções e métodos de aplicação, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Soluções	Métodos de aplicação		Média
	Na degomagem	Após secagem	
Água	2,90 a A	3,02 a A	2,96
Ácido ascórbico	3,15 a A	2,96 a A	3,06
EDTA	2,24 a B	3,03 a A	2,64
Limão	2,71 a A	0,78 b B	1,75
Média	2,75	2,45	

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Para esse teste, quando se comparam resultados obtidos antes e após quatro meses de armazenamento, observa-se uma redução de 22,7% no comprimento de plântulas após o armazenamento, independente dos tratamentos.

4.2.8 Peso da matéria fresca e seca de plântulas

Foram observadas diferenças significativas para métodos de aplicação, soluções, interação métodos de aplicação x soluções, métodos de aplicação x fungicida, soluções x fungicida, métodos de aplicação x soluções x fungicida e para adicional vs fatorial (Tabela 7A). Para peso de matéria fresca ainda foi significativo o fator fungicida.

O peso da matéria fresca de plântulas (Tabela 15) não diferiu significativamente em função das soluções usadas na degomagem das sementes que foram tratadas com fungicidas posteriormente. Já para sementes imersas em água após secagem, os valores de comprimento de plântula foram superiores àqueles obtidos pela imersão em ácido ascórbico e EDTA, os quais, por sua vez, foram superiores àqueles detectados quando se utilizou solução de limão. Os valores de peso da matéria fresca de plântulas provenientes de sementes imersas nas soluções após secagem foram superiores aos de sementes imersas em água, ácido ascórbico e EDTA na degomagem. No entanto, sementes embebidas na solução de limão após secagem apresentaram valores inferiores de peso de matéria fresca de plântulas em relação aos detectados por ocasião da degomagem.

Também não foram detectadas diferenças significativas entre os resultados de peso da matéria fresca de plântulas provenientes de sementes submetidas às diversas soluções na degomagem. Quando as sementes foram imersas nas soluções após secagem, o ácido ascórbico destacou-se, proporcionando valores superiores de peso da matéria fresca de plântula, seguido por água e EDTA. A imersão das sementes em solução de limão após a

degomagem propiciou os mais baixos valores para peso da matéria fresca das plântulas.

TABELA 15 - Resultados médios de peso da matéria fresca (g) de plântulas em sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções e métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fungicida	Soluções	Métodos de aplicação	
		Na degomagem	Após secagem
Tratada	Água	0,85 a B	1,78 a A
	Ac. Asc.	0,62 a B	1,28 b A
	EDTA	0,74 a B	1,15 b A
	Limão	0,65 a A	0,18 c B
Não tratada	Água	0,54 a B	0,95 b A
	Ac. Asc.	0,62 a B	2,14 a A
	EDTA	0,13 a B	1,35 b A
	Limão	0,40 a A	0,00 c B

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas para sementes tratadas ou não tratadas com fungicida, e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Para peso da matéria seca (Tabela 16), os resultados obtidos da comparação das diversas soluções dentro de cada método de aplicação foram similares aos observados em peso da matéria fresca para sementes tratadas e não tratadas, com exceção de sementes imersas após secagem e não submetidas ao tratamento fungicida, nas quais o ácido ascórbico foi superior ao EDTA, seguido pela água. Novamente a imersão das sementes em solução de limão propiciou os mais baixos valores.

TABELA 16 - Resultados médios de peso da matéria seca de plântulas (g) obtidos de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções e métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Fungicida	Soluções	Métodos de aplicação	
		Na degomagem	Após secagem
Tratada	Água	0,25 a B	0,55 a A
	Ac. Asc.	0,16 a B	0,36 b A
	EDTA	0,22 a A	0,29 b A
	Limão	0,20 a A	0,08 c A
Não tratada	Água	0,12 a A	0,25 c A
	Ac. Asc.	0,18 a B	0,66 a A
	EDTA	0,06 a B	0,45 b A
	Limão	0,12 a A	0,00 d A

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas para sementes tratadas ou não tratadas com fungicida, e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Comparando-se os métodos de aplicação dentro de cada solução usada, observou-se, para sementes tratadas, que a imersão em água e ácido ascórbico após secagem proporcionou maior peso da matéria seca de plântula que a imersão nas mesmas soluções por ocasião da degomagem. Já para solução de EDTA e suco de limão, foram detectadas, por esse teste, diferenças significativas entre os métodos de aplicação.

A imersão em ácido ascórbico e EDTA após secagem com o não tratamento da semente com fungicida propiciou valores de peso da matéria seca de plântula superiores àqueles detectados na degomagem. Quando água e solução de limão foram utilizadas, não foram detectadas diferenças significativas entre os métodos de aplicação, por esse teste.

Embora o nível de qualidade detectado pelos testes após quatro meses de armazenamento não ser aceitável para a utilização das sementes na formação de

mudas, alguns ganhos observados quando se utilizaram algumas soluções antioxidantes, principalmente a solução de ácido ascórbico ou EDTA, indicam que imersão em soluções contendo antioxidantes após a degomagem pode ser um fator importante como coadjuvante no armazenamento de sementes de cafeeiro.

4.3 Influência da aplicação de antioxidantes sobre a viabilidade e vigor de sementes de cafeeiro, após oito meses de armazenamento.

Nas sementes armazenadas por oito meses, somente foi determinado o grau de umidade das sementes e realizados o teste de germinação e a análise enzimática.

4.3.1 Grau de umidade

Foi observado que os valores dos graus de umidade aos oito meses de armazenamento foram semelhantes aos observados durante o início do armazenamento, havendo pequena diferença entre os diferentes tratamentos (10,5 a 11,0%). Essa diminuição do grau de umidade em relação aos resultados obtidos após quatro meses de armazenamento se deve à utilização de embalagem semi-perméavel, a qual permitiu trocas com o ambiente, resultando na variação do ponto de equilíbrio higroscópico de acordo com a temperatura e umidade ambiente.

4.3.2 Teste de germinação

Pelo teste de germinação, foi constatado que todas as sementes estavam mortas. Isso pode ser atribuído às condições de altas temperaturas e umidade relativa do ar durante o armazenamento (Tabela 3A).

4.4 Análise enzimática

Os perfis eletroforéticos da catalase (Figura 1) e superóxido dismutase (Figura 2) não revelaram influência das soluções contendo antioxidantes na atividade dessas enzimas, em nenhum dos tempos de armazenamento estudados, provavelmente devido à independência dos sistemas (enzimáticos e de antioxidantes) de proteção contra prejuízos por radicais livres descritos por Hendry et al. (1992). A utilização de soluções contendo antioxidantes para embebição de sementes de café parece não ter influenciado no sistema enzimático de proteção contra ataque oxidativo.

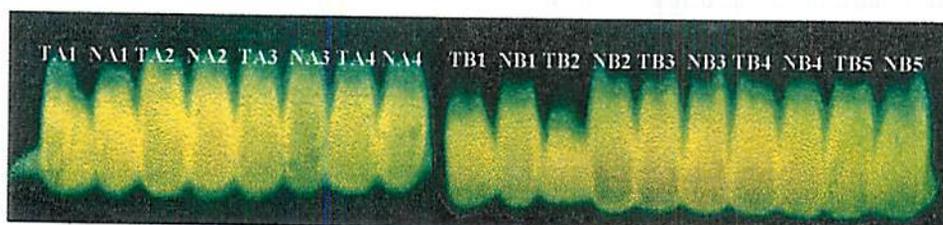
As enzimas peroxidase e lipoxigenase não apresentaram atividade, podendo esse fato dever-se à metodologia utilizada para extração dessas enzimas, uma vez que Brandão et al. (1999) indicaram a enzima peroxidase juntamente com catalase, esterase, fosfatase ácida e superóxido dismutase como marcadores fisiológicos da qualidade das sementes de café, utilizando de outra metodologia para extração dessas enzimas.

Pode ser observado, ainda, que houve um decréscimo na atividade da enzima superóxido dismutase ao longo do armazenamento (Figura 2); esse mesmo efeito não foi observado para a enzima catalase (Figura 1). Esses resultados na atividade da superóxido dismutase corroboram aqueles obtidos por Bailly et al. (1996), segundo os quais sementes de girassol envelhecidas apresentaram decréscimo da atividade da superóxido dismutase, catalase e glutathione redutase, associado a perda de viabilidade das sementes. Para atividade da catalase, os resultados obtidos são discordantes dos resultados de Bailly et al. (1996), Kalpana e Madhava Rao (1994), mas não discordam daqueles obtidos por Sung e Jeng (1994), que não observaram nenhum decréscimo na atividade de catalase durante envelhecimento de sementes de amendoim.

Antes do armazenamento



Após quatro meses de armazenamento



Após oito meses de armazenamento

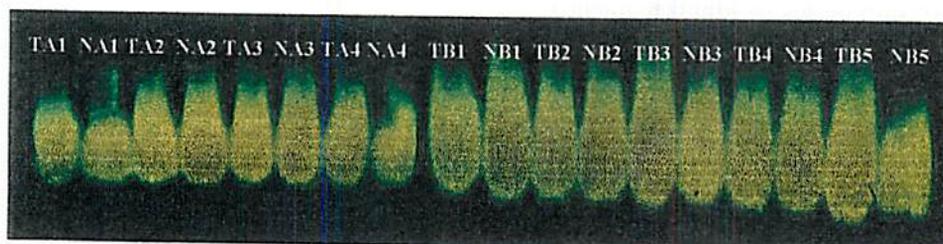
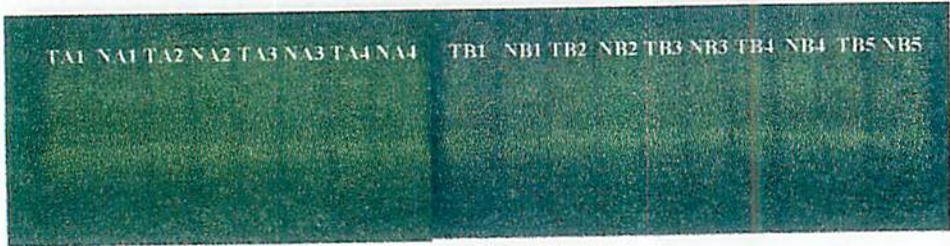


FIGURA 1 - Padrões isoenzimáticos de sementes de cafeeiro imersas em água (1), ácido ascórbico (2), EDTA (3), limão (4), tocoferol (5), na degomagem (A) ou após a secagem (B), submetidas ao tratamento fungicida (T) ou não (N), em diferentes tempos de armazenamento, reveladas para a catalase. UFLA, Lavras - MG, 2000.

Antes do armazenamento



Após quatro meses de armazenamento



Após oito meses de armazenamento

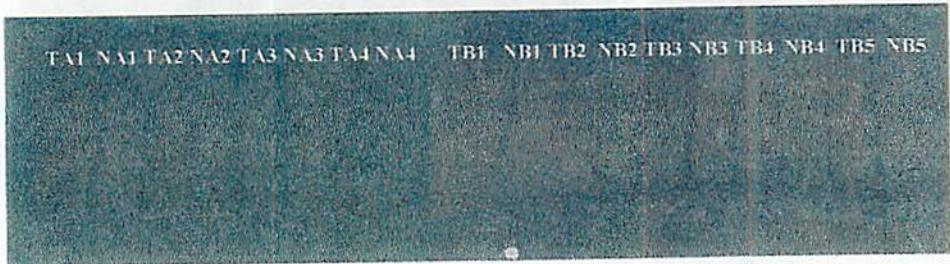


FIGURA 2 - Padrões isoenzimáticos de sementes de cafeeiro imersas em água (1), ácido ascórbico (2), EDTA (3), limão (4), tocoferol (5), na degomagem (A) ou após a secagem (B), submetidas ao tratamento fungicida (T) ou não (N), reveladas para a superóxido dismutase. UFLA, Lavras - MG, 2000.

5 CONCLUSÕES

- 1 O uso de soluções contendo antioxidantes na degomagem de sementes de cafeeiro não influencia a sua qualidade fisiológica.**
- 2 A imersão de sementes de cafeeiro em solução de ácido ascórbico e EDTA, após a secagem, contribui para melhorar o desempenho das sementes logo após a colheita e após quatro meses de armazenamento.**
- 3 A aplicação da solução de limão prejudica os sistemas de membranas das células das sementes.**

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados são promissores se considerarmos os incrementos conseguidos quando se utilizou EDTA e ácido ascórbico, de tal maneira que outras formas de aplicação, em outros momentos, podem ser testados.

A aplicação das soluções em sementes secas poderia ser complementada com a repetição da aplicação dessas no substrato para germinação.

O tocoferol poderia ser aplicado diluído em solventes orgânicos.

Avaliação da estruturação das membranas por microscopia ajudaria a confirmação dos resultados.

A avaliação da atividade da polifenol oxidase, bem como a quantificação do conteúdo dos compostos fenólicos, poderia também auxiliar na avaliação dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOSLOWSKI, T.T. (ed.) **Seed Biology**. New York: Academic Press, 1972. v.2, cap.4, p.283-315.
- AGUILAR, R.; REYMOSO, E.; ALBORES, M.; SANCHEZ-DE JIMENEZ, E. Changes in protein synthesis in embrionic axes after long term storage of maize seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.2, n.4, p.191-198, Dec. 1991.
- ALFENAS, A.C.; PETERS, I.; BRUCE, W.; PASSADOS, G.C. **Eletroforese de Proteínas e Isoenzimas de fungos e essências florestais**. Viçosa: UFV, 1991. 242 p.
- ALSCHER, R.G. Biosynthesis and antioxidant function of glutathione in plants. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.77, n.3, p.457-464, Sept. 1989.
- ANDERSON, J.D.; BAKER, J.E. Deterioration of seeds during aging. **Phytopathology**, St. Paul, v.75, n.2, p. 321-325, Feb. 1983.
- ARAÚJO, R.F. **Influência do teor de umidade, da embalagem e do ambiente de armazenamento na conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.)**. Viçosa: UFV, 1988. 56 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- ARMANDO, C.; SALAZAR, M.; BEATRIZ, N.P. Antioxidant activity of grapefruit seed extract on vegetable oils. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.77, n.4, p.463-467, Aug. 1998.
- ASCHERMANN-KOCH, C.; HOFMANN, P.; STEINER, A.M. Presowing treatment for improving seed quality in cereals. I. Germination and vigour. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.20, n.3, p.435-440, 1992.
- BAILLY, C.; BENAMAR, A.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Changes in malondialdehyde content and in superoxide dismutase, catalase e glutathione reductase activities in sunflower seeds as related to deterioration during accelerated aging. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.97, n.1, p.104-110, May 1996.

BASAVARAJAPPA, B.S.; SHETTY, H.S.; PRAKASH, H.S. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated ageing of maize seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.19, n.2, p.279-286, 1991.

BGAZO, I.C.H.O.; PAULA, J.F. de. Considerações sobre o preparo do café visando a melhoria da qualidade. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.11, n.126, p.76-78, jun. 1985.

BENDAÑA, F. E. Fisiología de los semillas de café. Problemas relativos al almacenamiento, café. *Turrialba*, Turrialba, v.4, n.15, p.99-106, 1962.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N.W. Progresse in the understanding and manipulation of desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds. p.689-703 In: ELLIS, R.M.; BLACK, M.; MURDOCH, A.J.; HONG, T.D. (eds) *Basic and applied aspects of seed biology*. Dordrecht: Kluweeer Academic Publishers, 1997. p.689-703.

BEWLEY, J.D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: MACDONALD JR., M.B., NELSON, C.J. (ed.) *Physiology of seed deterioration*, Madison, WI. EUA: Crop Science Society of America, 1986. p.27-45.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. Berlin: Springer-Verlag, 1978. v.1, 306p.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Seeds: Physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 1985. 367p.

BINGHAN, I.J.; HARIS, A.; MACDONALD, L. A comparative study of radicle and coleoptile extension en maize seedlings from aged and unaged seed. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.22, n.1, p.127-139, 1994.

* y BOCCO, A.; CUVELIER, M.E.; RICHARD, H.; BERSET, C. Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v.46, n.6, p.2123-2129, June 1998.

* x BRANDÃO JÚNIOR, D. da S. Eletroforese de proteína e isoenzima na avaliação da qualidade de sementes de milho. Lavras: UFLA, 1996. 110p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).

BRANDÃO JÚNIOR, D. da S.; VIEIRA, M. das G.G.C.; HILHORST, H.; BERNARDINO FILHO, J.R. Aquisição da tolerância à dessecação nos diferentes estádios de maturação de sementes de cafeeiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 3º, 1999, Londrina-PR. Programa e resumos...Londrina: UFPR/IAPAR, 1999. p.34.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília, 1992. 365 p.

BURTON, G.W.; INGOLD, K.U. β -carotene: an unusual type of lipid antioxidant. *Science*, Washington, v.224, n.4.649, p.569-573, May 1984

CAIXETA, I.F. Maturação fisiológica da semente do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo). Lavras: ESAL, 1981. 48p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).

†/ CAKMAK, I.; STRBAC, D.; MARSCHNER, H. Activities of hydrogen peroxide-scavenging enzymes in germinating wheat seeds. *Journal of Experimental Botany*, London, v.44, n.258, p.127-132, jan.1993.

CAMARGO, R. de. Condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras: UFLA, 1998. 108 p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. Vigor de sementes. In: CÍCERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, N.R. Atualização em produção de sementes. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p.207-223.

CHALFOUN, S.M.; CARVALHO, V.D. de. Colheita e preparo do café. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 49p. (Curso de Tutoria à Distância).

CHAUHAN, K.P.S.; GOPINATHAN, M.C.; BABU, C.R. Electrophoretic variations of proteins na enzymes in relation to seed quality. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.13, n.3, p.629-641, 1985.

CHERRY, J.P. Protein degradation during seed deterioration. *Phytopathology*, St. Paul, v.73, n.2, p.317-321, Feb. 1983.

CHHETRI, D.R.; RAI, A.S.; BHATTACHARJEE, A. Chemical manipulation of seed longevity of four crop species in an unfavourable storage environment. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.14, n.2, p.269-300, 1993.

- DARLINGTON, A.; VISHNEVETSKAIA, K.; BLAKE, T.J. Growth enhancement and antitranspirant activity following seed treatment with a derivative of 5-hydroxybenzimidazole (Ambiol) in four drought-stressed agricultural species. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.97, n.2, p.217-222, June 1996.
- DELOUCHE, J.C. Physiology of seed storage. In: CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 23., 1968, Washington. *Proceedings...* Washington: American Seed Trade Association, 1968. p. 83-90.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.1, n.2, p. 427-452, 1973.
- DE PAULA, M.; PÉREZ-OTAOLA, M.; DARDER, M.; TORRES, M.; FRUTOS, G.; MARTÍNEZ-HONDUVILLA, C.J. Function of the ascorbate-glutathione cycle in aged sunflower seeds. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.96, n.4, p.543-550, April 1996.
- DIAS, M. C. L. de L.; BARROS, A. S. do R. Conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) em diferentes embalagens. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v.15, n.2, p.197-202, 1993.
- DUSSERT, S.; CHABRILLANGE, N.; ENGELMANN, F.; ANTHONY, F.; LOUARN, J.; HAMON, S. Cryopreservation of seeds of four coffee species (*Coffea arabica*, *C. costatifructa*, *C. racemosa* e *C. sessiflora*): importance of water content and cooling rate. *Seed Science Research*, Wallingford, v.8, p.9-15, 1998.
- EL GINDI, F.M.; ATAWIA, A.A.R.; AL ARIKI, A.N. Germination of *Coffea arabica* seeds in response to some pre-sowing seed treatments. *Annals of Agricultural Science*, v.29, n.4, p.1679-1690, 1991. CD-ROM. CAB Abstracts 1/91-1/92.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. *Journal of Experimental Botany*, London, v.41, p.1167-1174, 1990.
- GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

- GOECKI, R.J.; HARMAN, G.E. Effects of antioxidants on viability and vigour of ageing pea seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, v;15, n.1, p.109-117, 1987.
- GUIMARÃES, R.J. Formação de mudas de cafeeiro: (*Coffea arabica L.*): efeitos de reguladores de crescimento e remoção do pergaminho na germinação de sementes e do uso de N e K em cobertura, no desenvolvimento de mudas. Lavras: UFLA, 1995. 133 p. (Tese-Doutorado em Fitotecnia).
- HALLIWELL, B. Oxidative damage, lipid preoxidation and antioxidant protection in chloroplasts. *Chemistry and Physics of Lipids*, Limerick, v.44, p.327-340, 1987.
- HARRINGTON, J.F. Biochemical basis of seed longevity. *Seed Science and Tecnology*, Zürich, v.1, n.2, p.453-461, 1973.
- HENDRY, G.A.F. Oxygen, free radical processes and seed longevity. *Seed Science Research*, Wallingford, v.3, p.141-153, 1993.
- HENDRY, G.A.F.; FINCH-SAVAGE, W.E.; THORPE, P.C.; ATHERTON, N.M.; BUCKLAND, S.H.; NILSSON, K.A.; SEEL, W.E. Free radical processes and loss of seed viability during desiccation in the recalcitrant species *Quercus robur L.* *The New Phytologist*, London, v.122, n.2, p.273-279, Oct. 1992.
- HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Interspecific variation in seed storage behaviour within two genera - *Coffea* and *Citrus*. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.23, p.165-81, 1995.
- HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Optimum air-dry seed storage environments for arabica coffee. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.20, n.3, p.547-560, 1992.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. *Cultura do café no Brasil: manual de recomendações*, 4. ed. Rio de Janeiro, 1981. 504 p.
- JENG, T.L.; SUNG, J.M. Hydration effect on lipid peroxidation and peroxide scavenging enzymes activity of artificially age peanut seed. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.22, n.3, p.531-539, 1994.

- KALOYEREAS, S.A.; MANN JR., W.; MILLER, J.C. Experiments in preserving and revitalizing pine, onion, and okra seeds. **Economic Botany**, New York, v.15, n.3, p.213-217, July/Sept. 1961.
- KALPANA, R.; MADHAVA RAO, K.V. Absence of the role of lipid peroxidation during accelerated ageing of seeds of pigeonpea (*Cajanus cajan* [L.] Millsp). **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.2, p.253-260, 1994.
- KHAN, M.M.; HENDRY, G.A.F.; ATHERTON, N.M.; VERTUCCI WALTERS, C.W. Free radical accumulation and lipid peroxidation in test as of rapidly aged soybean seeds: a light - promoted process. **Seed Science Research**, Wallingford, v.6, n.3, p.101-107, Sept. 1996.
- LEPRINCE, O.; DELTOUR, R.; THORPE, P.C.; ATHERTON, N.M.; HENRY, G.A.F. The role of free radicals and radical processing systems in loss of desiccation tolerance in germinating maize (*Zea mays* L.). **New Phytologist**, London, v.116, n.3, p.573-580, Nov. 1990.
- LEPRINCE, O.; VAN DER WERF, A.; DELTOUR, R.; LAMBERS, H. Respiratory pathways in germinating maize radicles correlated with desiccation tolerance and soluble sugars. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.84, p.581-588, 1992.
- MAGUIRRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, Mar./Apr. 1962.
- MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. da; NOVENBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Estudo comparativo de métodos para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p. 1805-1815, dez. 1990
- MATTHEWS, S. Physiology of seed ageing. **Outlook on Agriculture**, Grã-Bretanha, v.14, n.2, p.89-94, 1985.
- MEHTA, R.L.; ZAYAS, J.F.; YANG, S.S. Ajowan as a source of natural lipid antioxidant. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v.42, n.7, p.1420-1422, July 1994.

- MIGLIORANZA, E. Conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí) com diferentes teores de umidade, armazenadas em embalagens hermeticamente fechadas. Piracicaba: ESALQ, 1982. 60p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- MIRANDA, J.M.M. Estudo de alguns fatores que influenciam a duração da viabilidade de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí). Lavras: ESAL, 1987. 60 p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).
- NKANG, A. Some aspects of the biochemical basis of viability of loss in stored gukfoylia monostylis seeds. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.16, n.2, p.247-260, 1988.
- PARRISH, D.J.; LEOPOLD, A.C. On the mechanism of aging in soybean seeds. *Plant Physiology*, Rockville, v.61, n.3, p.365-368, Mar. 1978.
- ✂ PEREIRA, R.B.; MANCINI FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante em sementes de frutas cítricas. *Ciência e Tecnologia de alimentos*, Campinas, v.14, n.2, p.160-167, jul/dez. 1994.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da Semente*. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- PRICE, A.H.; HENDRY, G.A.F. Iron-catalyzed oxygen radical formation and its possible contribution to drought damage in nine native grasses and three cereals. *Plant, Cell and Environment*, Oxford, v.14, p.477-484, 1991.
- ✂ PRIESTLEY, D.A., McBRIDE, M.B.; LEOPOLD, C. Tocopherol and organic free radical levels in soybean seeds during natural and accelerated aging. *Plant Physiology*, Rockville, v.66, n.4, p.715-719, Oct. 1980.
- PUNTARULO, S.; GALLEANO, M.; SANCHEZ, R.A.; BOVERIS, A. Superoxide anion and hydrogen peroxide metabolism in soybean embryonic axes during germination. *Biochimica et Biophysica Acta*. v.1074, p.277-283, 1991.
- RAGHURAMULU, Y.; PURUSHOTHAM, K. Effect of pre-storage and mid-storage treatments on the germination of coffee seeds. *Journal of Coffee Research*, v.21, n.1, p.42-51, 1991. CD-ROM. CAB Abstracts 1/91-1/92.

- X RAMARATHNAM, N.; OSAWA, T.; NAMIKI, M.; TASHIRO, T. Studies on the relationship between antioxidative activity of rice hull and germination ability of rice seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.37, n.8, p.719-726, Aug. 1986.
- RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO, 1986, Poços de Caldas. Anais...Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p. 13-85.
- ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n. 3, p.499-514, 1973.
- SCANDALIOS, I.G. Oxygen stress and superoxide dismutases. **Plant Physiology**, Rockville, v.101, n.1, p.7-12, Jan. 1993.
- SENARATNA, T.; MCKERSIE, B.D.; STINSON, R.H. Simulation of dehydration injury to membranes from soybean axes by free radicals. **Plant Physiology**, v.77, n.2, p.172-174, Feb. 1985.
- SINGH, B.G.; RAO, G.R. Effect of chemical soaking of sunflower (*Helianthus annuus*) seed on vigour index. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v.63, n.4, p.232-233, Apr. 1993.
- SMITH, M.T. ; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored Desiccation-Tolerant and Desiccation-Sensitive seeds. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed Development and Germination**, New York: Marcell Dekker, 1995. p.701-746.
- St. ANGELO, A.J.; KOCK, J.C.; ORY, R.L. Role of lipoxygenase and lipid oxidation in quality of oil seeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.27, n.2, p.229-234, Mar./Apr. 1979.
- St. ANGELO, A.J.; ORY, R.L. Lipid degradation during seed deterioration, **Phytopathology**, St. Paul, v.73, n.2, p.315-317, Feb. 1983.
- STEWART, R.R.C.; BEWLEY, J.D. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. **Plant Physiology**, Rockville, v.65, n.2, p.245-248, Feb. 1980.
- SUNG, J.M.; JENG, T.L. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated aging of peanut seed. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.91, n.1, p.51-55, May 1994.

- TRAWATHA, S.E.; TEKRONY, D.M.; HILDEBRAND, D.F. Seed Physiology, Production & Technology. Relationship of Soybean Seed Quality to Fatty Acid and C₆ Aldehyde Levels during Storage. *Crop Science*, Madison, v.35, n.5, p. 1415- 1422, Sept./Oct. 1995.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. de. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.
- VILLIERS, T.A. Ageing and the longevity of seeds in field conditions. In: HEYDECKER, W. (ed.), *Seed ecology*, London, 1973. 578p.
- WILSON JÚNIOR, D.O.; MACDONALD JÚNIOR, M.B. The lipid peroxidation model of seed ageing. *Seed Science and Technology*, Zürich, v.14, n.2, p.269-300, 1986.
- WINSTON, G.W. Physiochemical basis for free radical formation in cells: production and defenses. In: ALSCHER, R.G.; CUMMING, J.R. (Eds) *Stress responses in plants: adaptation and acclimation mechanisms*. New York: Wiley-Liss, 1990. p.57-86.
- WOODSTOCK, L.W.; MAXON, S.; FAUL, K.; BASS, L. Use of freeze-drying and acetone impregnation with natural e synthetic anti-oxidants to improve storability of onion, pepper, and parsley seeds. *Journal of the American Society Horticultural Science*, Alexandria, v.108, n.5, p.692-696, Sept. 1983.

ANEXOS

	Página
TABELA 1A. Valores de pH das soluções em que as sementes foram degomadas, medição realizada após 32 horas de imersão. UFLA, Lavras - MG, 2000.....	67
TABELA 2A Valores de pH das soluções em que as sementes foram imersas após secagem, medição realizada após 86 horas de imersão. UFLA, Lavras - MG, 2000.....	67
TABELA 3A Dados médios de temperatura e umidade relativa do ar durante o período de junho/98 a abril/99, em armazém convencional da Unidade de Beneficiamento da Universidade Federal de Lavras. UFLA, Lavras-MG, 2000.....	68
TABELA 4A Resumo da análise de variância dos dados obtidos no teste de germinação (TG), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE) de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções com diferentes métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida. UFLA, Lavras- MG, 2000.....	69

TABELA 5A	<p>Resumo da análise de variância dos dados obtidos no teste de germinação (TG), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), emergência 45 dias (EP 45D), emergência de plântulas aos 60 dias (EP 60D), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântula (C Plant), peso da matéria fresca (PF), peso da matéria seca (PS) de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções com diferentes métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida. UFLA, Lavras- MG, 2000.....</p>	70
-----------	---	----

TABELA 6A	<p>Resumo da análise de variância dos dados obtidos no teste de germinação (TG), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE) de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções com diferentes métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras- MG, 2000.....</p>	71
-----------	---	----

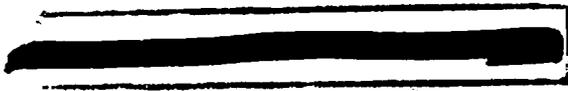


TABELA 7A **Resumo da análise de variância dos dados obtidos no teste de emergência de plântulas aos 45 dias (EP 45D), emergência de plântulas aos 60 dias (EP 60D), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântula (C Plant), peso da matéria fresca (PF), peso da matéria seca (PS) de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções com diferentes métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, após quatro meses de armazenamento. UFLA, Lavras- MG, 2000.....** **72**

TABELA 1A - Valores de pH das soluções em que as sementes foram degomadas, medição realizada após 32 horas de imersão. UFLA, Lavras-MG, 2000

Soluções	pH
Água	3,88
Ácido Ascórbico	3,70
EDTA	4,11
Limão	2,47

TABELA 2A - Valores de pH das soluções em que as sementes foram imersas após secagem, medição realizada após 86 horas de imersão. UFLA, Lavras-MG, 2000

Soluções	pH
Água	5,06
Ácido Ascórbico	3,67
EDTA	4,26
Limão	2,58

TABELA 3A - Dados médios de temperatura e umidade relativa do ar durante o período de junho/98 a abril/99, em armazém convencional da Usina de Beneficiamento de Sementes da Universidade Federal de Lavras. UFLA, Lavras-MG, 2000.

Data	Temperatura			Umidade		
	Mês/ano	Mínima	Máxima	Média	Mínima	Máxima
06/98	14,7	21,6	18,0	55,0	83,7	69,0
07/98	15,2	24,4	19,8	41,2	81,0	61,1
08/98	17,2	26,0	21,7	47,0	83,8	68,3
09/98	18,6	27,7	23,3	43,6	83,1	62,7
10/98	18,2	24,9	20,7	58,2	87,6	72,9
11/98	18,9	25,8	22,3	55,2	87,0	71,1
12/98	21,4	29,5	25,5	49,9	86,1	68,0
01/99	21,2	29,2	25,1	49,1	85,0	67,1
02/99	21,1	29,5	25,3	52,6	88,6	70,6
03/99	20,5	28,0	24,3	51,5	87,0	69,3
04/99	19,0	27,6	23,2	49,2	85,4	67,3

TABELA 4A - Resumo da análise de variância dos dados obtidos das avaliações de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções com diferentes métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, pelos testes de germinação (TG), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE). UFLA, Lavras-MG, 2000.

FV	GL	Quadrados médios		
		TG	IVG	CE
Métodos de aplicação (M)	1	18,384ns	0,036ns	462,411**
Soluções (S)	3	31,368*	0,243ns	891,493**
Fungicida (F)	1	33,179ns	0,207ns	0,038ns
M x S	3	23,679ns	0,029ns	565,074**
M x F	1	15,434ns	0,124ns	0,399ns
S x F	3	24,131ns	0,051ns	2,737*
M x S x F	3	13,968ns	0,055ns	0,566ns
Adicional	1	78,327**	0,082ns	0,026ns
Adicional vs Fatorial	1	502,686**	5,133**	55,672**
ERRO	54	9,178	0,091	0,887
CV (%)		4,75	6,29	8,74

* e ** Teste F significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente
 ns Teste F não significativo a 5% de probabilidade

TABELA 5A - Resumo da análise de variância dos dados obtidos das avaliações de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções com diferentes métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, pelos testes de emergência de plântulas aos 45 e 60 dias (EP 45D e EP 60D), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântula (C Plant), peso da matéria fresca (PF) e seca (PS) de plântulas. UFLA, Lavras- MG, 2000.

F.V.	GL	Quadrados Médios					
		EP 45D ¹	EP 60D ¹	IVE	C Plant	PF	PS
Métodos de aplicação (M)	1	212,632**	321,573**	0,075*	0,777**	79,700**	3,739**
Soluções (S)	3	37,513ns	37,395*	0,011ns	0,020ns	1,745ns	0,098ns
Fungicida (F)	1	9,694ns	13,350ns	0,010ns	0,019ns	0,500ns	0,005ns
M x S	3	55,324*	98,126**	0,024ns	0,006ns	1,410ns	0,033ns
M x F	1	0,583ns	68,499*	0,019ns	0,007ns	0,331ns	0,005ns
S x F	3	13,066ns	13,026ns	0,003ns	0,017ns	1,406ns	0,011ns
M x S x F	3	47,793ns	54,844**	0,015ns	0,017ns	0,456ns	0,039ns
Adicional.	1	45,134ns	0,237ns	0,000ns	0,004ns	0,015ns	0,006ns
Adicional vs Fat.	1	52,270ns	32,297ns	0,020ns	0,006ns	0,212ns	1,070**
ERRO	51	18,398	10,503	0,011	0,011	1,233	0,060
CV (%)		6,70	4,88	8,51	3,22	8,83	8,26

1. Dados transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$

* e ** Teste F significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente
 ns Teste F não significativo a 5% de probabilidade

TABELA 6A - Resumo da análise de variância dos dados obtidos das avaliações de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções com diferentes métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, após quatro meses de armazenamento, pelos testes de germinação (TG), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE). UFLA, Lavras-MG, 2000.

F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		TG	IVG	CE
Métodos de aplicação (M)	1	710,316**	0,043ns	138,415**
Soluções (S)	3	186,550**	0,430**	786,934**
Fungicida (F)	1	47,051*	0,318ns	149,573**
M x S	3	28,188*	0,332*	446,716**
M x F	1	42,343*	0,010ns	37,058*
S x F	3	22,249ns	0,087ns	4,822ns
M x S x F	3	3,782ns	0,017ns	3,876ns
Adicional.	1	0,148ns	0,125ns	37,411*
Adicional vs Fatorial	1	2570,655**	5,509**	45,228*
ERRO	54	9,052	0,101	6,503
CV (%)		6,69	8,69	16,39

* e ** Teste F significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente
 ns Teste F não significativo a 5% de probabilidade

TABELA 7A - Resumo da análise de variância dos dados obtidos das avaliações de sementes de cafeeiro imersas em diferentes soluções com diferentes métodos de aplicação, submetidas ou não ao tratamento fungicida, após quatro meses de armazenamento pelos testes de emergência de plântulas aos 45 e 60 dias (EP 45D e EP 60D), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de plântula (C Plant), peso da matéria fresca (PF) e seca (PS) de plântulas. UFLA, Lavras- MG, 2000.

F.V.	GL	Quadrados Médios					
		EP 45D ¹	EP 60D ¹	IVE	C Plant	PF	PS
Métodos de aplicação (M)	1	96,339**	135,917**	0,045**	1,470ns	4,548**	0,444**
Soluções (S)	3	293,151**	301,185**	0,025**	5,717**	2,263**	0,174**
Fungicida (F)	1	72,002**	106,191**	0,004*	2,806*	0,311*	0,015ns
M x S	3	232,960**	234,598**	0,019**	5,346**	1,798**	0,158**
M x F	1	27,201ns	29,766ns	0,003ns	0,002ns	0,375*	0,043*
S x F	3	45,123**	54,969**	0,007**	1,310ns	0,688**	0,097**
M x S x F	3	34,008*	53,858**	0,006**	0,970ns	0,436**	0,057**
Adicional.	1	16,638ns	16,638ns	0,0003ns	2,000ns	0,034ns	0,003ns
Adicional vs Fat.	1	374,967**	449,210**	0,034**	4,354*	2,921**	0,251**
ERRO	51	8,056	7,717	0,001	0,656	0,071	0,009
CV (%)		23,30	21,66	32,43	30,97	33,95	40,68

1. Dados transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$

* e ** Teste F significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente
ns Teste F não significativo a 5% de probabilidade