

**ARMAZENABILIDADE DE SEMENTES DE
CAFEIRO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE
MATURAÇÃO E SUBMETIDAS A
DIFERENTES MÉTODOS DE SECAGEM**

ANDRÉ DELLY VEIGA

2005

ANDRÉ DELLY VEIGA

**ARMAZENABILIDADE DE SEMENTES DE CAFEIEIRO EM
DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E SUBMETIDAS A
DIFERENTES MÉTODOS DE SECAGEM**

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. Dr Renato Mendes Guimarães

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

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

Veiga, André Delly

Armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes
estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem /
André Delly Veiga. -- Lavras : UFLA, 2005.

60 p. : il.

Orientador: Renato Mendes Guimarães

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Café. 2. Semente. 3. Armazenamento. 4. Secagem. 5. Estádios de
maturação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.7368

ANDRÉ DELLY VEIGA

**ARMAZENABILIDADE DE SEMENTES DE CAFEIEIRO EM
DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E SUBMETIDAS A
DIFERENTES MÉTODOS DE SECAGEM**

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 23 de fevereiro de 2005

Dra. Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa

Embrapa Café

Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva

UFLA

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães

DAG/UFLA

(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

Aos meus familiares, amigos e
minha namorada Patrícia,
OFEREÇO.

Aos meus pais Delly e Beth e
meu irmão Adriano,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, especialmente o Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Prof. Renato Mendes Guimarães, pela orientação e confiança durante a realização do trabalho.

À Pesquisadora da Embrapa Café, Sttela Dellyzte Veiga Franco da Rosa, minha tia, pela orientação e dedicação.

À Profª. Édila Vilela de Resende Von Pinho, pelas valiosas contribuições.

À Doutora Solange Carvalho Barrios Roveri José, pelo auxílio nas análises eletroforéticas.

Ao Prof. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva, do Departamento de Ciências Florestais, pelo auxílio e orientação nos trabalhos com a enzima endo- β -mananase.

Ao Professor Ruben Delly Veiga, meu pai, pelas inúmeras contribuições.

Aos demais professores do Setor de Sementes, João Almir de Oliveira e Maria Laene Moreira de Carvalho, pela amizade.

Às funcionárias do Laboratório de Sementes da UFLA, Dona Elza, Elenir, Andréa e Dalva, pela disponibilidade e atenção durante a realização do curso.

Ao bolsista de iniciação científica Luiz Hildebrando de Castro Silva e demais alunos do setor de sementes, pela ajuda.

A todos os meus amigos dos Setores de Sementes e Cafeicultura e demais colegas de Pós-graduação, pelo companheirismo durante a realização dos trabalhos.

MUITO OBRIGADO !

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Sementes de cafeeiro.....	3
2.2 Germinação de sementes de cafeeiro.....	4
2.3 Longevidade e deterioração de sementes de cafeeiro.....	7
2.4 Tolerância à dessecação.....	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Localização do experimento.....	14
3.2 Colheita e preparo das sementes.....	14
3.3 Métodos de secagem empregados.....	14
3.4 Avaliações.....	15
3.4.1 Protrusão radicular.....	15
3.4.2 Teste de germinação.....	15
3.4.3 Matéria seca de plântulas.....	16
3.4.4 Índice de velocidade de emergência.....	16
3.4.5 Teste de condutividade elétrica.....	17
3.4.6 Análise eletroforética de proteínas resistentes ao calor.....	17
3.4.7 Atividade da enzima endo- β -mananase.....	18
3.5 Procedimento estatístico.....	19

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Protrusão radicular.....	21
4.2 Teste de germinação.....	24
4.3 Matéria seca de plântulas.....	28
4.4 Índice de velocidade de emergência.....	32
4.5 Teste de condutividade elétrica.....	36
4.6 Análise eletroforética de proteínas resistentes ao calor.....	39
4.7 Atividade da enzima endo- β -mananase.....	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
6 CONCLUSÕES.....	46
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
ANEXOS.....	56

RESUMO

VEIGA, André Delly. **Armazenabilidade de sementes de cafeeiro colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a diferentes métodos de secagem**. 2005. 60 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O momento da colheita e os métodos de secagem podem influenciar a qualidade de sementes de cafeeiro durante o armazenamento. Portanto, este trabalho foi realizado com o objetivo de estabelecer os efeitos do estágio de maturação e do método de secagem sobre a qualidade fisiológica e a armazenabilidade de sementes de cafeeiro. Os ensaios foram realizados nos Laboratórios de Análise de Sementes e Eletroforese do Departamento de Agricultura da UFLA. Os frutos da cultivar Rubi foram colhidos, despulpados, desmucilados por fermentação a 30^oC, por 24 horas e as sementes lavadas e deixadas sobre papel para retirada da água superficial. As sementes foram submetidas à secagem convencional (à sombra) e secagem em secador estacionário à temperatura de 35°C. Como testemunha foram analisadas sementes sem secagem. As avaliações foram feitas imediatamente após os tratamentos de secagem e após quatro e oito meses de armazenamento. As sementes foram armazenadas a 10°C em embalagens plásticas e herméticas. Foram realizados os testes de germinação, de protrusão radicular, de matéria seca de plântulas, de índice de velocidade de emergência, de condutividade elétrica, além de análises eletroforéticas de proteínas resistentes ao calor e quantificação da atividade da enzima endo-β-mananase. O delineamento foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 (estádios de maturação) x 3 (secagens) x 3 (tempo de armazenamento), com 4 repetições. No geral, as sementes submetidas à secagem perderam vigor e viabilidade, principalmente quando colhidas no estágio verde-cana, tendo a secagem em secador se mostrado mais prejudicial à qualidade fisiológica das sementes. A presença ou intensidade de bandas de proteínas resistentes ao calor estavam associadas à secagem das sementes. A atividade da enzima endo-β-mananase foi maior em sementes colhidas no estágio cereja do que em sementes colhidas no estágio verde-cana. Houve um aumento da atividade da enzima na medida em que se aumentou o período de armazenamento.

* Comitê Orientador: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães - UFLA (Orientador), Profa. Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho – UFLA.

ABSTRACT

VEIGA, André Delly. **Storability of coffee seeds harvested at different maturation stages and submitted to different drying methods.** 2005. 60 p. Dissertation (Master's degree in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil*.

The harvesting time and drying methods may influence the quality of coffee seeds during storage. Thus, this work was conducted with the objective of understand the effects of maturation stages and drying methods on the physiological quality and storability of coffee seeds. The experiments were performed at the Seed Analysis and Electrophoresis Laboratory of the Department of Agricultural of UFLA. The fruits of the cultivar Rubi were harvested, depulped and the mucilages removed by fermentation at 30°C for 24 hours and the seeds washed and let on paper for removal of the water. The seeds were submitted to conventional drying (under shade) and drying in stationary drier at temperature of 35°C. As a control, seeds with no drying were analyzed. The evaluations were done soon after the drying treatments and after four and eight months of storage. The seeds were stored at 10°C in air-tight plastic packages. The germination test, radicle protrusion, seedling dry matter, emergence index speed, electric conductivity, electrophoresis analyses of heat-resistant proteins and quantification of endo- β -mannanase activity were the parameter evaluated. The design was completely randomized with 2 (maturation stages) x 3 (dryings) x 3 (storage time) factorial scheme with four replications. In general, the seeds submitted to drying lost vigor and viability, mainly when harvested in the stage characterized as green-cane, the fast drying showed to be harmful to the physiologic quality of seeds. The presence or the intensity of the bands of heat-resistant proteins was associated with drying of seeds. The activity of endo- β -mannanase was higher in seeds harvested at the cherry stage than in seeds harvested at the green-cane stage. There was an increase in the endo- β -mannanase activity as the storage period increased.

* Guidance Committee: Dr. Renato Mendes Guimarães - UFLA (Major Professor), Profa. Dra. Édila Vilela de Rezende Von Pinho – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O setor cafeeiro possui reconhecida importância, por ter sido uma das principais alavancas no processo histórico brasileiro, alocando recursos que, dessa forma, impulsionaram a industrialização e o crescimento do Brasil. São gerados, ainda, por meio dessa cultura, 8,4 milhões de empregos diretos e indiretos (Conab, 2003).

Durante vários anos, o café vem sendo um dos produtos agrícolas de maior importância no quadro de exportações do Brasil. De todo o café exportado no mundo, o Brasil responde por 28% do café em grão e por 44% do café solúvel (Agronegócio, 2004). A movimentação de recursos da cafeicultura, cerca de US\$1,3 bilhão com a exportação no ano de 2003 de 26 milhões de sacas de café, vem contribuir, juntamente com os demais produtos agrícolas, para a manutenção do superávit da balança comercial brasileira (ABIC, 2004; ICONNE, 2005).

Das espécies do gênero *Coffea* existentes, duas são comercialmente exploradas. O *Coffea arabica* L. é a mais plantada no Brasil, colocando o país na posição de maior produtor dessa espécie, além de apresentar uma bebida de qualidade superior. A outra espécie é o *Coffea canephora* Pierre, que é plantada em menor escala em território brasileiro. No mundo, 70% do café comercializado são da espécie arábica e apenas 30% do canephora (Rena et al., 1994).

A propagação do cafeeiro arábica por meio de mudas, oriundas de sementes, ainda é muito utilizada. No entanto, a germinação de sementes de cafeeiro é lenta e desuniforme, além de apresentar baixa tolerância à dessecação e baixo potencial de armazenamento. Essas condições limitam a oferta de sementes com qualidade para a formação de mudas em épocas de clima

mais apropriado à implantação da cultura. Sabe-se que é altamente desejável a redução do tempo para a obtenção de mudas visando o bom estabelecimento do estande e a redução da porcentagem de replantio. A produção de mudas uniformes e bem desenvolvidas e em tempo hábil é um dos principais entraves à formação e estabelecimento da lavoura cafeeira

Portanto, uma constante busca da pesquisa é a obtenção de sementes de melhor qualidade, seja por meio do aprimoramento de técnicas de produção, colheita, secagem e de processamento ou por meio de metodologias apropriadas ao armazenamento de sementes de cafeeiro. No entanto, apesar dos esforços dos pesquisadores, as causas da germinação lenta ou da baixa armazenabilidade das sementes de cafeeiro continuam ainda obscuras.

Para a produção de sementes é recomendada a colheita dos frutos no estágio cereja (Finch Savage, 1996). No entanto, por meio de pesquisas tem sido observado que sementes de cafeeiro adquirem a sua máxima capacidade germinativa quando os frutos atingem os estádios verde-cana e cereja e que sementes completamente maduras podem não ter o máximo vigor devido à provável iniciação do processo de germinação já no final da maturação (Farrant et al., 1988; Pammenter & Berjak, 1999).

Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a tolerância à dessecação e o potencial de armazenamento de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) colhidas nos estádios verde-cana e cereja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sementes de cafeeiro

O início da formação dos botões florais se dá em função da diferenciação das gemas das ramas axilares. Após sua formação, os botões florais entram em dormência verdadeira e permanecem neste estado durante o período seco. Para que ocorra a antese da flor há necessidade de aumento da temperatura e condições hídricas favoráveis. A partir daí acontece o início do desenvolvimento dos frutos, que termina com a maturação completa dos mesmos (Rena & Maestri, 1985).

O fruto da espécie *Coffea arabica* é uma drupa que contém dois lóculos e duas sementes, que são produzidas quando os frutos estão maduros. As sementes podem apresentar formato plano-convexas, elípticas ou ovais, e na face plana dessas sementes encontra-se um sulco longitudinal. As sementes de cafeeiro são constituídas de embrião, endosperma e um envoltório, também conhecido como película prateada ou espermoderma (Dedeca, 1957; Illy & Viani, 1995; Rena & Maestri, 1986). Essa película prateada possui 70 micras de espessura e é constituída de inúmeras células esclerenquimatosas dispersas em diversas direções, e a maioria delas se dispõem paralelamente à superfície da semente (Dedeca, 1957). O endosperma garante as reservas de energia necessárias nos processos de germinação e emergência, sendo composto basicamente de carboidratos (Silva, 2002). Já o embrião é a parte viva da semente, composto de radícula, hipocótilo e cotilédones (Costa, 2003).

2.2 Germinação de sementes de cafeeiro

O processo de germinação das sementes de cafeeiro ocorre de forma lenta e desuniforme. Essa lenta germinação permanece não elucidada, embora seja sempre evidenciada em estudos sobre aspectos fisiológicos desta espécie (Rosa, 2002). As prováveis causas desta demora no processo germinativo são relacionadas à presença do endocarpo, à presença de inibidores naturais como a cafeína (Pereira et al., 2001) ou ainda ao balanço hormonal (Válio, 1976).

A presença do endocarpo ou pergaminho nas sementes de cafeeiro faz com que haja o impedimento à absorção de água e O₂, havendo a necessidade de retirada do mesmo para acelerar o processo de germinação (Guimarães, 1995). Rena & Maestri (1986) também colocam que a presença de endocarpo em sementes, principalmente à baixa temperatura, atrasa a germinação.

O processo germinativo, do ponto de vista fisiológico, pode ser dividido em três fases: embebição, alongamento celular e divisão celular em tecidos. No entanto, por meio de uma classificação mais detalhada, agora no nível fisiobioquímico, o processo de germinação é dividido nas fases de reidratação, aumento da respiração, formação de enzimas, digestão enzimática de reservas, mobilização e transporte de reservas, assimilação metabólica e crescimento e diferenciação dos tecidos (Popinigis, 1985).

Bewley & Black (1994) propõem um padrão trifásico de absorção de água para as diferentes espécies. Na primeira fase, a absorção de água pelas sementes é rápida, devido à diferença de potencial matricial encontrada nos tecidos da semente. Nesta fase, até as sementes mortas absorvem água. Há também nesta fase a retomada do crescimento do embrião, motivada pelo início da degradação de reservas.

Já na fase II, há indicações de que esteja ocorrendo um transporte ativo de substâncias desdobradas na fase anterior, do tecido de reserva para o tecido meristemático. Nesta fase, os potenciais hídricos do substrato e das sementes

são semelhantes, fazendo com que a absorção de água seja quase nula. Neste momento, o teor de água das sementes endoespermáticas chega a valores entre 25% e 30% e para as cotiledonares entre 35% a 40% (Bewley & Black, 1994).

No final da fase II, há acréscimo repentino do teor de água das sementes, chegando as sementes endoespermáticas a possuírem valores de 35% a 40% e as cotiledonares entre 50% a 60%.

A fase III é caracterizada pela germinação visível e pelo início do crescimento do eixo embrionário. Porém, para chegar à protrusão, mudanças no nível bioquímico acontecem, ou seja, as substâncias desdobradas na fase I e transportadas na fase II são reorganizadas em substâncias mais complexas que formam o citoplasma, o protoplasma e as paredes celulares (Bewley & Black, 1994).

Em sementes de cafeeiro, a primeira fase ocorreu durante os três primeiros dias de embebição. Após 5 dias de embebição, há uma maior entrada de água nas células e, conseqüentemente, o crescimento do embrião ocorre até a protrusão da radícula. Aos 15 dias de embebição, a maioria das sementes mostrou protrusão radicular (Silva, 2002).

A causa da lenta e desuniforme germinação das sementes de cafeeiro pode estar relacionada ao estágio de maturação dos frutos, aos mecanismos que regem o processo de maturação e aos processos de pós-colheita, como secagem e armazenamento, fato já observado para outras espécies (Bewley & Black, 1994).

Sementes de cafeeiro possuem um alto conteúdo dos polissacarídeos celulose e hemicelulose (Wolfson & Patin, 1964, citados por Silva, 2002), sendo que as principais hemiceluloses são mananas e galacto-mananas insolúveis, as quais possuem 2% de galactose (Bewley & Black, 1994). Segundo Silva (2002), estes polissacarídeos, os quais geralmente são depositados como fonte de reserva na semente, são degradados no momento da germinação

pela ação de enzimas, incluindo endo- β -mananase, β -manosidase, galactosidase e celulase, resultando no enfraquecimento das paredes celulares do endosperma. Este pesquisador, estudando os mecanismos e regulação do processo de germinação nas sementes de cafeeiro, constatou que a atividade da enzima endo- β -mananase ocorreu primeiramente na região de protrusão da radícula e posteriormente nas demais regiões do endosperma. Esta atividade aumenta antes da protrusão da radícula; já a atividade da celulase ocorre em toda a região do endosperma.

Em sementes onde a germinação é limitada pela presença do endosperma, como as sementes de *Coffea arabica* L., há necessidade de amolecimento desse tecido para que haja a protrusão da radícula. Esse papel é desempenhado por várias enzimas, como, por exemplo, a endo- β -mananase, que está presente no endosperma em diferentes isoformas, sendo duas dessas inibidas pelo ácido abscísico na fase de enfraquecimento do endosperma na região próxima à radícula, inibindo a força de pressão da radícula (Silva, 2004).

Atividade de endo- β -mananase foi primeiramente verificada em sementes de tomate. Nesta espécie, o amolecimento do endosperma está diretamente ligado ao aumento da atividade da enzima endo- β -mananase (Groot et al., 1988; Nonogakii, 1992).

Trabalhos com a enzima endo- β -mananase em outras espécies são elaborados principalmente para verificar a influência da temperatura e de “priming” na germinação e na atividade da enzima. Sementes de gergelin, somente em temperatura supra-ótima, tiveram a atividade de endo- β -mananase aumentada na região micropilar do endosperma anterior à germinação (Carvalho et al., 2001). Já em sementes de alface, a técnica de priming supera o efeito inibidor da alta temperatura em sementes termosensíveis dessa espécie, devido ao aumento da atividade de endo- β -mananase (Nascimento et al., 2001).

2.3 Longevidade e deterioração de sementes de cafeeiro

A longevidade das sementes está diretamente relacionada à tolerância à dessecação das mesmas. Roberts (1973) classificou sementes de várias espécies de acordo com a longevidade dessas.

Foram então adotados os termos ortodoxo e recalcitrante para a classificação de sementes. As ortodoxas são assim denominadas por sobreviverem sem injúrias por longos períodos, mesmo quando secadas a teores de água inferiores a 5%, além de tolerarem baixas temperaturas, podendo até ser congeladas. Já as recalcitrantes perdem mais rapidamente a viabilidade durante o armazenamento em condições de teor de água reduzido e, em temperaturas mais baixas, sementes de cafeeiro foram inicialmente classificadas como recalcitrantes por Roberts (1973).

Em estudos mais recentes foi observado que as sementes de café apresentam características de ambos os grupos, ou seja, apresentam características tanto das sementes ortodoxas quanto das recalcitrantes (Ellis et al., 1990). A partir daí foi criada uma nova categoria de classificação, intermediária entre as duas preexistentes. Estas sementes são consideradas de comportamento intermediário quanto ao armazenamento e à tolerância à dessecação, por suportarem uma relativa desidratação quando comparadas com as sementes recalcitrantes e porque podem apresentar sensibilidade ao frio (Eira et al., 1999; Ellis et al., 1990 e 1991; Hong & Ellis, 1995).

Entre as duas espécies mais cultivadas do gênero *Coffea* são encontradas diferenças em relação à tolerância à dessecação, que são inerentes às relações filogenéticas, hábitat e duração do estágio de desenvolvimento. De modo geral, as espécies ortodoxas são associadas a ambientes com exposição à seca e espécies recalcitrantes a ambientes úmidos (King & Roberts, 1979).

Durante o armazenamento, a rápida perda de vigor das sementes de cafeeiro é a principal causa do insucesso. Por esse motivo, o produtor depende totalmente das sementes produzidas no mesmo ano de formação das mudas, o que, muitas das vezes, leva a um atraso na formação da lavoura acarretado pelo tempo necessário à formação das mudas.

Dessa forma, muitas pesquisas têm buscado parâmetros precisos para a manutenção da viabilidade das sementes de cafeeiro, durante o armazenamento (Gentil, 2001).

Assim, o nível de tolerância das sementes à dessecação também influencia no potencial de armazenamento das mesmas. Ao chegar ao ponto de maturidade fisiológica, a semente está em condições de máximo acúmulo de matéria seca e pode apresentar máximo vigor (Ellis & Pieta Filho, 1992). A partir desse ponto, as sementes deterioram aos poucos até perderem a viabilidade. Essa perda de viabilidade é, provavelmente, causada pela diminuição progressiva do potencial das sementes para sintetizarem compostos como os lipídios, as proteínas e os ácidos ribonucléicos (Osborne & Cheah, 1982).

A seqüência de eventos de caráter bioquímico e fisiológico, que levam à perda de qualidade das sementes e, conseqüentemente, à perda de viabilidade, é conhecida como deterioração ou envelhecimento de sementes (Brandão Júnior, 2000). Muitos eventos têm sido caracterizados como básicos da deterioração das sementes; entre eles estão as aberrações cromossômicas e danos de DNA (Bewley & Black, 1982; Osborne, 1983; Roberts, 1972; Vasquez et al., 1991), alterações ou sínteses de RNA e proteínas (Kosanke et al., 1990), mudanças em enzimas e proteínas de reserva (Basavarajappa et al., 1991), diferenças na atividade respiratória a produção de ATP (Come & Corbineau, 1989; Villiers Edgcumbe, 1975) e alterações no sistema de membranas (Bewley, 1986;

Priestley, 1986; Wilson & McDonald, 1986; Smith & Berjak, 1995).

A intensidade com que o processo de deterioração ocorre depende das condições de desenvolvimento da semente, dos processos de colheita e de secagem e, ainda, das condições de armazenamento.

No que diz respeito ao teor de água a ser empregado no armazenamento, são encontradas muitas divergências nos resultados das pesquisas realizadas. A recomendação de teor de água depende da condição do ambiente para o armazenamento, dentre outros fatores. Em ambientes sem controle de temperatura, foi observado que o teor de água de sementes de cafeeiro entre 15% e 25% não é eficiente na manutenção da viabilidade destas sementes (Bacchi, 1958; Miranda, 1987; Silva & Dias, 1985; Soto et al., 1995; Vasconcelos et al., 1992).

O desempenho fisiológico das sementes de cafeeiro durante o armazenamento ainda não está devidamente elucidado, e os resultados das pesquisas são algumas vezes até conflitantes. Resultados satisfatórios foram alcançados em trabalhos nos quais foram utilizadas sementes com teores de água próximos de 10% e temperatura de 10,°C (Hong & Ellis, 1992; Gentil, 1999). O mesmo foi observado por Bacchi (1958) que obteve 75% de germinação em sementes de café armazenadas por 21 meses com teor de água em torno de 10%. Por outro lado, sementes secadas até 35% de teor de água acondicionadas em polietileno mantiveram 70% de germinação após 8 meses de armazenamento. Já as sementes secadas até 15% e 25% de teor de água, nas mesmas condições de armazenamento, tiveram queda de germinação e vigor após os quatro meses de armazenamento (Vasconcelos et al., 1992).

2.4 Tolerância à dessecação

Ao contrário do comportamento de sementes ortodoxas, que necessitam de redução do teor de água para que ocorra a germinação, sementes sensíveis à dessecação não passam pela secagem ao final da fase de maturação e, aparentemente, não adquirem completa tolerância à dessecação, provavelmente porque tais sementes iniciam a germinação logo após a maturação e nesta fase poderiam ser vistas já como “plântulas” em desenvolvimento, apresentando os eventos metabólicos associados à germinação (Farrant et al., 1988; Pammenter & Berjak, 1999).

Em várias pesquisas tem sido abordado que, para a obtenção de sementes de cafeeiro de melhor qualidade, é recomendada a colheita dos frutos no estágio “cereja”. No entanto, em outras tem-se observado que sementes de comportamento intermediário, completamente maduras, podem não apresentar o melhor potencial para o armazenamento (Finch-Savage, 1996), devido à possível iniciação do processo de germinação nos últimos estádios de desenvolvimento (Ellis et al., 1991; Hong & Ellis, 1992).

Carvalho & Alvarenga (1979) testaram sementes de frutos de *Coffea arabica* L. em vários estádios de desenvolvimento e observaram que as sementes germinam mesmo quando o fruto encontra-se na fase de “chumbinho”, embora numa percentagem de germinação baixa.

Estudando mecanismos de tolerância à dessecação em sementes de cafeeiro em diferentes estádios de maturação, Guimarães (2000) observou que as sementes apresentavam redução de vigor e de viabilidade quando submetidas à secagem, independente do método de secagem e que, entre os estádios “verde” e “verde-cana” dos frutos, houve um sensível aumento no vigor das sementes.

Estanislau (2002), com o objetivo de caracterizar as diferentes fases do desenvolvimento de sementes de *Coffea arabica* L. em relação à germinabilidade e tolerância à dessecação, concluiu que as sementes

germinam e adquirem tolerância à desidratação aos 210 dias, quando os frutos apresentaram-se no estágio “verde-cana”.

Algumas sementes sensíveis à desidratação estão aptas para tolerarem alguma perda de água, cuja extensão varia com o método ou com a velocidade com que a água é retirada (Farrant et al., 1988; Pammenter & Berjak, 1999). De fato, está bem documentado que, para sementes sensíveis à desidratação e ou embriões isolados, quanto mais rapidamente e quanto mais cedo após a maturação, a desidratação for conseguida, menor é o teor de água no qual, sementes ou eixos podem ser secados antes de perderem a viabilidade (Kundu & Kachari, 2000 e Walters et al., 2001). A melhor qualidade fisiológica obtida por meio de rápida secagem de sementes sensíveis à dessecação, tem sido atribuída ao fato de que, nessas sementes, menor tempo num particular estado de hidratação é requerido (Pammenter et al., 1998).

O menor teor de água seguro de secagem de sementes sensíveis, isto é, abaixo do qual as sementes não podem ser secadas sem perder a viabilidade, é dependente de vários fatores como o método de secagem, tamanho das sementes, estágio de desenvolvimento ou maturidade e natureza química do principal material de reserva (Farrant et al., 1986; Tomsett & Pritchard, 1998; Finch Savage, 1992; Tomsett, 1984, citados por Kundu & Kachari, 2000).

Em trabalhos preliminares comparando métodos de secagem de sementes de cafeeiro, o mais prejudicial para a qualidade fisiológica de sementes foi aquele em que se empregou um secador estacionário (secagem mais rápida) à temperatura de 35°C, quando comparado com a secagem por método convencional à sombra (secagem mais lenta) e com sementes não secadas.

Sementes e organismos que toleram a desidratação apresentam algumas proteínas, cujas funções ainda não estão bem esclarecidas, mas sua estabilidade, sua alta afinidade com moléculas de água e abundância em organismos que toleram a desidratação, sugerem seu importante papel em aquisição de

tolerância à dessecação (Blackman et al., 1991).

Estas proteínas, primeiramente descobertas em embriões de algodão, nomeadas proteínas *lea*, moduladas por ácido abscísico, acumulam em embriões de sementes de milho e cevada, durante os estádios mais tardios do desenvolvimento, em fase correspondente à aquisição de tolerância à dessecação (Bostock e Quatrano, citados por Leprince et al., 1993) e a sua expressão cessa rapidamente após germinação (Blackman et al., 1991; Blackman et al., 1992). Segundo Thomann et al. (1992) e Rosa (2004), proteínas *lea* também se acumulam em embriões de sementes de milho durante a lenta secagem, em fase correspondente à aquisição de tolerância à dessecação. Workers et al. (1998) observaram que embriões imaturos de milho, os quais adquirem tolerância à dessecação quando submetidos à lenta secagem, apresentam um padrão de proteínas semelhante às proteínas *lea*, presentes em sementes maduras e tolerantes à dessecação.

Proteínas *lea* foram detectadas em várias outras espécies, como ervilha, soja, colza, cenoura, mamona, *Arabidopsis*, beterraba (Koornneef et al., 1989 e Blackman et al., 1992), em estádios tolerantes à dessecação, durante o desenvolvimento das sementes ou após o início de embebição.

Uma resposta dos organismos a exposição a altas temperaturas é a produção de proteínas conhecidas como proteínas de choque térmico (Heat Shock Proteins–HSPs). As HSPs têm, geralmente, seu peso molecular conhecido e representado em kDa, como as HPS 110, HSP 100 e HSP 60. Dentre essas, as “small Heat Shock Proteins (sHSPs)” (Vierling, 1991; Sun et al., 2002) são as de maior ocorrência em plantas (Mansfield, 1987), além de apresentarem baixo peso molecular de 15-30 kDa.

Todas as sHSPs em plantas são codificadas por seis famílias de genes nucleares e cada família corresponde a proteínas encontradas em diferentes compartimentos celulares (Walters et al., 1997). No entanto, trabalhos

visando à detecção deste tipo de proteína e sua relação com a tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro são escassos.

Considerando os resultados apresentados fica evidente a necessidade da realização de estudos mais aprofundados quanto ao comportamento de sementes de cafeeiro durante o armazenamento quando colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento e submetidas a diferentes métodos de secagem.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

Os trabalhos foram conduzidos nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Técnicas Moleculares, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras, MG, no período de julho de 2003 a dezembro de 2004.

3.2 Colheita e preparo das sementes

Foram utilizadas nesta pesquisa sementes de *Coffea arabica* L., cultivar Rubi oriundas de frutos colhidos no estágio cereja e verde-cana, quando apresentavam teor de água médio de 53%. Os frutos no estágio cereja foram caracterizados por estarem completamente maduros, ou seja, quando estavam totalmente vermelhos. Já os frutos do estágio verde-cana foram caracterizados por uma coloração amarelada e com algumas listras avermelhadas. Os frutos foram despulpados em despulpador manual, desmucilados por fermentação natural em água a 30°C por 24 horas. Em seguida, as sementes foram lavadas e deixadas sobre papel para retirada do excesso visual de água superficial, antes de serem submetidas aos diferentes métodos de secagem.

3.3 Métodos de secagem empregados

As sementes foram submetidas a dois métodos de secagem: secagem convencional, à sombra, em ambiente de laboratório (secagem lenta) e secagem em secador estacionário (secagem rápida). Uma parte das sementes não foi submetida à secagem, sendo avaliada após a retirada da água superficial.

Na secagem à sombra, as sementes foram acondicionadas por 17 dias em bandejas metálicas forradas com papel e diariamente revolvidas, até atingirem 12% de teor de água.

Já na secagem rápida foi empregado um secador estacionário experimental, de pequena escala, conforme modelo descrito por Navratil & Burris (1982). O secador foi regulado para funcionar na temperatura de 35°C e fluxo de ar de aproximadamente $20 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$.

3.4 Avaliações

As avaliações foram realizadas imediatamente após os tratamentos de secagem e após quatro e oito meses de armazenamento. As sementes foram armazenadas em embalagens plásticas, herméticas, sob temperatura de 10°C. Para a análise eletroforética de proteínas resistentes ao calor e quantificação da enzima endo- β -mananase foram reservadas sementes de cada tratamento que foram primeiramente congeladas em imersão em nitrogênio líquido por 15 segundos e conservadas em deep-freezer -86°C até o momento das análises.

3.4.1 Protrusão radicular

Realizado aos quinze dias do início do teste de germinação, em que foram computadas as sementes que apresentavam emissão de radícula com, pelo menos, um milímetro de comprimento e os resultados foram expressos em porcentagem.

3.4.2 Teste de germinação

Realizado com quatro subamostras de 50 sementes sem pergaminho por lote, distribuídas em papel germitest umedecido com quantidade de água equivalente a duas vezes e meia o peso do substrato seco e colocadas para germinar à temperatura de 30°C, na presença de luz. As avaliações foram

realizadas aos trinta dias após a semeadura, segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS) (Brasil, 1992) e os resultados expressos em porcentagem.

3.4.3 Matéria seca de plântulas

Realizado aos 30 dias de germinação, quando as plântulas destacadas dos endospermas remanescentes foram pesadas após secagem em estufa de circulação de ar a temperatura de 65°C até a estabilização dos pesos.

3.4.4 Índice de velocidade de emergência (IVE)

Realizado com quatro subamostras de 50 sementes distribuídas em caixas plásticas, contendo mistura de areia e terra, na proporção de 2:1, em câmara de crescimento a 30°C. A irrigação foi realizada com frequência de 2 em 2 dias e a quantidade de água necessária foi calculada para manter aproximadamente 70% da capacidade de campo do substrato.

O IVE foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguirre (1962), utilizando-se os resultados das avaliações diárias no teste de emergência, computando-se o número de plântulas emersas.

$$IVE = \frac{G1}{T1} + \frac{G2}{T2} + \Lambda + \frac{Gn}{Tn}$$

Em que:

IVE: índice de velocidade de emergência;

G: número de plântulas emergidas em cada dia considerado;

T: número de dias da semeadura até a respectiva contagem.

3.45 Teste de condutividade elétrica

Realizado com quatro subamostras de 25 sementes sem pergaminho em copos plásticos contendo 75mL de água destilada. As sementes foram então colocadas para embeber em BOD, regulada a temperatura de 25°C, por período de 96 horas. As leituras foram realizadas em condutivímetro Digimed, modelo CD-21. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mhos} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}$ de sementes⁻¹.

3.4.6 Análise eletroforética de proteínas resistentes ao calor

Amostras de sementes colhidas em cada estágio de maturação dos frutos, submetidas aos diferentes métodos de secagem e épocas de armazenamento e sem pergaminho, foram retiradas do deep-freezer e moídas em moinho refrigerado numa rotação de 22500 rpm. Cada amostra foi moída por oito vezes seguidas, com duração de dez segundos cada. De cada tratamento foram separados 200 mg de cada material em microtubos, para aplicação de 300 μl de tampão de extração (50mM tris-HCl-7,5; 500 mM NaCl; 5mM MgCl₂; 1mM PMSF) e Antipain em proporção de 5 mg para cada ml de tampão. Em seguida, os microtubos foram agitados em Vortex e levados para centrifuga a 14.000 g por 20 minutos a 4°C. O sobrenadante foi então incubado em banho-maria a 85°C por 15 minutos e novamente centrifugado por 30 minutos como acima referido. O sobrenadante foi vertido em microtubos e o pellet descartado. Antes da aplicação, os microtubos contendo 45 μl do extrato de proteína + 23 μl do tampão da amostra (5 ml de glicerol, 2,5 ml de solução tampão do gel concentrador, 2,5 mg de azul de bromofenol, completando o volume para 25 ml de água destilada) foram levados ao banho-maria em ebulição por 5 minutos. Foram aplicados 40 μl de cada amostra em gel de poliacrilamida SDS-PAGE a 12,5 % (gel separador) e 6% (gel concentrador).

A corrida eletroforética foi realizada a 150V por cerca de 4 horas. Após a migração eletroforética, os géis foram corados em Coomassie Blue, conforme Alfenas et al. (1991), durante 12 horas e descorados em solução de ácido acético 10%. Para a solução de Coomassie Blue, foram utilizados 0,5 g Coomassie Blue R-250, 250 ml de etanol, 50ml de ácido acético glacial, completando o volume para 500 ml com água destilada. Para a solução descolorante, empregaram-se 50 ml de ácido acético, 425 ml de água destilada e 25 ml de etanol perfazendo um total de 500 ml.

3.4.7 Atividade da enzima de endo β -mananase

Foram feitos extratos de 10 sementes intactas anteriormente congeladas em deep-freezer. A maceração foi feita em moinho a 4°C em seqüência de dez pulsações em rotação de 22500 rpm. Aos microtubos contendo 200mg de pó de cada material, foram adicionados 600 μ l do tampão de extração contendo 0,1 M HEPES e 0,5 M de NaCl (pH 8,0) mais ácido ascórbico na proporção de 5 mg do ácido para cada ml de tampão. Em seguida, os microtubos contendo as amostras foram agitados em Vortex por 1 minuto e levados para centrifuga a 10.000g por 30 minutos a 4°C. O sobrenadante foi aplicado em gel confeccionado com 6 ml de LBG (Locust Bean Gum-Sigma nr 0753), 0,24 g de agarose (Qbiogene) e 24 ml de tampão pH 5,0. O LBG 0,5% foi preparado aquecendo a solução por 2 horas a 80°C, seguida de resfriamento em temperatura ambiente .

Já o tampão pH 5,0 foi preparado adicionando-se 11 ml de ácido cítrico 1M, 50 ml de Na₂HPO₄ e 149 ml de água destilada, num total de 210 ml. Os suportes do gel com U-frame (Pharmacia 8001106-89) (vidros) foram limpos com etanol. Este suporte foi coberto com Gelbond film (Pharmacia nr 80-112932), ficando o lado hidrofóbico em contato com o primeiro vidro, para que o lado hidrofílico ficasse em contato com o gel. O gelbond foi coberto pelo segundo suporte e estes suportes foram unidos por prendedores. O gel, antes

de ser aplicado, foi aquecido em microondas por 1 minuto até a total dissolução da agarose. Pelo mesmo período, o suporte foi aquecido em estufa a 80°C para que não houvesse perigo de trincas no vidro por diferenças de temperatura entre o vidro e o gel. Neste momento foi feita a aplicação em temperatura ambiente. Após a solidificação, o gel foi armazenado em geladeira por um período de 24 horas. O gel foi furado com furador de 2 mm de diâmetro e estes furos foram succionados para retirada de restos de gel com bomba a vácuo. Foram aplicados 2µl do extrato da amostra por furo, em 3 repetições de cada amostra. Para a ação da enzima presente no extrato, o gel foi levado para um germinador a 25 °C por período de 21 horas, no escuro, em câmara úmida.

Para a revelação, o gel foi inicialmente lavado em água destilada, lavado em tampão (tampão do gel) por 30 minutos e novamente lavado em água destilada. Logo após, o gel foi coberto com o corante vermelho congo a 0,5% por 30 minutos e colocado em etanol por 10 minutos para a remoção do corante. Removido o etanol com água destilada, foi adicionada uma solução de 1M de NaCl até a observação visual da formação de halos brancos nos furos que continham as amostras. Nesse momento, foi feita a medição do diâmetro das amostras em duas direções com um paquímetro resultando em uma média. Para o cálculo da atividade da enzima, foi feita uma comparação com a curva padrão gerada pela endo-β-mananase comercial de *Aspergillus niger* (Megazyme). O cálculo da atividade da enzima endo-β-mananase foi realizado segundo Downie (1994).

3.5 Procedimento estatístico

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2x3x3) com 4 repetições, sendo 2 estádios de desenvolvimento dos frutos (verde-cana e cereja), 3 métodos de secagem (sem secagem, secagem natural e secagem em secador) e 3 épocas de

armazenamento (0, 4 e 8 meses). Para as comparações de médias foi utilizado o Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, transformando-se os dados em percentagem em $[(\text{arc sen } X \cdot 100^{-1/2}) + 0,5]$. As análises dos dados foram realizadas por meio do programa estatístico Sisvar. Para comparações entre os períodos de armazenamento foram feitas regressões também com a utilização do programa estatístico Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos da época de colheita, tempo de armazenamento e métodos de secagem avaliados pelos diferentes parâmetros são apresentados e discutidos a seguir.

4.1 Protrusão radicular

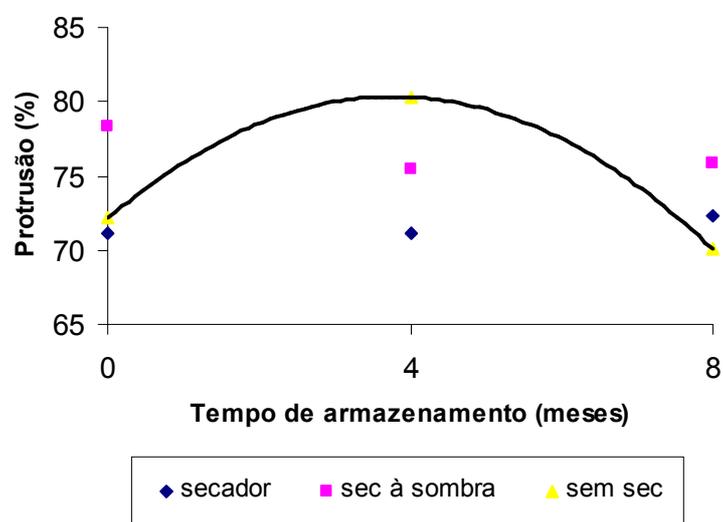
Pela Tabela de análise de variância dos dados (Tabela 1A) observa-se interação dupla significativa, mostrando relação direta entre o método de secagem e tempo de armazenamento. Foi observada ainda diferença significativa entre os valores de protrusão radicular observados em sementes colhidas nos diferentes estádios de maturação dos frutos, evidenciando a melhor qualidade fisiológica das sementes oriundas de frutos colhidos no estágio cereja (Tabela 1).

TABELA 1. Resultados médios de porcentagem de protrusão radicular de sementes de cafeeiro colhidas nos diferentes estádios de desenvolvimento. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Estádio de maturação	Protrusão radicular
Cereja	79 A
Verde-cana	69 B

As médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Pela análise de regressão (Figura 1), observa-se que nas sementes que não foram secadas, houve um efeito quadrático do tempo de armazenamento nos valores de protrusão radicular. Nestas sementes, maiores valores (80%) de protrusão radicular foram observados aos 3,8 meses de armazenamento.



Legenda: sem sec: $y = -0,5755x^2 + 4,3481x + 72,13$, $R^2 = 1$.

FIGURA 1. Estimativa dos valores de porcentagem de protrusão radicular de sementes de café não secadas (sem sec), secadas à sombra (sec à sombra) e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.

O comportamento das sementes sem secagem, avaliado pela porcentagem de protrusão radicular, ao longo do armazenamento (Figura 1), permite inferir sobre a ocorrência de dormência nas sementes recém-colhidas. Esta dormência seria superada com o armazenamento até 4 meses e a queda subsequente seria conseqüência do processo de deterioração. Pode-se ainda inferir que essa dormência seria superada com a secagem, já que nestes tratamentos não houve diferenças ao longo do armazenamento.

As sementes colhidas no estádio verde-cana, não submetidas à secagem, também apresentaram tendência de aumento nos valores de germinação, aos quatro meses de armazenamento (Figura 2).

Os valores de protrusão radicular foram superiores nas sementes secadas à sombra, no início e aos 8 meses de armazenamento, quando comparados com os das sementes que foram secadas em secador e com as que não foram secadas, não tendo estas últimas diferido entre si (Tabela 2).

TABELA 2 Resultados médios de porcentagem de protrusão radicular de sementes de cafeeiro não secadas, secadas à sombra e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tempo de armazenamento	Secagem		
	Sem secagem	Secador	Secagem à sombra
0	72,13 b	71,13 b	78,33 a
4	80,32 a	71,19 b	75,45 b
8	70,09 b	72,31 b	75,83 a

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Já aos 4 meses de armazenamento, as sementes que não foram secadas alcançaram valores de protrusão radicular superiores aos observados naquelas sementes submetidas aos demais métodos de secagem, os quais não diferiram entre si.

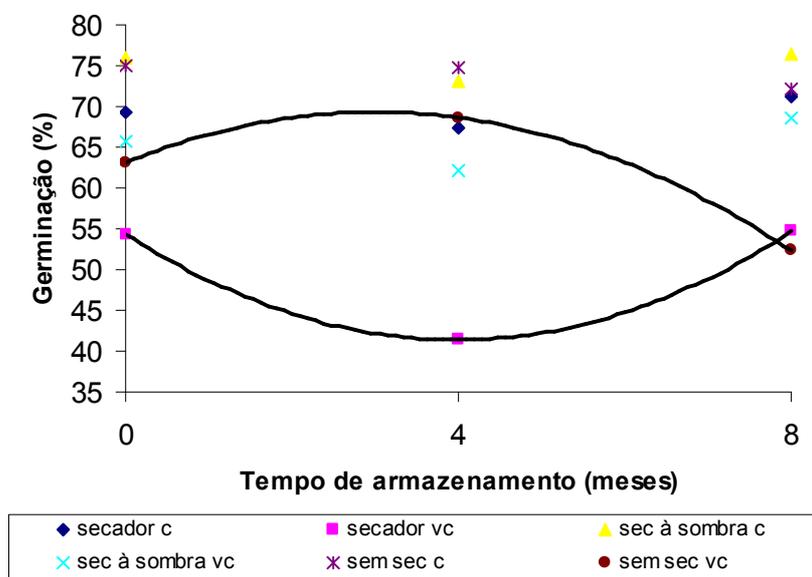
Após 8 meses de armazenamento, o menor percentual de protrusão radicular observado nas sementes não secadas em relação às sementes secadas à sombra, provavelmente é devido às mudanças bioquímicas e metabólicas ocorridas em função do alto metabolismo que as sementes com alto teor de água (53%) desenvolveram e que as levaram a uma maior deterioração (Copeland & McDonald, 1995 e Priestley, 1986). Brandão Júnior (2000) observou redução da percentagem de protrusão radicular de sementes de cafeeiro após os 6 meses de armazenamento. No caso das sementes secadas em secador, os menores percentuais de protrusão radicular podem ser decorrentes dos danos em membranas celulares do embrião ocorridos nessas sementes (Brandão Júnior, 2000). Por ser uma secagem considerada mais branda, a secagem à sombra, nesta situação, não prejudicou o percentual de protrusão radicular. Resultados semelhantes foram observados no teste de condutividade elétrica (Tabela 6). Neste caso, as sementes secadas em secador apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica e, conseqüentemente, pior qualidade fisiológica quando comparadas com as sementes que não secadas e as que foram secadas à sombra.

4.2 Teste de germinação

Como se observa na tabela de análise de variância (Tabela 2A), houve interação tripla significativa para germinação, evidenciando que os fatores estágio de desenvolvimento, tipos de secagem e tempo de armazenamento estão interagindo e que a escolha de um depende da variação dos outros dois.

Pela análise de regressão (Figura 2), observa-se nas sementes colhidas no

estádio verde-cana, secadas em secador, menores valores de germinação (41%) aos 3,9 meses de armazenamento, acompanhado de aumento nesses valores (66,5%) aos oito meses de armazenamento. Já para as sementes colhidas no estágio verde-cana, não submetidas à secagem, maiores valores (69%) foram observados aos 3 meses de armazenamento, seguidos de redução aos oito meses.



Legenda: secador vc: $y = 0,8243x^2 - 6,5578x + 54,393$, $R^2 = 1$
sem sec vc: $y = -0,6816x^2 + 4,0925x + 63,155$, $R^2 = 1$

FIGURA 2 Estimativas dos valores de germinação de sementes de café colhidas nos estádios verde-cana (VC) e cereja (C), não secadas (sem sec), secadas à sombra (sec à sombra) e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Pela Tabela 3, em sementes no estágio cereja, não houve diferença significativa nos valores de germinação, independente do método de secagem e do período de armazenamento. Em sementes colhidas no estágio verde-cana, nos períodos de 0 e 4 meses, os menores valores de germinação foram observados nas sementes secadas em secador, quando comparados aos das sementes secadas à sombra e das não submetidas à secagem, não tendo diferido entre si. Aos 8 meses de armazenamento, os maiores valores de germinação foram observados nas sementes secadas à sombra e os menores valores nas sementes não secadas e nas secadas em secador.

Foi encontrada diferença significativa entre os valores de germinação das sementes colhidas nos diferentes estádios de desenvolvimento do fruto (Tabela 3), para todos os tratamentos, com exceção para as sementes secadas à sombra armazenadas por 8 meses. Na maioria dos casos, as sementes de cafeeiro colhidas no estágio cereja germinaram em maior porcentagem do que quando colhidas no estágio verde-cana, com exceção das sementes secadas à sombra armazenadas por oito meses.

Essa superioridade confirma os resultados de Guimarães (2000) que também observou maiores valores de germinação em sementes de cafeeiro em estádios mais avançados de maturação. O mesmo foi observado por Sasaki (1980) em estudo com a espécie sensível à dessecação *Shorea talura*. As sementes dessa espécie têm comportamento semelhante às sementes de cafeeiro, ou seja, houve um acréscimo do percentual de germinação destas sementes à medida em que as mesmas amadureciam.

Com base nos resultados, observa-se também que as sementes colhidas no estágio cereja podem ser submetidas à secagem mais rápida, em secador, sem perda de germinação durante o armazenamento (Figura 2). Já as sementes colhidas no estágio verde-cana são sensíveis a esse tipo de secagem, provavelmente, pelo fato das sementes colhidas no estágio verde-cana terem

mecanismos de tolerância à dessecação menos desenvolvidos que as sementes no estágio cereja.

O comportamento das sementes de cafeeiro colhidas nos estádios verde-cana e cereja com relação aos métodos de secagem e durante o armazenamento foi diferenciada. No geral, os valores de germinação e protrusão radicular das sementes colhidas no estágio cereja foram superiores aos observados pelas sementes colhidas no estágio verde-cana. Essa relativa intolerância à dessecação das sementes de cafeeiro, quando colhidas em diferentes estádios de maturação, confirma o enquadramento dessas sementes em um grupo intermediário de classificação quanto à tolerância a dessecação (Ellis et al., 1990 e 1991; Hong & Ellis, 1995; Eira et al., 1999).

TABELA 3 Germinação (%) de sementes de cafeeiro colhidas nos estádios verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tempo de armazenamento	Secagem	Estádio	
		Cereja	Verde-cana
0 meses	Sem secagem	92,5 aA	79,5 bA
0 meses	Secador	87 aA	66 bB
0 meses	Secagem à sombra	93,5 aA	83 bA
4 meses	Sem secagem	93 aA	86 bA
4 meses	Secador	85 aA	44 bB
4 meses	Secagem à sombra	91 aA	78 bA
8 meses	Sem secagem	90,5 aA	62,5 bB
8 meses	Secador	89 aA	66,5 bB
8 meses	Secagem à sombra	94,5 aA	86,5 aA

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4.3 Matéria seca de plântulas

Pela tabela de análise de variância (Tabela 3A), observa-se interação tripla significativa, evidenciando que os três fatores estão interagindo e influenciando na matéria seca de plântulas.

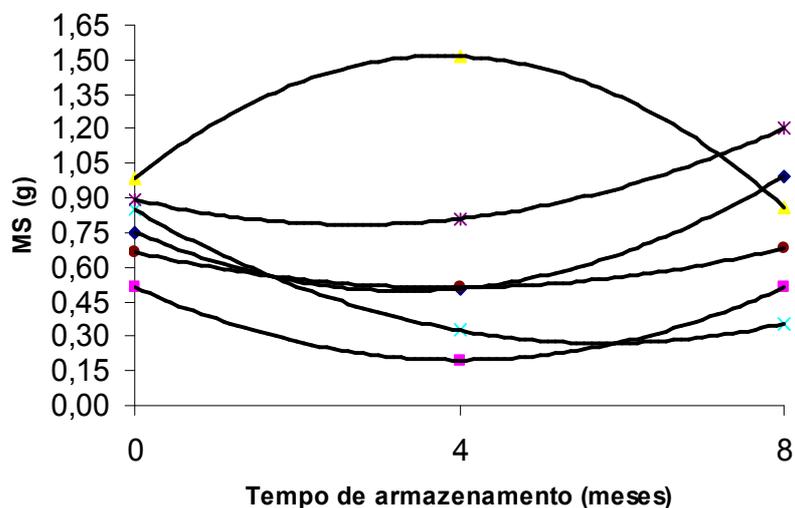
Pela análise de regressão (Figura 3), nota-se que, nas sementes colhidas no estágio cereja e verde-cana secadas em secador, secadas à sombra e não submetidas à secagem houve efeito quadrático do tempo de armazenamento sobre os valores de peso de matéria seca de plântulas.

Nas sementes colhidas no estágio cereja e secadas em secador foi observado valor mínimo de peso de matéria seca de plântulas (0,50 g) aos 3,4 meses de armazenamento, aumentando aos oito meses de armazenamento para 0,99 g.

Essa tendência de redução nos valores de matéria seca de plântulas, próximo dos quatro meses de armazenamento, com posterior incremento aos oito meses, também foi observada nas sementes colhidas no estágio verde-cana, secadas em secador, apresentando valor mínimo (0,20 g) aos 4,0 meses e de 0,51g aos 8 meses de armazenamento, assim como nas sementes colhidas no estágio cereja e secadas em secador.

Nas sementes colhidas no estágio cereja secadas à sombra, um valor máximo de matéria seca de plântulas (1,50 g) foi observado aos 3,8 meses de armazenamento.

Nas sementes colhidas no estágio verde-cana secadas à sombra um valor mínimo de matéria seca de plântulas (0,3 g), aos 5,8 meses de armazenamento foi observado. Já nas sementes colhidas no estágio cereja que não foram submetidas à secagem o valor mínimo de matéria seca de plântulas foi de 0,8g aos 2,7 meses de armazenamento.



◆ secador c ■ secador vc ▲ sec à sombra c × sec à sombra vc ✕ sem sec c ● sem sec vc

Legenda: secador c: $y = 0,0229x^2 - 0,1528x + 0,7525$, $R^2 = 1$
 secador vc: $y = 0,0196x^2 - 0,1572x + 0,5125$, $R^2 = 1$
 sec à sombra c: $y = -0,037x^2 + 0,2803x + 0,985$, $R^2 = 1$
 sec à sombra vc: $y = 0,0173x^2 - 0,1997x + 0,8475$, $R^2 = 1$
 sem sec c: $y = 0,0148x^2 - 0,08x + 0,8925$, $R^2 = 1$
 sem sec vc: $y = 0,0101x^2 - 0,0784x + 0,665$, $R^2 = 1$

FIGURA 3 Estimativa dos valores de matéria seca de plântulas de sementes de café colhidas nos estádios verde-cana (VC) e cereja (C), não secadas (sem sec), secadas à sombra (sec à sombra) e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Nas sementes colhidas no estágio verde-cana que não foram submetidas à secagem, o valor mínimo de matéria seca de plântulas (0,50g) foi observado aos 3,9 meses de armazenamento.

Pela Tabela 4 observa-se que, nas sementes que não foram armazenadas, houve diferença significativa entre os métodos de secagem tanto no estágio cereja quanto no estágio verde-cana. No estágio cereja, os valores de matéria seca de plântulas das sementes secadas em secador foram inferiores aos de plântulas de sementes não secadas e secadas à sombra, os quais não diferiram entre si. No estágio verde-cana, os valores de matéria seca de plântulas das sementes secadas à sombra foram superiores aos valores encontrados para sementes secadas em secador e não secadas, não tendo diferido entre si.

TABELA 4 Matéria seca de plântulas (g) de sementes de cafeeiro colhidas nos estádios verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tempo de armazenamento	Secagem	Estádio de Maturação	
		Cereja	Verde cana
0 meses	Sem secagem	0,89 aA	0,67 bB
0 meses	Secador	0,72 aB	0,51 bB
0 meses	Secagem à Sombra	0,99 aA	0,85 aA
4 meses	Sem secagem	0,81 aB	0,51 bA
4 meses	Secador	0,51 aC	0,20 bB
4 meses	Secagem à Sombra	1,52 aA	0,33 bB
8 meses	Sem secagem	1,20 aA	0,68 bA
8 meses	Secador	1,00 aB	0,51 bB
8 meses	Secagem à Sombra	0,86 aB	0,36 bB

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

No caso das sementes armazenadas por quatro meses também foi observada diferença significativa entre os métodos de secagem em ambos os estádios de maturação. No estádio cereja, os valores de matéria seca de plântulas das sementes secadas em secador foram inferiores aos encontrados para as sementes não secadas que, por sua vez, apresentaram valores menores que as sementes secadas à sombra. Nas sementes colhidas no estádio verde-cana, os valores de matéria seca de plântulas de sementes não secadas foram superiores aos observados para sementes secadas à sombra e em secador, não tendo diferido entre si.

Já nas sementes armazenadas por oito meses, para ambos os estádios de desenvolvimento, os valores de matéria seca de plântulas de sementes não secadas foram superiores aos valores encontrados para sementes secadas à sombra e em secador, não tendo diferido entre si.

Foram também observados maiores valores de matéria seca de plântulas em sementes no estádio cereja independente do método de secagem utilizado e do período de armazenamento, com exceção dos valores observados em sementes secadas à sombra, no início do armazenamento (Tabela 4), em que os valores de matéria seca de plântulas das sementes no estádio cereja foram estatisticamente iguais aos das sementes verde-cana.

Os valores de matéria seca das plântulas avaliados ao longo do armazenamento apresentaram um comportamento diferente dos valores de germinação das sementes (Figura 2). Este fato, provavelmente, ocorreu porque plântulas mais vigorosas podem ser originadas de sementes pertencentes a lotes com baixa germinação, principalmente em sementes colhidas no estádio verde-cana, nos quais a morte ou a não germinação de sementes pode ser derivada da intolerância à dessecação e não da perda de vigor.

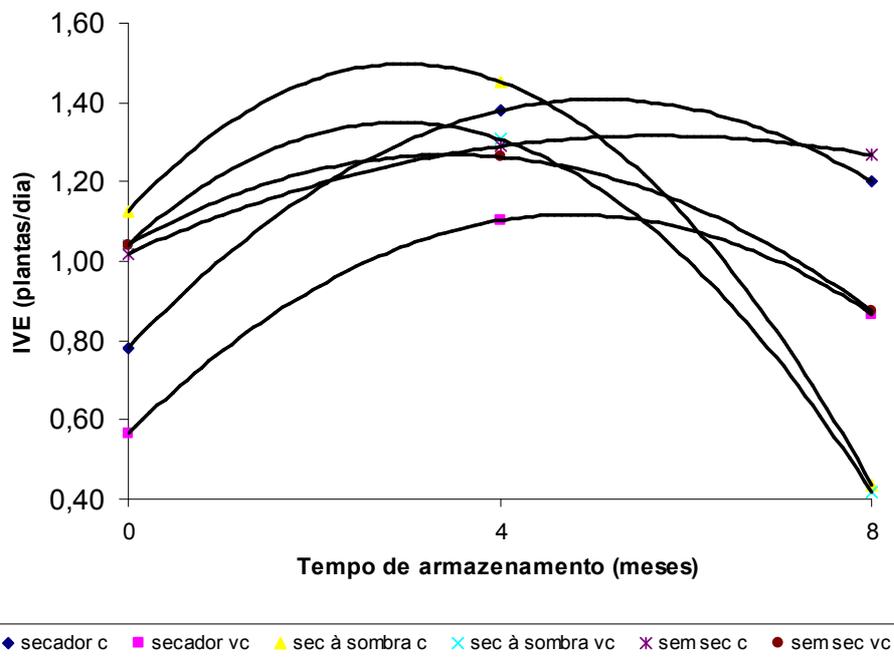
Entretanto, observa-se que o peso de matéria seca das plântulas oriundas de sementes colhidas no estádio verde-cana foi sempre menor que das plântulas de sementes colhidas no estádio cereja. Também, de maneira geral, observa-se que a secagem em secador foi prejudicial ao desenvolvimento das plântulas, com reflexo nos pesos de matéria seca das mesmas.

4.4 Índice de velocidade de emergência

Pela tabela de análise de variância (Tabela 4A), observa-se também uma interação tripla significativa, sugerindo que os três fatores interagem e interferem nos índices de velocidade de emergência.

Pela análise de regressão, pode-se observar, na Figura 4, que, nas sementes colhidas no estádio cereja e verde-cana secadas em secador, secadas à sombra e não secadas, houve o efeito quadrático sobre o índice de velocidade de emergência (IVE), em função do tempo de armazenamento. Houve aumento nos valores dos IVE durante o armazenamento das sementes, com redução das mesmas no oitavo mês.

Nas sementes colhidas no estádio cereja e secadas em secador, o valor máximo de índice de velocidade de emergência (1,4 planta/dia) foi observado aos 5,1 meses de armazenamento. Nas sementes colhidas nesse mesmo estádio e secadas à sombra, o valor máximo de índice de velocidade de emergência foi maior que o observado nas sementes secadas em secador (1,5 planta/dia), tendo esse valor sido observado aos 3 meses. Naquelas sementes que não foram submetidas à secagem, o valor máximo de índice de velocidade de emergência (1,3 planta/dia) foi observado aos 5,7 meses de armazenamento.



Legenda: secador c: $y = -0,0243x^2 + 0,2466x + 0,7825$, $R^2 = 1$
 secador vc: $y = -0,0241x^2 + 0,2309x + 0,565$, $R^2 = 1$
 sec à sombra c: $y = -0,042x^2 + 0,2491x + 1,1275$, $R^2 = 1$
 sec à sombra vc: $y = -0,0361x^2 + 0,2106x + 1,0425$, $R^2 = 1$
 sem sec c: $y = -0,0091x^2 + 0,1041x + 1,02$, $R^2 = 1$
 sem sec vc: $y = -0,019x^2 + 0,1309x + 1,0425$, $R^2 = 1$

FIGURA 4 Estimativa dos valores de índice de velocidade de emergência de sementes de café colhidas nos estádios verde-cana (VC) e cereja (C), não secadas (sem sec), secadas à sombra (sec à sombra) e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Nas sementes colhidas no estágio verde-cana secadas em secador, o valor máximo de índice de velocidade de emergência (1,1 planta/dia) foi observado aos 4,8 meses de armazenamento. Essas mesmas

sementes, quando secadas à sombra, apresentavam valor máximo de índice de velocidade emergência aos 2,9 meses de armazenamento (1,4 planta/dia), sendo também superior aos encontrados em sementes secadas em secador. Nessas sementes não submetidas à secagem observou-se valor máximo de índice de velocidade de emergência (1,3 planta/dia) aos 3,5 meses de armazenamento.

Em todos os tratamentos foi observada redução nos índices de velocidade de emergência aos oito meses de armazenamento. No entanto, nos tratamentos em que as sementes foram submetidas à secagem à sombra, independente do estágio de maturação das sementes, os valores do índice de velocidade foram reduzidos substancialmente, no oitavo mês de armazenamento, embora tenham apresentado os maiores valores no início e aos 4 meses de armazenamento. O período requerido, nesse método de secagem, para as sementes atingirem 12% de teor de água foi de 17 dias, período esse considerado extenso e prejudicial à qualidade das sementes. Essa queda de qualidade pode estar associada à presença de radicais livres em sementes sensíveis à dessecação, pois, durante o processo de secagem, há o acúmulo de radicais livres estáveis. O acúmulo de radicais livres ocorre porque essas sementes não apresentaram sistemas anti-oxidantes em níveis suficientes (Pammenter, 2000).

Pela Tabela 5 nota-se que, nas sementes não armazenadas, foi observada diferença significativa entre os métodos de secagem, tanto no estágio cereja quanto no estágio verde-cana. Em ambos os estágios de desenvolvimento dos frutos, os valores de índice de velocidade de emergência das sementes secadas no secador foram inferiores aos observados em sementes submetidas aos demais métodos de secagem. Brandão Júnior (2000) também observou redução do vigor em sementes de cafeeiro submetidas a esse processo de secagem. O autor atribui essa redução aos danos causados por esse método de secagem, que provocou intensas alterações como formação de cristais, desaparecimento de vacúolo e de endomembranas.

TABELA 5 Índice de velocidade de emergência (plantas/dia) de sementes de cafeeiro colhidas nos estádios verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tempo de armazenamento	Secagem	Estádio de maturação	
		Cereja	Verde cana
0 meses	Sem secagem	1,02 aA	1,02 aA
0 meses	Secador	0,78 aB	0,57 bB
0 meses	Secagem à sombra	1,04 aA	1,13 aA
4 meses	Sem secagem	1,29 aA	1,26 aA
4 meses	Secador	1,38 aA	1,10 aB
4 meses	Secagem à sombra	1,45 aA	1,31aA
8 meses	Sem secagem	1,27 aA	0,88 bA
8 meses	Secador	1,20 aA	0,87 bA
8 meses	Secagem à sombra	0,44 aB	0,42 aB

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Nas sementes colhidas no estágio cereja e armazenadas por quatro meses, não foi observada diferença significativa entre os métodos de secagem, o que não ocorreu naquelas sementes colhidas no estágio verde-cana. Neste estágio, os valores de índice de velocidade de emergência das sementes secadas no secador foram inferiores aos valores observados em sementes submetidas aos demais métodos de secagem. Esse mesmo comportamento também foi observado nas sementes, no início do armazenamento.

Menores valores de IVE foram observados em sementes colhidas no estágio verde-cana, secadas em secador no início e aos oito meses de armazenamento e ainda naquelas não submetidas à secagem, no oitavo mês de armazenamento, quando comparadas às sementes colhidas no estágio cereja (Tabela 5).

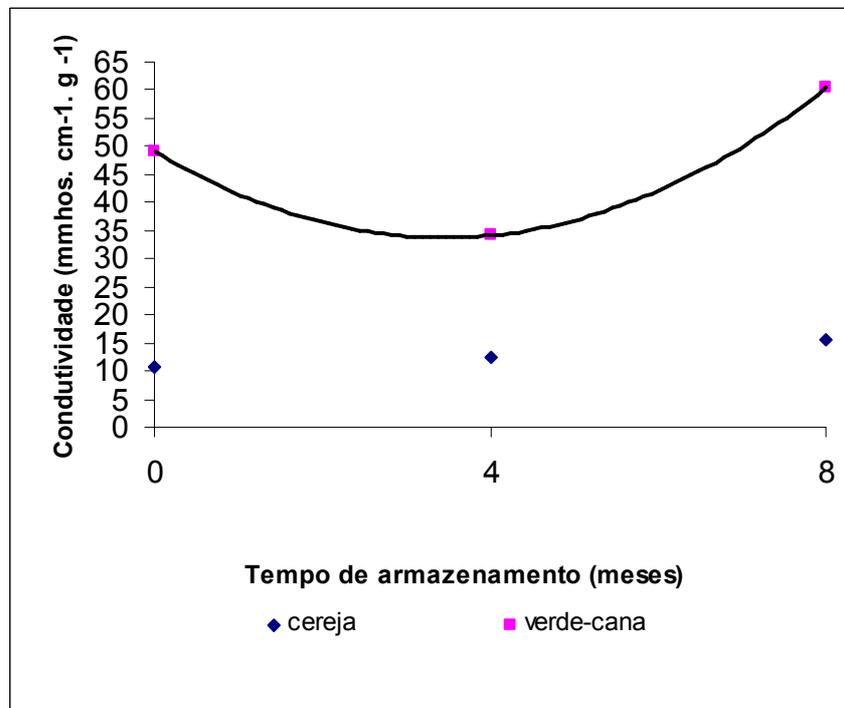
Esses resultados provavelmente podem ser atribuídos à menor tolerância à dessecação de sementes colhidas no estágio verde-cana (Guimarães, 2000).

4.5 Teste de condutividade elétrica

Pela Tabela de análise de variância (Tabela 5A), observa-se que houve significância em dois casos de interação dupla. Houve efeito do estágio de desenvolvimento e do tempo de armazenamento e, ainda, do estágio de desenvolvimento e do método de secagem sobre os valores de condutividade elétrica em sementes.

Pela análise de regressão dos valores de condutividade elétrica em função do tempo de armazenamento, observa-se (Figura 5) que, em sementes colhidas no estágio verde-cana, houve comportamento quadrático nos valores de condutividade ao longo do armazenamento. Nessas sementes foi observado um valor mínimo de condutividade elétrica ($33,75 \mu\text{mhos} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) aos 3,5 meses de armazenamento. Esse valor aumentou para $60,34 \mu\text{mhos} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ aos oito meses de armazenamento.

Nas sementes que não foram submetidas à secagem não houve diferença significativa nos valores de condutividade elétrica em sementes colhidas nos diferentes estágios. Mas, naquelas secadas em secador e à sombra, menores valores de condutividade foram observados em sementes colhidas no estágio cereja (Tabela 6).



Legenda: Verde-cana: $y = 1,286x^2 - 8,8819x + 49,089$, $R^2 = 1$

FIGURA 5 Estimativa dos valores de condutividade elétrica de massa após 96 horas de embebição de sementes de cafeeiro ($\mu\text{mhos. cm}^{-1} \cdot \text{g}$ de sementes $^{-1}$) colhidas nos estádios verde-cana (VC) e cereja (C), armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Foram observados ainda maiores valores de condutividade elétrica em sementes colhidas no estágio verde-cana e submetidas à secagem em secador. Já em sementes colhidas no estágio cereja não houve diferença significativa nesses valores quando as sementes foram submetidas aos diferentes métodos de secagem (Tabela 6). Pelos dados obtidos infere-se que sementes colhidas no estágio cereja já possuem um sistema de membranas mais organizado, o que parece proteger as sementes contra danos de secagem. Por outro lado, essa

organização dos sistemas de membranas parece ser ainda deficiente em sementes colhidas no estádio verde-cana.

Pela Tabela 7 observa-se também que os valores de condutividade elétrica das sementes colhidas no estádio cereja foram inferiores aos observados para as colhidas no estádio verde-cana. Esses resultados demonstram que a secagem, independente do método, pode causar danos aos sistemas de membranas celulares, o que acontece de maneira diferenciada para cada estádio de desenvolvimento das sementes (Guimarães, 2000).

Portanto, os maiores valores de condutividade apresentados pelas sementes do estádio verde-cana confirmam ser este estádio mais sensível à dessecação que o estádio cereja.

TABELA 6 Condutividade elétrica de massa após 96 horas de embebição de sementes de cafeeiro ($\mu\text{mhos. cm}^{-1} \cdot \text{g de sementes}^{-1}$) colhidas nos estádios verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra e em secador. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Estádio de maturação	Secagem		
	Sem secagem	Secador	Secagem à sombra
Cereja	9,44 Aa	16,62 Aa	12,80 Aa
Verde-Cana	19,70 Aa	88,67 Bc	35,19 Bb

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 7 Condutividade elétrica de massa após 96 horas de embebição de sementes de cafeeiro ($\mu\text{mhos. cm}^{-1} \cdot \text{g de sementes}^{-1}$) colhidas nos estádios verde-cana e cereja, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tempo de armazenamento	Estádio de maturação	
	Cereja	Verde cana
0	10,76 a	49,09 b
4	12,46 a	34,14 b
8	15,64 a	60,34 b

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4.6 Análise de proteínas resistentes ao calor

Pela Figura 6, pode-se observar, pelo perfil eletroforético de proteínas resistentes ao calor, menor intensidade ou até mesmo ausência da banda marcada com setas, com peso molecular próximo a 25 kDa, em sementes não submetidas à secagem, em todos os períodos de armazenamento. Como já observado em outras espécies, como o milho, a secagem parece induzir a expressão de alguns alelos, ocorrendo, dessa forma, o aparecimento ou intensificação de bandas (Faria, 2003). Um grupo de proteínas resistentes ao calor como as HSPs (Heat Shock Proteins), com baixo peso molecular se expressam sob condições de estresse (Vierling, 1991).

Guimarães (2000), trabalhando com sementes de café colhidas nos estádios verde, verde-cana e cereja, observou presença de bandas de proteínas resistentes ao calor em estádios mais avançados no processo de maturação. Além disso, o autor verificou que a ausência de determinadas bandas nas sementes sem secagem está relacionada à intolerância à dessecação demonstrada por estas sementes. Na presente pesquisa não foi identificada no zimograma nenhuma

banda que caracterizasse a menor intolerância das sementes de cafeeiro colhidas no estágio verde-cana, quando comparado ao das sementes colhidas no estágio cereja.

Assim, o aparecimento de algumas bandas parece estar relacionado com algum tipo de estresse sofrido pela semente.

A manutenção da qualidade fisiológica e a atividade da enzima endo- β -mananase podem também ser relacionados com a presença de proteínas resistentes ao calor nestas sementes que, segundo alguns autores, acumulam em embriões de sementes durante os estádios mais tardios do desenvolvimento, em fase correspondente à aquisição de tolerância à dessecação (Bostock & Quatrano, citados por Leprince et al., 1993).

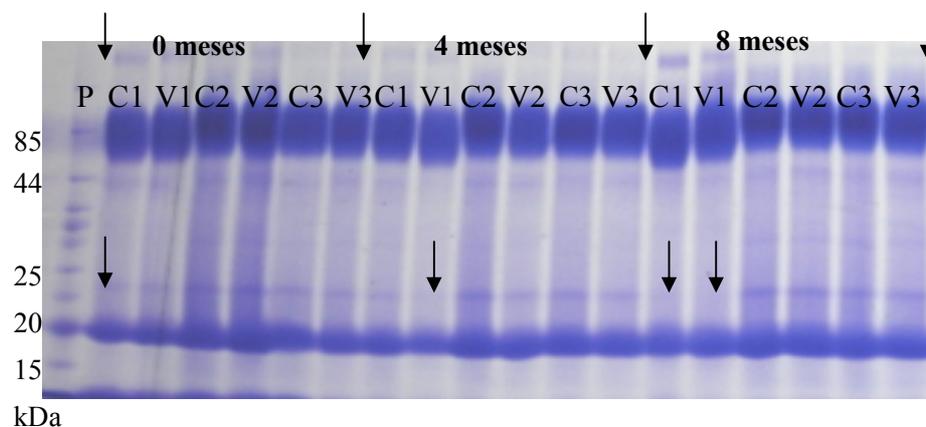


FIGURA 6 Perfil eletroforético de proteínas extraídas pelo calor em sementes de cafeeiro nos estádios cereja (C) e verde-cana (V), não submetidas a secagem (1), submetidas a secagem em secador (2) e secagem à sombra (3), armazenadas por 0, 4 e 8 meses. Padrão com peso molecular em kDa conhecido (P). UFLA, Lavras, MG, 2005.

4.7 Atividade da enzima endo- β -mananase

Pelos resultados, observa-se que, em sementes colhidas no estágio cereja, existe maior atividade da enzima endo- β -mananase do que em sementes colhidas no estágio verde-cana (Figuras 7 e 8). As sementes colhidas no estágio cereja também apresentaram maiores valores de germinação e de vigor (Tabelas 3, 4 e 7).

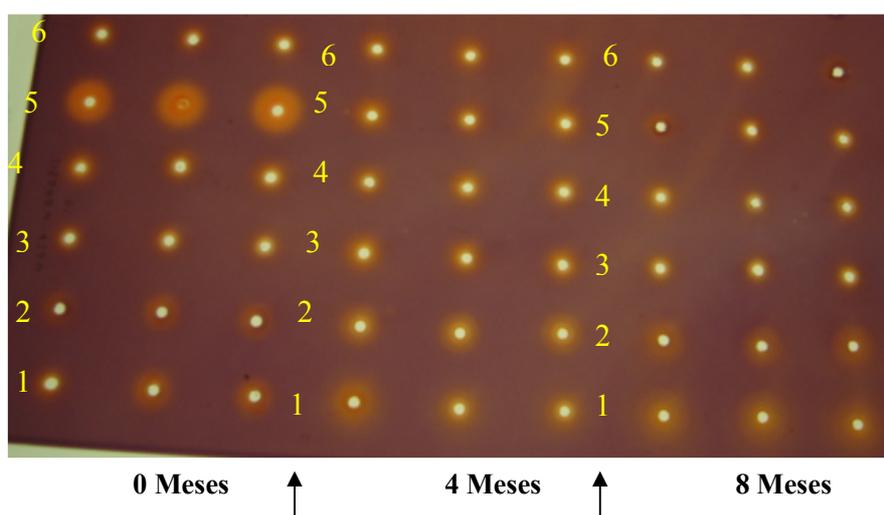


FIGURA 7 Gel para quantificação da enzima endo- β -mananase de extratos de sementes de cafeeiro dos estádios cereja (1) e verde-cana (2) sem secagem, cereja (3) e verde-cana (4) secadas em secador e cereja (5) e verde-cana (6) secadas por secagem à sombra não armazenadas e armazenadas por quatro e oito meses, em três repetições seguidas de aplicação. UFLA, Lavras, MG, 2005.

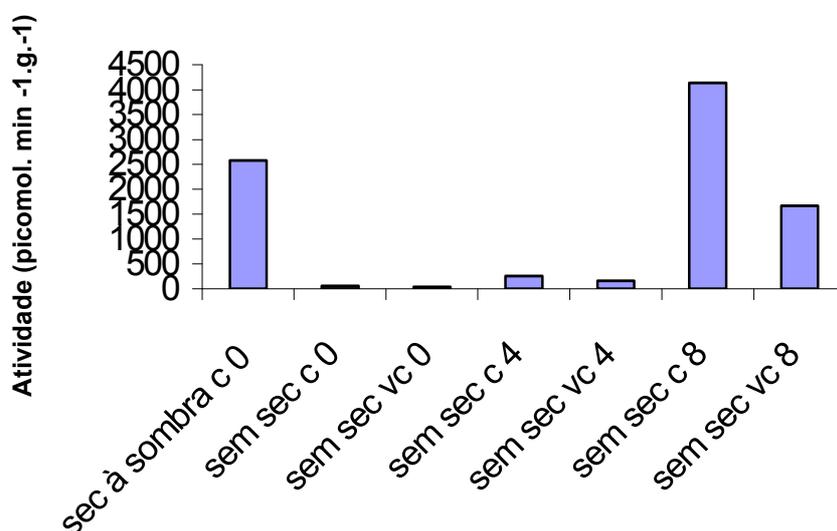


FIGURA 8 Atividade da enzima endo- β -mananase em sementes de cafeeiro secadas à sombra do estágio cereja não armazenadas (sec à sombra c 0), dos estágio cereja (sem sec c 0) e verde-cana (sem sec vc 0) não secadas e não armazenadas, dos estádios cereja (sem sec c 4) e verde cana (sem sec vc 4) não secadas e armazenadas por 4 meses, dos estádios cereja (sem sec c 8) e verde cana (sem sec vc 8) não secadas e armazenadas por 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Nota-se, ainda, que há um aumento gradativo da atividade da enzima endo- β -mananase à medida que se aumenta o tempo de armazenamento. Isto se deve ao fato de a enzima endo- β -mananase estar envolvida na degradação de paredes na germinação das sementes de cafeeiro (Silva, 2002). No entanto, esta enzima é sintetizada na medida em que as sementes passam do processo de desenvolvimento para o processo de germinação nas sementes sem secagem. Portanto, por estarem mais adiantadas no processo de germinação, as sementes colhidas no estágio cereja, independente do tempo de armazenamento, apresentam maior atividade de endo- β -mananase, quando comparadas com a

das sementes colhidas no estágio verde-cana. O aumento da atividade durante o armazenamento, como explicado acima, pelo tempo disponível encontrado pela semente durante o período de armazenamento para adquirir aparatos necessários para avançar no processo de germinação.

Atividade considerável dessa enzima foi observada em sementes do estágio cereja secadas à sombra (Figura 8). A presença de atividade nesta amostra se deve ao fato de ser a secagem sombra um tipo de secagem mais demorado, neste caso 17 dias, possibilitando o avanço dessas sementes no processo de germinação. Esses resultados podem ser comparados com os observados nos testes de germinação e vigor dessas sementes (Tabelas 3 e 5).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sementes de cafeeiro da espécie arábica no estágio verde-cana podem ser utilizadas para a confecção de mudas logo após o processamento dos frutos. No entanto, quando houver necessidade de armazenamento, recomenda-se a utilização das sementes colhidas no estágio cereja porque estas se mostraram mais tolerantes à secagem que as sementes colhidas no estágio verde-cana. Considerando que a secagem contribui para a conservação da qualidade fisiológica de sementes de cafeeiro durante o armazenamento, a alternativa mais viável é armazenar sementes colhidas no estágio cereja secadas à sombra. Outros métodos de secagem avaliados nesta pesquisa prejudicaram a qualidade das sementes ao longo do armazenamento.

É também importante ressaltar que, aos quatro meses de armazenamento, houve aumento nos resultados dos testes de germinação e protrusão radicular, em relação àqueles resultados observados nos mesmos testes em sementes antes do armazenamento e que a tendência após os quatro meses foi de redução da porcentagem de germinação e protrusão radicular até os oito meses. Esse comportamento é indicativo da presença de algum tipo de dormência nas sementes de cafeeiro logo após a colheita e que foi superado naturalmente nos quatro primeiros meses de armazenamento.

A secagem em secador causou os maiores prejuízos à qualidade das sementes, fato confirmado pelos testes de condutividade elétrica, protrusão radicular e germinação.

A maior atividade da enzima endo- β -mananase observada nas sementes colhidas no estágio cereja, secadas à sombra e não armazenadas, confirma ser esse o melhor tratamento para a obtenção de sementes de qualidade, afirmação também coerente com os resultados dos testes de matéria seca de plântulas e

índice de velocidade de emergência. Nesses testes, também observou-se, no início do armazenamento, maiores valores de peso de matéria seca de plântulas e índice de velocidade de emergência nas sementes colhidas no estado cereja secadas à sombra.

6 CONCLUSÕES

Sementes colhidas no estágio cereja tem maior potencial de armazenamento que as sementes do estágio verde-cana.

Há redução de vigor e germinação das sementes de cafeeiro colhidas no estágio verde-cana submetidas à secagem rápida.

A presença ou intensidade de bandas de proteínas resistentes ao calor estão associadas à secagem das sementes.

Há maior atividade da enzima endo- β -mananase em sementes colhidas no estágio cereja que em sementes do estágio verde-cana.

Há um aumento da atividade da enzima na medida em que se aumenta o período de armazenamento.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRONEGÓCIO. **Veja**, São Paulo, abr. 2004. Especial.

ALFENAS, A. C.; PETERS, I.; BRUCE, W.; PASSADOS, G. C. **Eletroforese se proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais**. Viçosa: UFV, 1991. 242 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CAFÉ. **Estatísticas Agrícolas**. Disponível em: <http://www.abic.com.br/estat_pagricola.html>. Acesso em: 15 abr. 2004.

BACCHI, O. Estudos sobre a conservação de sementes de café. **Bragantia**, Campinas, v. 17, p. 261-170, 1958.

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 Tecnology**, Zurich, v. 19, n. 2, p. 279-286, 1991.

BEWLEY, J. D. Membrane changes in seeds as related to germination and the perturbations resulting from deterioration in storage. In: MCDONALD, M. B.; NELSON C. J. (Ed.). **Physiology of seed deterioration**. Madison: Crop Science Society of America, 1986. p. 27-47.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination**. New York: Springer-Verlag, 1982.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: London Plenum Press, 1994. 367 p.

BLACKMAN, S. A.; WETTLAUFER, S. H.; OBENDORF, R. L.; LEOPOLD, A. C. Maturation proteins associated with desiccation on tolerance in soybean. **Plant Physiology**, Rockville, v. 96, n. 3, p. 868-874, July 1991.

BLACKMAN, S. A.; WETTLAUFER, S. H.; OBENDORF, R. L.; LEOPOLD, A. C. Maturation proteins and sugars in desiccation tolerance of developing seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v. 100, n. 1, p. 225-230, Sept. 1992.

BRANDÃO JÚNIOR, D. da S. **Marcadores da tolerância à dessecação de sementes de cafeeiro.** 2000. 144 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília, DF, 1992. 365 p.

CARVALHO, M. M. de.; ALVARENGA, G. **Determinação do estágio de desenvolvimento mínimo do fruto do cafeeiro (*Coffea arábica* L.),** para germinação. In: CONGRESSO BRASILEIRA DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 7., 1979, Araxá. **Resumos...** Rio de Janeiro: I. B. C./GERCA, 1979. p. 118-119.

CARVALHO, P. G. B.; BORGHETTI, F.; BUCKERIDGE, M. S.; MORHY, L.; FERREIRA FILHO, E. X. T. Temperature dependent germination and endo- β -mananase activity in sesame seeds. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 13, n. 2, p. 139-148, ago. 2001.

CÔME, D; CORBINEAU, F. Some aspects of metabolic regulation of seed germination and dormancy. In RAYLORSON, R. B. (Ed.). **Recent advances in the development and germination of seeds.** New York: Plenum Press, 1989. p. 165-179.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 14 abr. 2003.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology.** 3. ed. Boston: KAP, 1995. 409 p.

COSTA, P. S. C. **Teste de condutividade elétrica para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica*, L.).** 2003. 81 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DEDECA, D. M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arábica* L. Var. *Typica* Cramer. **Bragantia**, Campinas, v. 16, n. 23, p. 315-366, dez. 1957.

DOWNIE, B.; HILHORST, H. W. M.; BEWLEY, J. D. A new assay for quantifying endo- β -mananase activity using Congo Red dye. **Phytochemistry**, v. 36, p. 829-835, 1994.

EIRA, M. T. S.; WALTERS, C.; CALDAS, L. S.; FAZUOLI, L. C.; SAMPAIO, J. B.; DIAS, M. C. L. L. Tolerance of coffee spp. seeds to desiccation and low temperature. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 97-105, ago. 1999.

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

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behavior? II. Effects of provenance, immaturity, and imbibition on desiccation-tolerance in coffee. **Journal of Experimental Botany**, Ottawa, v. 42, n. 238, p. 653-657, May 1991.

ELLIS, R. H.; PIETA FILHO, C. The development of seed quality in spring and winter cultivars of Barly and wheat. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 2, n. 1, p. 9-15, Mar. 1992.

ESTANISLAU, W. T. **Modelo funcional de desenvolvimento de sementes de cafeeiro (Coffea arabica L.)**. 2002. 125 p. (Dissertação em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FARIA, M.A.V.R. **Maturação de sementes de milho: aspectos físicos, bioquímicos e fisiológicos**. 2003. 129 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. The increasing desiccation sensibility of recalcitrant *Avicennia marina* seeds with storage time. **Plant Physiology**, Rockville, v. 67, n. 2, p. 291-298, Feb. 1986.

FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Recalcitrance – a current assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 16, n. 1, p. 155-166, 1988.

FINCH-SAVAGE, W. E. The role of developmental studies in research on recalcitrant and intermediate seeds. In: WORKSHOP ON IMPROVED METHODS FOR HANDLING AND STORAGE OF INTERMEDIATE/RECALCITRANT TROPICAL FOREST TREE SEEDS, 1995, Humlebaek, Denmark. **Proceedings...** Humlebaek, Denmark, 1996. p. 83-97.

FINCH-SAVAGE, W. E. Seed development in the recalcitrant species *Quercus robur* L.: germinability and desiccation tolerance. **Seed Science Research**, Wallington, v. 2, n. 1, p. 17-22, Mar. 1992.

GENTIL, D. F. O. Conservação de sementes de cafeeiro: resultados discordantes ou complementares. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 149-154, 2001.

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

GROOT, S. P. C.; KIELISZEWSKA-ROKICKA, B.; VERMEER, E.; KARSSSEN, C. M. Gibberellin-induced hydrolysis of endosperm cell walls in gibberellin-deficient tomato seed prior to radicle protrusion. **Planta**, Berlin, v. 174, n. 4, p. 500-504, July 1988.

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**. 1995. 133 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GUIMARÃES, R. M. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L.)**. 2000. 180 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Development of desiccation tolerance in Norway maple (*Acer platanoides* L.) seeds during maturation drying. **Seed Science Research**, Wallington, v. 2, n. 2, p. 169-172, June 1992.

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Interspecific variation in seed storability behaviour within two genera – *Coffea* and *Citrus*. **Seed science and Tecnology**, Zurich, v. 23, n. 1 p. 165-181, 1995.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: the chemistry of quality**. London: Academic Press, 1995. 253 p.

INSTITUTO DE ESTUDOS DO COMÉRCIO E NEGOCIAÇÕES INTERNACIONAIS. Disponível em: <<http://www.iconebrasil.org.br>>. Acesso em: 20 jan. 2005.

- KING, M. W.; ROBERTS, E.H. **The storage of recalcitrant seeds:** achievements and possible approaches. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1979.
- KOORNNEEF, M.; HANHART, C. J.; HILHORST, H. W. M.; KARSSSEN, C. M. In vivo inhibition of seed development and reserve protein accumulation in recombinations of abscisic acid synthesis and responsiveness mutants in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 90, n. 3, p. 463-469, July 1989.
- KOSANKE, R.; BERNHARDT, D.; KOHLER, K. H.; VOIGT, B.; HECKER, M. The transfer of RNA from the nucleus into the cytoplasm in imbibing embryos of *Agrostemma githago* L. seeds of different age. **Acta Physiologica Plantarum**, Warsaw, v. 12, n. 2, p. 131-138, 1990.
- KUNDU, M.; KACHARI, J. Desiccation sensitivity and recalcitrant behavior of seeds of *Aquilaria agallocha* Roxb. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 28, n. 3, p. 755-760, 2000.
- LEPRINCE, O.; HENDRY, G. A. F.; MCKERSIE, B. D. The mechanisms of desiccation tolerance in developing seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 3, n. 3, p. 231-246, Sept. 1993
- MAGUIRRE, J. D. Speed of germination – aid seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, Mar./Apr. 1962.
- MANSFIELD, M. A; KEY, J. L. Synthesis of the low molecular weight heat shock proteins in plants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 84, n. 4, p. 1007-1017, Aug. 1987.
- MIRANDA, J. M. **Estudos de alguns fatores que influenciam a duração da viabilidade de sementes de café (*Coffea arabica*) cv. Catuaí.** 1987. 60 p. Dissertação (Mestrado Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.
- NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J.; HUBER, D. J. Endo- β -mannanase activity and seed germination of thermosensitive and thermotolerant lettuce genotypes in response to seed priming. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 11, n. 3, p. 255-264, Sept. 2001.

NAVRATIL, R. J.; BURRIS, J. S. Small-scale dryer designer. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 1, p. 159-161, Jan./Feb. 1982.

NONOGAKI, H.; MATSUSHIMA, H.; MOROHASHI, Y. Galactomannan hydrolyzing activity develops during priming in the micropylar endosperm tip of tomato seeds. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 85, n. 2, p. 167-172, June 1992.

OSBORNE, D. J. Biochemical control systems operating in the early hours of germination. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 61, n. 12, p. 3568-6577, Dec. 1983.

OSBORNE, D. J.; CHEAH, K. S. E. Hormones and foliar senescence. In: JACKSON, M. B.; GROUT, B.; MACKENSIE, I. A. (Ed.). **British plant regulator group**. London: Butterworths, 1982. p. 57-83. (Monograph, 8).

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 56-69, abr. 2000.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation tolerance mechanisms, **Seed Science Research**, Wallingford, v. 9, n. 1, p. 13-37, Mar. 1999.

PAMMENTER, N. W.; GREGGAINS, V.; KIOKO, J. I.; WESLEY-SMITH, J.; BERJAK, P.; FINCH-SAVAGE, W. E. Effects of differential drying rates on viability retention of recalcitrant seeds of *Ekebergia capensis*. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 8, n. 4, p. 463-471, Dec. 1998.

PEREIRA, C. E.; VON PINHO, E. V. R.; OLIVEIRA, D. F.; KIKUTI, A. L. P. ROSA, S. D. V. F. Determinação de inibidores da germinação no espermoderma de sementes de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória-ES. **Resumos....** Vitória-ES, 2001. p. 15.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

PRIESTLEY, D. A. **Seed Aging**: implications of seed storage and persistence in the soil. Ithaca: Cornell University Press, 1986.

RENA, A. B.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M. **Handbook of environmental physiology of fruit crops**: Subtropical and Tropical crops. Boca Roca: CRC Press, 1994. v. 2. p. 101-122.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCWA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafos. 1986. p. 13-85.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 126, p. 26-40, jun. 1985.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 499-514, 1973.

ROBERTS, E. H. Storage environment and the control of viability. In: ROBERTS, E. H. (Ed.). **Viability of seeds**. Syracuse: Syracuse University Press, 1972. cap. 2, p. 14-58.

ROSA, S. D. V. F. da.; SANTOS, C. G. dos; PAIVA, R.; GUIMARÃES, R. M.; VEIGA, A. D.; MELO, L. Q. de. Cafeína exógena inibe o desenvolvimento In Vitro de embriões de *Coffea arabica* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambu-MG. **Anais....** Caxambu, 2002. p. 164-166.

ROSA, S. D. V. F. da.; VON PINHO, E. V. R.; VIEIRA, M. G. G. C.; VEIGA, R. D. Indução de tolerância à alta temperatura de secagem em sementes de milho por meio de pré-condicionamento à baixa temperatura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 2, p. 290-318, 2004.

SASAKI, S. Storage and germination of dipterocarp seeds. **Tree Physiologist**, Kepong, v. 43, n. 3, p. 290-300, 1980.

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

SILVA, E. A. A. da.; TOOROP, P. E.; VAN ELST, A. C.; HILHORST H. W. M. Abscisic acid controls embryo growth potential and endosperm cap weakening during coffee (*Coffea arabica* L., cv. Rubi) seed germination. **Planta**, Berlin, v. 220, n. 2, p. 251-261, Dec. 2004.

SILVA, W. R.; DIAS, M. C. L. L. Interferência do teor de umidade das sementes de café na manutenção de sua qualidade fisiológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 5, p. 551-560, maio 1985.

SMITH, M. T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and sensitive seeds. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995.

SOTO, F.; ECHEVARRIA, I.; RODRIGUEZ, P. Estudio sobre la conservación de semillas de cafetos (*Coffea arabica* L. variedad Caturra). **Cultivos Tropicales**, La Habana, v. 16, n. 1, p. 33-36, 1995.

SUN, W.; MOTANGU, M. V.; VERBRUGGEN, N. Small heat shock proteins and estress tolerance in plants. **Biochimica Biophysica Acta**, Paris, v. 1577, n. 1, p. 1-9, Aug. 2002.

THOMANN, E. B.; SOLLINGER, J.; WHITE, C.; RIVIN, C. J. Accumulation of group 3 late embryogenesis abundant proteins in *Zea mays* embryos. Roles of abscisic acid and the viviparous-1 gene product. **Plant Physiology**, Rockville, v. 99, n. 2, p. 607-614, June 1992.

TOMPSETT, P. B.; PRITCHARD, H. W. The effect of chilling and moisture status on the germination, desiccation tolerance and longevity of *Aesculus hippocastanum* L. seed. **Annals of Botany**, New York, v. 82, n. 2, p. 249-261, Aug. 1998.

VALIO, I. F. M. Germination of coffee seeds (*Coffea arábica* L. cv. Mundo Novo). **Journal of Experimental Botany**, London, v. 27, n. 100, p. 983-991, Sept. 1976.

VASCONCELOS, L. M.; GROTH, D.; RAZERA, L. F. Efeito de processos de secagem, diferentes graus de umidade e tipos de embalagens na conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 181-188, 1992.

VAZQUEZ, E.; MONTIEL, F.; VAZQUEZ-RAMOS, J. M. DNA ligase activity in deteriorated maize embryo axes during germination: a model relating defects in DNA metabolism in seeds to loss of germinability. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 1, n. 4, p. 269-273, Dec. 1991.

VIERLING, E. The role of heat shock proteins in plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 42, p. 579-620, 1991.

VILLIERS, T. A.; EDGCUMBE, D. J. On the cause of seed deterioration in dry storage. **Seed Science e Technology**, Zurich, v. 3, n. 3, p. 761-774, 1975.

WALTERS, C.; RIED, J. L.; SIMMONS, M. K. W. Heat-soluble proteins extractes from wheat embryos have tightly bound sugars and unusual hydration properties. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 7, n. 2, p. 125-134, June 1997.

WALTERS, C. et al. Desiccation damage, accelerated ageing and respiration in dessication tolerant and sensitive seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 11, n. 2, p. 135-148, June 2001.

WILSON, D. O.; MCDONALD, M. B. The lipid peroxidation model of seed ageing. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 14, n. 2, p. 269-300, 1986.

WOLKERS, W. F.; BOCHICCHIO, A.; SELVAGGI, G.; HOEKSTRA, F. A. Fourier transform infrared microscopy detects changes in protein secondary structure associated with desiccation tolerance in developing maize embryos. **Plant Physiology**, Rockville, v. 116, n. 3, p. 1169-1177, Mar. 1998.

ANEXOS

	Página
TABELA 1A Análise de variância dos dados obtidos da avaliação do teste de protrusão radicular de sementes colhidas nos estádios verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	58
TABELA 2A Análise de variância dos dados obtidos da avaliação do teste germinação de sementes colhidas nos estádios verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.	58
TABELA 3A Análise de variância dos dados obtidos da avaliação do teste de matéria seca de plântulas de sementes colhidas nos estádios verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.	59

TABELA 4A	Análise de variância dos dados obtidos da avaliação do teste de índice de velocidade de emergência de sementes colhidas nos estádios verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.	59
TABELA 5A	Análise de variância dos dados obtidos da avaliação do teste de condutividade elétrica de sementes colhidas nos estádios verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra e em secador, armazenadas por 0, 4 e 8 meses. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	60

TABELA 1A. Análise de variância dos dados obtidos da avaliação do teste de protrusão radicular de sementes nos estádios de desenvolvimento verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra (natural) e em secador, submetidas a 0, 4 e 8 meses de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SECAGEM	2	299.054.719	149.527.360	7,259	0,0016
ESTÁDIO	1	862.635.612	1862.635.612	90,426	0,0000
TEMPO DE ARMA					
ZENAMENTO	2	103.336.703	51.668.351	2,508	0,0908
SEC*ESTÁDIO	2	100.010.358	50.005.179	2,428	0,0978
SEC* ARMAZ	4	411.792.864	102.948.216	4,998	0,0017
ESTÁDIO* ARMAZ	2	7.489.858	3.744.929	0,182	0,8343
SEC*ESTÁDIO					
*ARMAZ	4	180.001.458	45.000.365	2,185	0,0830
erro	54	1.112.320.425	20.598.526		
TOTAL	71	4076.641.999			

CV: 6,13%

TABELA 2A Análise de variância dos dados obtidos da avaliação do teste de germinação de sementes nos estádios de desenvolvimento verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra (natural) e em secador, submetidas a 0, 4 e 8 meses de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SECAGEM	2	1471.907.103	735.953.551	32,787	0,0000
ESTÁDIO	1	3437.310.422	3437.310.422	153,135	0,0000
TEMPO DE ARMA					
ZENAMENTO	2	88.484.269	44.242.135	1,971	0,1492
SEC*ESTÁDIO	2	275.020.536	137.510.268	6,126	0,0040
SEC*ARMAZ	4	745.406.972	186.351.743	8,302	0,0000
ESTÁDIO* ARMAZ	2	20.987.369	10.493.685	0,468	0,6291
SEC* ESTÁDIO					
* ARMAZ	4	32.357.497	80.893.743	3,604	0,0112
erro	54	2.110.220	22.446.337		
TOTAL	71	7574.793.844			

CV: 7,19%

TABELA 3A. Análise de variância dos dados obtidos da avaliação do teste de matéria seca de plântulas de sementes nos estádios de desenvolvimento verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra (natural) e em secador, submetidas a 0, 4 e 8 meses de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SECAGEM	2	0,818211	0,409106	26,657	0,0000
ESTÁDIO	1	3,406050	3,406050	221,933	0,0000
TEMPO DE ARMA					
ZENAMENTO	2	0,260003	0,130001	8,471	0,0006
SEC* ESTÁDIO	2	0,280933	0,140467	9,153	0,0004
SEC* ARMAZ	4	1,243914	0,310978	20,263	0,0000
ESTÁDIO * ARMAZ	2	0,517075	0,258538	16,846	0,0000
SEC* ESTÁDIO * ARMAZ	4	0,780242	0,195060	12,710	0,0000
erro	54	0,828750	0,015347		
TOTAL	71	8,135178			

CV: 16,98%

TABELA 4A Análise de variância dos dados obtidos da avaliação do teste de índice de velocidade de emergência de sementes nos estádios de desenvolvimento verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra (natural) e em secador, submetidas a 0, 4 e 8 meses de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SECAGEM	2	0,378544	0,189272	15,932	0,0000
ESTÁDIO	1	0,481835	0,481835	40,558	0,0000
TEMPO DE ARMA					
ZENAMENTO	2	2,809019	1,404510	118,224	0,0000
SEC* ESTÁDIO	2	0,120844	0,060422	5,086	0,0095
SEC* ARMAZ	4	2,601589	0,650397	54,747	0,0000
ESTÁDIO*ARMAZ	2	0,072969	0,036485	3,071	0,0546
SEC*ESTÁDIO *ARMAZ	4	0,161839	0,040460	3,406	0,0148
erro	54	0,641525	0,011880		
TOTAL	71	7,268165			

CV: 10,64%

TABELA 5A Análise de variância dos dados obtidos da avaliação do teste de condutividade elétrica de sementes nos estádios de desenvolvimento verde-cana e cereja, não secadas, secadas à sombra (natural) e em secador, submetidas a 0, 4 e 8 meses de armazenamento. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SECAGEM	2	18.880.216.108	9.440.108.054	52,207	0,0000
ESTÁDIO	1	21.928.717.235	21.928.717.235	121,273	0,0000
TEMPO DE ARMA					
ZENAMENTO	2	2.598.700.300	1.299.350.150	7,186	0,0017
SEC* ESTÁDIO	2	12.859.674.119	6.429.837.060	35,559	0,0000
SEC* ARMAZ	4	1.145.172.067	286.293.017	1,583	0,1920
ESTÁDIO *ARMAZ	2	1.694.783.344	847.391.672	4,686	0,0133
SEC* ESTÁDIO					
* ARMAZ	4	876.831.639	219.207.910	1,212	0,3163
erro	54	9.764.309.475	180.820.546		
TOTAL	71	69.748.404287			

CV: 44,23%