

JOÃO BATISTA ZONTA

**TESTE LERCAFÉ: ADEQUAÇÃO E APLICAÇÃO PARA
AVALIAR A QUALIDADE DE SEMENTES DE CAFEIEIRO**
(Coffea arabica L.)

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

JOÃO BATISTA ZONTA

**TESTE LERCAFÉ: ADEQUAÇÃO E APLICAÇÃO PARA
AVALIAR A QUALIDADE DE SEMENTES DE CAFEEIRO
(*Coffea arabica* L.)**

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

APROVADA: 23 de julho de 2007.

Pesq. Roberto Fontes Araújo
(Co-Orientador)

Prof. Múcio Silva Reis
(Co-Orientador)

Pesq. Fernando Antônio Pereira da Silva

Prof. Luiz Antonio dos Santos Dias

Prof. Eduardo Fontes Araújo
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por sempre iluminar meus passos.

A Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade de realizar o curso.

Ao Professor Eduardo Fontes Araújo, pela orientação, dedicação e principalmente pela confiança em mim depositada.

Aos meus conselheiros, Pesquisador Roberto Fontes Araujo e Professor Múcio Silva Reis pelas sugestões e conselhos durante a condução dos experimentos e redação da tese.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG – Centro Tecnológico da Zona da Mata), nas pessoas dos Pesquisadores Roberto Fontes Araújo e Marcelo de Freitas Ribeiro pela doação de parte do material experimental.

A todos os professores envolvidos direta ou indiretamente na minha formação.

A meu irmão João Henrique, meu companheiro desde o nosso nascimento.

Ao meu pai, João, e minha mãe, Maria Luíza, por sempre terem me incentivado a seguir meus estudos, além do amor e da amizade que deles sempre terei.

A minhas irmãs Gisleny e Gisely, pelos bons momentos que passamos juntos.

A minha sobrinha Anna Lúcia, que apesar de estar a pouco tempo entre a gente já é uma das paixões da minha vida.

A minha noiva Flávia, pelo amor, amizade, companheirismo e carinho.

Aos amigos (estudantes e funcionários) do Laboratório de Pesquisa em Sementes, pela disponibilidade em ajudar e pelos felizes momentos compartilhados.

BIOGRAFIA

JOÃO BATISTA ZONTA, filho de João Zonta e Maria Luiza Guss Zonta, nasceu no dia 19 de setembro de 1982 em Santa Teresa, no Estado do Espírito Santo.

No ano de 2000, conclui o segundo grau na Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa, Espírito Santo, recebendo o título de Técnico Agrícola com Habilitação em Agropecuária.

No ano de 2005, concluiu o Curso de Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUFES).

Em agosto de 2005, iniciou na Universidade Federal de Viçosa, o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, submetendo-se à defesa de dissertação em 23 de julho de 2007.

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
I. USO DO TESTE LERCAFÉ PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS SEMENTES DE CAFEIRO DURANTE O ARMAZENAMENTO.....	16
1. INTRODUÇÃO	18
2. MATERIAL E MÉTODOS	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4. CONCLUSÕES	29
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
II. USO DO TESTE LERCAFÉ PARA CARACTERIZAÇÃO DE INJÚRIAS EM SEMENTES DE CAFEIRO	33
1. INTRODUÇÃO	35
2. MATERIAL E MÉTODOS	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4. CONCLUSÕES	53
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
III. EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO, DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE EMBEBIÇÃO DAS SEMENTES DE CAFEIRO COM DIFERENTES GRAUS DE UMIDADE NA EFICIÊNCIA DO TESTE LERCAFÉ.....	57
1. INTRODUÇÃO	59
2. MATERIAL E MÉTODOS	60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4. CONCLUSÕES	68
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

RESUMO

ZONTA, João Batista, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2007. **Teste LERCAFÉ: adequação e aplicação para avaliar a qualidade de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.).** Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Co-Orientadores: Múcio Silva Reis e Roberto Fontes Araujo.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a utilização do teste LERCAFÉ para estimar a germinação e caracterizar diferentes tipos de injúrias/deteriorações em sementes de cafeeiro, bem como definir novas combinações de concentração do hipoclorito de sódio, tempo de embebição e temperatura de exposição, para tornar o teste LERCAFÉ ainda mais econômico e rápido. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Pesquisa de Sementes da Universidade Federal de Viçosa. Foram realizados três experimentos, utilizando-se sementes de cafeeiro da variedade Catuaí IAC 44. No experimento I, foram utilizadas sementes com 33, 28, 23, 18 e 13% de umidade (base úmida), armazenadas em embalagem impermeável, à temperatura de $20\pm 3^{\circ}\text{C}$. As sementes foram avaliadas pelos testes de germinação e LERCAFÉ, no qual foi computada a percentagem de sementes germináveis e não germináveis, caracterizando-se a deterioração durante o armazenamento. O teste LERCAFÉ consistiu na embebição das sementes sem pergaminho em solução a 2,5% de cloro ativo, por 3 horas, a 25°C , em BOD, adotando-se uma proporção de 100 mL de solução de hipoclorito de sódio para 50 sementes ou volume correspondente. Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente e embebidas em água destilada por 40 minutos. Os testes foram realizados aos zero, dois, quatro e seis meses de armazenamento. No experimento II, as sementes foram submetidas a diferentes tipos de injúrias, sendo os tratamentos constituídos de sementes sem injúria, sementes com injúria mecânica, sementes com injúria por secagem à temperatura de 40 e 60°C e sementes brocadas. As sementes foram avaliadas pelos testes de germinação e LERCAFÉ (idem experimento I), no qual foi computada a percentagem de sementes germináveis e não germináveis, caracterizando-se os diferentes tipos de injúrias. No experimento III, as sementes foram avaliadas pelos testes de germinação e LERCAFÉ, no qual foi computada a percentagem de sementes germináveis e não germináveis. Os tratamentos foram: embebição em solução aquosa contendo hipoclorito de sódio nas concentrações de 2,5; 3,5 e 4,5% de cloro ativo, durante período de embebição de 1, 2 e

3 horas, à temperatura de 25, 30 e 35°C. Para todos os tratamentos, as sementes, após terem seu pergaminho removido manualmente, foram acondicionadas em caixas gerbox com tela, onde ficaram embebidas em solução de hipoclorito de sódio, adotando-se a proporção de 100 mL de solução de hipoclorito de sódio para 50 sementes ou volume correspondente, numa concentração, tempo de embebição e temperatura de acordo com os tratamentos estabelecidos. Transcorrido o período de embebição, as sementes foram lavadas em água corrente e embebidas em água destilada por 40 minutos. No experimento I, observou-se, para todas as umidades estudadas, decréscimo na germinação durante o armazenamento. Pelo teste LERCAFÉ, observaram-se maiores percentagens de sementes com endosperma de coloração clara quando avaliadas antes do armazenamento (alto poder germinativo) e maiores percentagens de sementes com endosperma de coloração escuro (marrom ou preto) aos seis meses de armazenamento (baixo poder germinativo). Os valores de germinação estimados pelo teste LERCAFÉ apresentaram alta correlação ($r > 0,99$) com os valores do teste de germinação. Os resultados obtidos no experimento II mostraram que o teste LERCAFÉ é eficiente para estimar a germinação e caracterizar os diferentes tipos de injúrias em sementes de cafeeiro. Para os três tipos de injúrias, o resultado de germinação, estimada pelo teste LERCAFÉ, apresentou alta correlação com os resultados obtidos pelo teste de germinação. A injúria mecânica caracterizou-se por uma fenda na região do embrião e/ou na região oposta ao embrião, aparecendo nas bordas destas aberturas uma mancha de coloração verde. A injúria térmica, por secagem à temperatura de 40 e 60°C, caracterizou-se pelo aparecimento de manchas esverdeadas espalhadas, atingindo parcialmente ou totalmente o endosperma da semente. A injúria por broca-do-cafeeiro caracterizou-se por uma depressão circundada por um anel de coloração verde. No experimento III as combinações 2,5% de cloro ativo, a 35°C, por 3 horas e 3,5% de cloro ativo, a 30°C, por 2 horas foram eficientes para estimar a germinação de sementes de cafeeiro, indicando ser possível reduzir o tempo para realização do referido teste.

ABSTRACT

ZONTA, João Batista, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2007. **LERCAFÉ Test: adjustment and application to evaluate coffee seed quality (*Coffea arabica* L.)**. Adviser: Eduardo Fontes Araujo. Co-Advisers: Múcio Silva Reis and Roberto Fontes Araujo.

The objective of this work was to evaluate the application of the LERCAFÉ test to estimate germination and characterize different types of injuries/deterioration in coffee seeds and to determine new combinations of concentration of sodium hypochlorite, imbibition time and temperature-time exposure to make the LERCAFÉ test even more economical and faster. The experiments were conducted at the Seed Research Laboratory of the Federal University of Viçosa. Three experiments were carried out using seeds of coffee variety Catuaí IAC 44. The experiment I included seeds with 33, 28, 23, 18 and 13% of tenors of water (wet basis) stored in impermeable packages at $20\pm 3^{\circ}\text{C}$. Seeds were evaluated through the tests of germination and LERCAFÉ, in which the percentages of germinated and non-germinated seeds were calculated and deterioration during storage characterized. The LERCAFÉ test consisted of imbibition of seeds without parchment in solution of 2.5% active chlorine for 3 hours at 25°C in BOD, using 100 mL of sodium hypochlorite solution per 50 seeds or corresponding volume. Seeds were then washed in running tap water and soaked in distilled water for 40 minutes. The tests were carried out at 4 storage times: zero, two, four and six months. In the experiment II, the seeds were subjected to different types of damages, and the treatments consisted of non-damaged seeds, seeds with mechanical damage, heat damage (at 40 and 60°C) and bug damage. Seeds were then evaluated by tests of germination and LERCAFÉ (same as experiment I), calculating the percentages of germinated and non-germinated seeds and characterizing the deterioration during storage. In the experiment III, the seeds were evaluated by the tests of germination and LERCAFÉ by calculating the percentages of germinated and non-germinated seeds. The following treatments were applied: imbibition in solution of sodium hypochlorite in water at the concentrations of 2.5; 3.5 and 4.5% of active chlorine, imbibition times of 1, 2 and 3 hours, at 25, 30 and 35°C . In all the treatments, the seeds had the parchment manually removed and were stored in gerboxes with screen, soaked in sodium hypochlorite in the proportion of 100 mL of solution per 50 seeds or corresponding volume at temperatures, imbibition times and concentrations according to the

treatments. Following the imbibition times, seeds were washed in running tap water and soaked in distilled water for 40 minutes. In the experiment I, germination decreased with storage for all the tested moisture contents. The LERCAFÉ test showed larger percentages of seeds with clear endosperm when evaluated before storage (high germinative power) and larger percentages of seeds with dark endosperm (brown or black) at the six months of storage (low germinative power). The germination estimated by the LERCAFÉ test had high correlation ($r>0.99$) with the values from the germination test. The results obtained from the experiment II showed that the LERCAFÉ test is efficient to estimate germination and characterize the different types of injuries in coffee seeds. The germination results estimated by the LERCAFÉ test had high correlation with the results from the germination test for the three types of injuries. The mechanical damage was characterized by a fissure in the embryo region and/or in the region opposed to the embryo, with a green stain surrounding the fissure borders. The heat damage, by drying seeds at 40 and 60°C, was characterized by scattered green stains, partially or totally covering the seed endosperm. A sunken lesion surrounded by a green ring characterized the damage by coffee berry borer. In the experiment III the combinations 2.5% of active chlorine, at 35°C, for 3 hours and 3.5% of active chlorine, at 30°C, for 2 hours, were efficient to estimate seed germination, indicating the possibility of reducing the time for carrying the test out.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Botanicamente, o fruto do cafeeiro é considerado uma drupa e, em geral, apresenta dois lóculos e duas sementes, apresentando, quando maduro, um exocarpo de coloração vermelha ou amarela e um mesocarpo de consistência gelatinosa rico em açúcares e água (RENA & MAESTRI, 1986). Quanto às suas sementes, essas podem ser de quatro tipos. Quando uma semente desenvolve normalmente no interior da respectiva loja de um fruto de café, essa semente é do tipo chato, apresentando uma face plana e outra convexa. As sementes do tipo moca, ou arredondadas, ocorrem quando uma única semente se desenvolve no fruto (FAZUOLI, 1991), ocupando-o quase totalmente. Nos frutos moca, a interrupção do desenvolvimento da loja se dá logo no início do crescimento do ovário (MÔNACO, 1960). Sementes do tipo concha se originam quando mais de um óvulo se desenvolve em uma loja do ovário, acarretando a formação de duas sementes irregulares, imbricadas uma na outra. É também conhecida como falsa poliembrionia. O quarto tipo é aquele que compreende as sementes cunhas ou triangulares, que ocorrem quando o ovário é trilocular, desenvolvendo em cada loja uma semente (FAZUOLI, 1991). Suas sementes são formadas por um endosperma bastante volumoso e um envoltório constituído por células esclerenquimatosas, denominado película prateada. Internamente ao endosperma, encontra-se o embrião, que no gênero *Coffea* é bastante reduzido (3 a 4 mm). Envolvendo exteriormente a semente encontra-se o endocarpo, também chamado de pergaminho, sendo este constituído de um tecido de característica coriácea (RENA & MAESTRI, 1986).

Em relação a capacidade de armazenamento, as sementes de cafeeiro são reconhecidamente tidas como de vida curta, pois perdem rapidamente sua viabilidade (VARGAS, 1955; BENDAÑA, 1962 e POPINIGIS, 1977). Algumas pesquisas com sementes de cafeeiro relatam esses fatos. Vasconcelos et al. (1992), trabalhando com sementes que apresentaram 15 e 22% de umidade (base úmida), em sacos de aniagem, observaram queda da germinação e do vigor em sementes de cafeeiro a partir do quarto mês de armazenamento. Miranda & Valias (1984), trabalhando com sementes com 16% de umidade (base úmida), em sacos de papel multifoliado, observaram rápida perda da viabilidade a partir do quarto mês. O mesmo foi verificado por Silva & Dias (1985), no terceiro mês, com sementes com aproximadamente 10% de umidade (base úmida), em sacos de algodão, e Soto et al.

(1995), aos nove meses, com sementes com aproximadamente 15% de umidade (base úmida), acondicionadas em saco de polietileno hermeticamente fechado, em ambiente a 20°C. Como consequência dessa rápida perda da viabilidade, o mercado de sementes tem grande dificuldade em manter seus estoques.

A preocupação com a viabilidade das sementes do cafeeiro é antiga, sendo esta relatada desde a sua introdução na antiga Arábia (atual Iêmen). Segundo Thorn (1998), naquela época escravos sudaneses, ao passarem pela Abissínia (atual Etiópia), coletaram frutos e não extraíram as sementes, assegurando assim, durante a viagem, a manutenção do seu poder germinativo.

Popinigis (1977) descreve que a deterioração das sementes é variável entre as espécies, entre os lotes de sementes da mesma espécie e entre as sementes do mesmo lote. Durante o armazenamento, porém, a velocidade do processo poderá ser controlada, até certo ponto, em função da longevidade, da qualidade inicial das sementes e das condições do ambiente.

Segundo Roberts (1972), no armazenamento, a conservação depende do grau de umidade das sementes e das condições do ambiente. Em geral, é favorecida pela redução da atividade metabólica das sementes pela diminuição do grau de umidade e da manutenção de baixa umidade relativa, temperatura e concentração de oxigênio.

O aparecimento de injúrias em sementes, principalmente aquelas causadas por agentes físicos, tem sido apontado como uma das principais causas de perda de qualidade de sementes. Desta forma, Carvalho & Nakagawa (1988) e Bewley & Black (1994) definem as injúrias mecânicas como sendo danos causados por agentes físicos na colheita, beneficiamento, armazenamento, transporte e plantio, causando-lhes abrasões, trincas, rachaduras e quebras, e estão diretamente correlacionados com a redução da germinação, emergência e vigor, bem como com o potencial de armazenabilidade das sementes. Além disso, segundo os mesmos autores, as injúrias mecânicas apresentam efeitos cumulativos, ou seja, durante o processo de colheita e beneficiamento, os danos causados por impacto anterior somam-se ao de um novo impacto e, com isso, a semente torna-se cada vez mais sensível às injúrias mecânicas. Os danos mecânicos nas sementes, além de apresentarem efeitos imediatos sobre sua qualidade, as predis põem à deterioração mais rápida, pelo aumento da respiração e da lixiviação de eletrólitos, proporcionando um maior percentual no número de plântulas fracas e anormais, maior susceptibilidade a microrganismos, maior sensibilidade aos fungicidas e redução do potencial de armazenamento (BRUGGINK

et al., 1991; JAHUFER & BOROVOI, 1992; ESCASINAS & HILL, 1994 e SMITH & BERJAK, 1995).

Em relação às pragas, a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) é a principal praga do cafeeiro em vários países produtores, como Brasil, Colômbia e Vietnã (DAMON, 2000). É originária da África Equatorial e foi descrita por Ferrari em 1867 (BENNASSI, 1989). No Brasil, a broca-do-café foi referida em 1922 (PARRA et al., 1992). Entretanto, acredita-se que sua introdução ocorreu por volta de 1913, em amostras vindas do Congo Belga para a região de Campinas (BENNASSI, 1989). Mesmo em frutos totalmente infestados no campo, as perdas não são totais, pois o fruto do café, sendo uma baga constituída de duas sementes, permite ser atacado em uma só, permanecendo a outra, às vezes, intacta. A semente atacada pode ou não ser destruída, dependendo do número de larvas que se alimentam dela (REIS et al., 1984). A broca-do-café é uma praga presente em grãos verdes e maduros de café, não causando danos às folhas, caules e ramos (DAMON, 2000; REIS, 2002). As fêmeas adultas abrem galerias no endosperma da semente, onde depositam os ovos. As larvas e os adultos alimentam-se das sementes provocando redução no peso dos grãos, que pode variar de 5 a 20%, depois de processado (GUTIÉRREZ-MARTINEZ et al., 1993; BORBÓN-MARTINEZ et al., 2000). Além disso, as lesões causadas nos frutos de café propiciam a entrada de fungos e bactérias, agentes responsáveis pelo apodrecimento e queda dos frutos, o que prejudica consideravelmente a qualidade da bebida (SPONAGEL, 1994). Segundo Sousa & Reis (1993), os danos em decorrência do ataque são: perda de peso das sementes, devido à destruição causada pelas larvas; apodrecimento de sementes em frutos brocados que apresentam maturação forçada; inviabilidade de produção de sementes de café, pois os frutos brocados são descartados; perda de mercado externo pois os países importadores de café não aceitam rigorosamente qualquer café brocado. Segundo Reis (2002), populações da praga podem causar perdas de até 80% da produção.

Outro problema encontrado para sementes de cafeeiro é o processo de secagem. Este processo visa à retirada parcial da água da semente, através da transferência simultânea de calor do ar para a semente e de água, por meio do fluxo de vapor de água, da semente para o ar. É um processo dinâmico, em função da umidade relativa do ar (PESKE & VILLELA, 2003; VILLELA & PERES, 2004). Mais do que a secagem de grãos, a de sementes é, na prática, uma operação mais crítica, que requer um maior gerenciamento da qualidade, porque tanto a qualidade

fisiológica (germinação e vigor) quanto à identidade genética (pureza varietal) devem ser preservados (BAUDET et al., 1999).

Durante o processo de secagem, as sementes sofrem mudanças físicas, provocadas por gradientes de temperatura e umidade, que ocasionam expansão, contração e alterações na densidade e porosidade. O processo de secagem não aumenta o percentual de sementes quebradas, mas pode provocar fissuras internas ou superficiais, tornando as sementes mais suscetíveis à quebra durante o beneficiamento (VILLELA, 1991).

A utilização de temperaturas elevadas permite uma secagem mais rápida; porém, pode provocar uma diferença de umidade muito grande entre a periferia e o centro da semente, gerando um gradiente de pressão que causa o trincamento, principalmente em sementes de milho e arroz (PESKE & VILLELA, 2003). As principais conseqüências dos tecidos danificados pelas fissuras, independentemente da posição no endosperma, é que estas vão exigir gastos de energia da semente para reorganização das membranas, possíveis aumentos na taxa de respiração, lixiviação de solutos, formação de toxinas pelas partes não recuperadas, entre outros eventos metabólicos, resultando na redução do nível de vigor e, conseqüentemente, na capacidade de manter a qualidade no armazenamento, podendo também ocorrer aumento da suscetibilidade à ação negativa dos microorganismos, insetos e produtos químicos no tratamento das sementes (BORGES, 2001).

Nellist & Hugues (1973) citam que o aquecimento excessivo das sementes durante a secagem pode provocar danos como redução da percentagem e velocidade de germinação, produção de plântulas anormais, trincamentos internos, rompimento do tegumento e alterações na coloração. Mencionam também que a extensão dos danos depende da interação entre a temperatura, tempo de exposição e teor de água na semente.

A manifestação do dano térmico pode ser verificada por meio da análise de germinação, pela presença de plântulas anormais, redução na porcentagem e velocidade de germinação e pela análise de fissuras internas, principalmente em arroz, ou superficiais em milho (HARRINGTON, 1972; NELLIST & HUGHES, 1973). Os efeitos prejudiciais dos danos térmicos podem não ser imediatos na qualidade fisiológica das sementes; contudo, após um período de armazenamento, o vigor das sementes pode sofrer reduções consideráveis (POPINIGIS, 1985). Resultados obtidos por Araújo (1988) indicaram um provável efeito latente da

secagem com temperatura do ar em torno de 40°C sobre a qualidade das sementes de café.

Para sementes de café, Arcila-Pulgarín (1976) verificou que temperaturas de secagem iguais ou inferiores a 45°C não prejudicaram o poder germinativo das sementes. Araújo et al. (1989) concluíram que a temperatura do ar de secagem de 50°C foi prejudicial à germinação das sementes (efeito imediato), enquanto o efeito prejudicial das temperaturas de 30 e 40°C só ocorreu após o armazenamento (efeito latente). No mesmo trabalho, os autores verificaram que a secagem das sementes às temperaturas de 60 e 70°C causou a morte de todas as sementes.

Levando-se em consideração a rápida perda de viabilidade das sementes durante o armazenamento e a importância dos diferentes tipos de injúrias, o desenvolvimento de testes rápidos, baratos e de fácil execução e avaliação são importantíssimos, pois a avaliação rápida da qualidade de um lote de sementes favorece não só o setor sementeiro, mas também viveiristas e cafeicultores, pois a liberação antecipada de um lote de sementes para comercialização, proporciona ao viveirista produzir a muda em uma época mais adequada, e com isso o produtor tem acesso a mudas mais vigorosas, que no campo vão gerar plantas com maior capacidade de pegamento.

A partir dessa demanda, alguns testes vêm sendo utilizados para determinação da viabilidade das sementes de cafeeiro, como é o caso do teste de tetrazólio (DELOUCHE & BASKIN, 1973), do teste de condutividade elétrica individual (COSTA & CARVALHO, 2006), do teste de avaliação visual de exsudatos (SERA & MIGLIORANZA, 2000) e do teste de avaliação visual do formato e coloração do embrião (SERA & MIGLIORANZA, 2003).

Para verificação da incidência de injúrias em sementes de cafeeiro, Vieira et al. (1998) utilizaram solução de tetrazólio para determinar injúrias mecânica, sendo que a região da semente danificada desenvolvia uma coloração vermelha. Alguns autores, como Gonçalves (1981) e Marcos-Filho et al. (1987), relatam que o uso de corantes, como o verde rápido (*Fast green*) e a tintura de iodo, podem facilitar a identificação dos danos mecânicos em sementes de milho, mas os estudos sobre a metodologia de avaliação ou mesmo sobre o uso de corantes alternativos ainda não estão totalmente definidos. A identificação de danos utilizando-se tintura de iodo apresenta o inconveniente de ser tóxico ao homem durante a manipulação. O Verde Rápido é um teste de dano mecânico indicado para sementes de milho e outros

cereais, devido ao fato de não ser tóxico, em baixas concentrações, para as sementes e os homens. As sementes tingidas germinam e as plântulas normais e anormais podem ser examinadas para se observar os efeitos do dano mecânico. Menezes (2007) concluiu que para sementes de soja, feijão e outras Fabáceas, a identificação de danos mecânicos pode ser efetuada por meio do teste de imersão em hipoclorito de sódio. As sementes danificadas intumescem ao absorver a solução, enquanto as intactas permanecem em sua condição original. Carbonell et al. (1991) comparando os testes de tetrazólio e hipoclorito de sódio na avaliação do dano mecânico aplicado pelo teste do pêndulo, concluíram que o teste de hipoclorito de sódio pode ser usado como alternativa ao tetrazólio no processo de seleção de genótipos de soja com sementes resistentes ao dano mecânico pelo teste do pêndulo.

Atualmente, tem-se desenvolvido técnicas utilizando-se imagem digital e de raio-X. Leon et al. (1986), utilizando técnicas de raios-X, pancromáticas e de infravermelho para avaliar injúrias, concluíram que a técnica de raios-X foi a única capaz de detectar danos mecânicos localizados internamente nas sementes de milho, feijão e soja. Segundo Simak (1980), as fissuras e os danos por insetos, assim como os danos físicos de outras origens, podem ser identificados por meio de radiografias produzidas por raios-X, em curto período de tempo, com expectativa de resultados promissores, tendo essa recomendação adquirido importância a partir do uso de raios-X em sementes de coníferas, por Simak & Gustafsson (1953). Reid et al. (1991) desenvolveram um sistema de visão computadorizada para detecção de danos mecânicos em grãos de milho. Além disso, a imagem digital tem sido utilizada para avaliar características externas de sementes, de bulbos e de tubérculos (VAN DER VOOREN et al., 1992; VAN DER VOOREN & VAN DER HEIJDEN, 1993), enquanto a imagem digital de raios-X foi introduzida para avaliar as morfologias do embrião e do endosperma de sementes de *Arabidopsis thaliana* e de tomate (LIU et al., 1993; BINO et al., 1993; VAN DER BURG et al., 1994). Recentemente, Cicero et al. (1998), utilizando a análise de imagens para identificar os efeitos dos danos mecânicos sobre a germinação de sementes de milho, concluíram que a técnica pode ser utilizada para avaliar danos mecânicos localizados externa e internamente nas sementes, sendo estes diretamente relacionados com as anormalidades de plântulas ou com a morte dos embriões. Os mesmos autores constataram que as rupturas presentes no endosperma, causando restrições na translocação de nutrientes para o

eixo embrionário, ou as que ocorriam diretamente sobre o eixo embrionário, eram as que afetavam negativamente a germinação das sementes.

Para avaliar a deterioração causada pelo armazenamento em sementes de cafeeiro, Sera & Miglioranza (2000) observaram que sementes muito velhas exsudam líquidos marrons, enquanto sementes novas (com bom poder germinativo) não apresentavam exsudação marrom. Outro teste desenvolvido por Sera & Miglioranza (2003) foi o de avaliação visual dos embriões, no qual foi constatado que sementes com menor grau de envelhecimento apresentavam maior porcentagem de embriões com a extremidade do eixo hipocótilo-radícula arredondado. Mas mesmo sendo rápidos, estes testes são muito trabalhosos, onerosos e demandam mão-de-obra altamente especializada.

Em função destes problemas, foi desenvolvido o teste LERCAFÉ que tem como principais vantagens a redução no tempo e no trabalho dispensado na avaliação das sementes de cafeeiro, possibilitando a avaliação rápida da qualidade das sementes, além de apresentar baixo custo e requerer pouca demanda de mão de obra. O teste consiste no emprego do hipoclorito de sódio (NaClO) para avaliação rápida da qualidade das sementes de café, vindo a somar às novas tecnologias empregadas no setor das Ciências Agrárias, principalmente na área de Tecnologia de Sementes. Esta avaliação rápida é possível uma vez que o hipoclorito de sódio, em determinadas concentrações, reage nas áreas mortas ou lesionadas do endosperma das sementes de cafeeiro, fazendo com que o tecido, nessas condições, assuma coloração esverdeada; se esta coloração ocorrer em uma grande área do endosperma ou na região sobre e/ou ao redor do embrião, a semente será considerada não germinável (REIS, 2004). O hipoclorito de sódio também tem sido utilizado com sucesso para a retirada do pergaminho, acelerando assim a germinação das sementes e desenvolvimento de mudas de cafeeiro (MEIRELES, 2004; SOFIATTI, 2006).

O objetivo deste trabalho foi estudar a utilização do teste LERCAFÉ para estimar a germinação e caracterizar os diferentes tipos de injúrias/deteriorações em sementes de cafeeiro, bem como definir novas combinações de concentrações de hipoclorito de sódio, tempos de embebição e temperaturas de exposição, para tornar o teste LERCAFÉ ainda mais econômico e rápido.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ARAÚJO, E. F.; CORRÊA, P. C.; PEREIRA, O. A. Influencia da temperatura de secagem na germinação de sementes de café. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.11, n.1,2,3, p.69-75, 1989.

ARCILA-PULGARÍN, J. Influencia de la temperatura de secado en la germinación de las semillas de cafe. **Cenicafé**, Chinchiná, v.27, n.2, p.89-91, 1976.

BAUDET, L. M.; VILLELA, F.; CAVARIANI, C. Princípios de secagem. **Seed News**. Pelotas, ano III, n.10, p.20-22, 1999.

BENASSI, V. L. R. M. **A broca-do-café**. Vitória.: EMCAPA, 1989.

BENDAÑA, F. E. Fisiologia de las semillas de café. I. Problemas relativos al almacenamiento – café. **Turrialba**, v.4, n.15, p.93-96, 1962.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds physiology of development and germination**. 3.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BINO, R. J.; AARTSE, J. W.; VAN DER BURG, W. J. Non destructive X-ray of Arabidopsis embryo mutants. **Seed Science Research**, Wallingford, v.3, p.167-170, 1993.

BORBÓN MARTÍNEZ, O.; MORA-ALFARO, A. C. O.; GONZALES, L. M. Proyecto de trampas, atrayentes y repelentes para el control de la broca del fruto de cafeto, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFEICULTURA, 19., 2000, San Jose (Costa Rica,). **Anais...** San José (Costa Rica): IICA-Promecafe, 2000. p.341-348.

BORGES, J. W. M. **Trincamento interno, tratamento fungicida e qualidade de sementes de milho**. 2001. 37 f. (Tese Doutorado). Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BRUGGINK, H.; URARK, H. L.; DIJKEMA, M. H. G. F.; BEKENDAM, J. Some factors influencing electrolyte from maize (*Zea mays* L.) kernels. **Seed Science Research**, Zürich, v.1, n.1, p.15-20, 1991.

CARBONELL, S. A. M.; KRYZYKANOWSKI, F. C.; FONSECA, N. S. Comparação dos testes de tetrazólio e hipoclorito de sódio na avaliação do dano mecânico aplicado pelo “teste do pêndulo”. **INFORMATIVO ABRATES**, Londrina, v.1, n.4, p.101. 1991.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CÍCERO, S. M.; VAN DER HEIJDEN, G. W. A. M., VAN DER BURG W. J., BINO, R. J. Evaluation of mechanical damages in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.26, n.3, p.603-612, 1998.

COSTA, P. S. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 92-96, 2006.

DAMON, A. A. Review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). **Bulletin Entomological Research**, Farnham Royal, v.90, p.453-465, 2000.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, N. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, p. 427-452, 1973.

ESCASINAS, A. B.; HILL, M. J. Stress cracks during seed corn drying. **Zemедwska technika**, UZPI, v.40, n.1, p.3-14, 1994.

FAZUOLI, L. C. **Metodologias, critérios e resultados da seleção em progênies do café Icatu com resistência a *Hemileia vastatrix***.: 1991. 322 f. (Tese Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GONÇALVES, C. A. R. **Efeito de métodos de colheita e debulha de sementes sobre a germinação e produção de milho (*Zea mays* L.)**. 1981. 122 f. (Dissertação Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, A.; RIVAS, A. S. H.; SÁNCHEZ, A. V. Trampeo en el campo de la broca del fruto de café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) com los semioquímicos volátiles del fruto de café robusta *Coffea canephora* Piere ex Froehner. In: SIMPOSIO DE CAFEICULTURA LATINOAMERICANA, 16., 1993. Managua (Nicarágua). **Anais...** Managua (Nicarágua): IICA/PROMECAFÉ, 1993. v.2, p.1-7.

HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T. T. **Seed biology**. New York : Academic, 1972. V.3, p.145-245.

JAHUFER, M. Z. Z.; BOROVOI, V. V. The effects of mechanical damage to maize (*Zea mays* L.) seed on germination seedling morphology and subsequent grain yield. **Journal of Applied Seed Production**, Austrália, v.10, n.31, p. 67-77, 1992.

LEON, G. G.; AGUIRRE, A. J.; CARVALHO, O. L. M.; IRIGON, D. L.; GODOY, A. F. Utilização de filmes radiográfico, pancromático e infravermelho na avaliação de danos em sementes. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v.16, p.303-318, 1986.

LIU, Y.; VAN DER BURG, W. J.; AARTSE, J. W.; VAN ZWOL, R. A.; JALINK, H.; BINO, R. J. X-ray studies on changes in embryo and endosperm morphology during priming and imbibition of tomato seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.3, p.171-178, 1993.

MARCOS-FILHO, J.; CÍCERO, J. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 230p.

MEIRELES, R. C. **Efeito do hipoclorito de sódio e da embebição em água na germinação das sementes de café (*Coffea arabica* L.)**. 2004. 56 f. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MENEZES, N. L. Testes rápidos para a determinação da qualidade das sementes. acesso em 30/01/2007 as 15:05 <http://www.ufsm.br/sementes/trapidos.htm>

MIRANDA, J. M.; VALIAS, E. P. Estudo sobre a conservação da viabilidade de sementes de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11. Londrina, 1984. **Resumos**. Rio de Janeiro, Ministério da Indústria e do Comércio, IBC, 1984. p.160-161.

MÔNACO, L. C. Efeito das lojas vazias sobre o rendimento do café Mundo Novo. **Bragantia**, v.19, n.1, p.1-12, 1960.

NELLIST, M. E.; HUGUES, M. Physical and biological processes in the drying of seed. **Seed Science and Technology**. Zurich, v.1, n.3, p.613-643, 1973.

PARRA, J. R. P.; BATISTA, G. C.; ZUCCHI, R. A. Pragas do cafeeiro, p. 355-386. In: FEALQ (org.). **Curso de Entomologia Aplicada a Agricultura**. Piracicaba: FEALQ, 1992.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. Secagem de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M.; ROTA, G. R. M. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Pelotas, Editora e Gráfica Universitária (UFPel), 2003, p.283-322.

- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, 1985. 289p.
- REID, J.; KIM, C.; PAULSEN, M. R. Computer vision sensing of stress cracks in corn kernels. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.34, p.2235-2244, 1991.
- REIS, P. R.; SOUZA, J. C.; MELLES, C. A. Pragas dos frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.109, p.41-50, 1984.
- REIS, P. R. Broca-do-café: conheça os métodos para eliminar a ameaça. **Cultivar**, Pelotas, v.38, p.10-13, 2002.
- REIS, L.S. **LERCAFÉ: novo teste para estimar a germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2004. 57 f. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 13-85, 1986.
- 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.
- SERA, G. H.; MIGLIORANZA, E. Avaliação visual do potencial germinativo de sementes de café por exsudatos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Brasília – DF: Embrapa Café Minasplan, 2000.
- SERA, G. H.; MIGLIORANZA, E. Avaliação visual do potencial germinativo de sementes de café pelo formato e coloração do embrião. **Semina**, Londrina, v.24, n.2, p.307-310, 2003.

SIVA, 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, 1985.

SIMAK, M. X-Radiography in research and testing of forest tree seeds. **Report SUAS - Department of Silviculture**, Umea- Sweden, n.3, p.1-34, 1980.

SIMAK, M.; GUSTAFSSON, A. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. **Hereditas**, Lund-Sweden, v.39, p.458-468, 1953.

SMITH, M. T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccations of seed associated mycoflora during storage. In: JAIME, K.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York, Marcel Dekker Inc., 1995, p.701-746.

SOFIATTI, V. **Aperfeiçoamento do uso de hipoclorito de sódio para acelerar a germinação de sementes e a emergência de plântulas de cafeeiro (*coffea arabica* L.)**. 2006. 72 f. (Tese Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Broca-do-café - histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle. **Boletim técnico**, Belo Horizonte, n.40, 28p. 1993.

SPONAGEL, K. W. **La broca del cafe *Hypothenemus hampei* en plantaciones de cafe robusta en la Amazônia Ecuatoriana**. Giessen, Germany: Wissenschaftlicher, Fachverlag, 1994.

THORN, J. **O guia do café**: guia dos conhecedores das melhores infusões do mundo. Trad. de L. Geer. China: Livros e Livros, 1998. 192p.

VAN DER BURG, W. J.; AARTSE, J. W.; VAN ZWOL, R. A.; BINO, R. J. Predicting tomato seedling morphology by X-ray analysis of seeds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v.119, p.256-263, 1994.

VAN DER VOOREN, J. G.; POLDER, G.; VAN DER HEIJDEN, G. W. A. M. Identification of mushroom cultivars using image analysis. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.35, p.347-350, 1992.

VAN DER VOOREN, J. G.; VAN DER HEIJDEN, G. W. A. M. Measuring the size of french beans with image analysis. **Plant Varieties and Seeds Gazette**, Cambridge, v.6, p.47-53, 1993.

VARGAS, E. V. Como conservar la semilla del café. **Rev. Agric. Comer. Ind.**, Panamá, v.13, n.26, p.44, 1955.

VASCONCELOS, L. M.; GROTH, D.; RAZERA, L. F. Efeito de processos de secagem, diferentes graus de umidade e tipos de embalagem 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.

VIEIRA, M. G. G. C.; GUIMARÃES, R. M.; PINHO, E. V. R. V.; GUIMARÃES, R. J.; OLIVEIRA, J. A. **Testes rápidos para determinação da viabilidade e da incidência de danos mecânicos em sementes de cafeeiro**. Lavras: UFLA, 1998. 34p. Boletim Agropecuário.

VILLELA, F. A. **Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho**. 1991. 104 f. (Tese Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VILLELA, F. A.; PERES, W. B. Coleta, secagem e beneficiamento de sementes. In. FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, R. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, ARTMED, 2004, 265-281.

I. USO DO TESTE LERCAFÉ PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS SEMENTES DE CAFEIEIRO DURANTE O ARMAZENAMENTO

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi estudar a utilização do teste LERCAFÉ para estimar a germinação e caracterizar a deterioração das sementes de cafeeiro durante o armazenamento. O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes da Universidade Federal de Viçosa. Utilizaram-se sementes de café arábica, variedade Catuaí IAC 44, com 33, 28, 23, 18 e 13% de teor de água (base úmida), armazenadas em embalagem impermeável, à temperatura de $20\pm 3^{\circ}\text{C}$. As sementes foram avaliadas pelos testes de germinação e LERCAFÉ, o qual consistiu na embebição das sementes sem pergaminho em solução a 2,5% de cloro ativo, por 3 horas, a 25°C , adotando-se uma proporção de 100 mL de solução de hipoclorito de sódio para 50 sementes ou volume correspondente. Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente e embebidas em água destilada por 40 minutos. Os testes foram realizados aos zero, dois, quatro e seis meses de armazenamento. Para todos os teores de água estudados, observou-se decréscimo na germinação durante o armazenamento. Pelo teste LERCAFÉ, foram observadas maiores percentagens de sementes com endosperma de coloração clara quando avaliadas antes do armazenamento (alto poder germinativo) e maiores percentagens de sementes com endosperma de coloração escuro (marrom ou preto) aos seis meses de armazenamento (baixo poder germinativo). Os valores de germinação estimados pelo teste LERCAFÉ apresentaram alta correlação com os valores do teste de germinação. Conclui-se que o teste LERCAFÉ é eficiente para estimar a germinação de sementes de cafeeiro durante o armazenamento, bem como para caracterizar a deterioração causada pelo envelhecimento natural das sementes.

Palavras-Chave: sementes, cafeeiro, hipoclorito de sódio, armazenamento.

I. EVALUATION OF COFFEE SEED QUALITY DURING STORAGE BY LERCAFÉ TEST

ABSTRACT - The objective of the present work was to evaluate the use of the LERCAFÉ test for estimating germination and characterizing deterioration of coffee seeds during storage. The experiment was conducted at the Seed Research Laboratory of the Federal University of Viçosa. Seeds of Arabic coffee variety Catuaí IAC 44, with 33, 28, 23, 18 and 13% of tenors of water (wet basis) were stored in impermeable packages at $20\pm 3^{\circ}\text{C}$. The seeds were assessed by the tests of germination and LERCAFÉ, consisting of imbibition of seeds without parchment in solution of 2.5% active chlorine, at 25°C , for 3 hours, in the proportion of 100 mL of sodium hypochlorite solution per 50 seeds or corresponding volume. Seeds were then washed in running tap water and soaked in distilled water for 40 minutes. The tests were carried out at 4 storage times: zero, two, four and six months. There was decrease in germination during the storage for all the studied moisture contents. The LERCAFÉ test showed larger percentages of seeds with clear endosperm when evaluated before storage (high germinative power) and larger percentages of seeds with dark endosperm (brown or black) at the six months of storage (low germinative power). The germination estimated by the LERCAFÉ test had high correlation with the values from the germination test. It is concluded that the LERCAFÉ test is efficient to estimate germination of coffee seeds during storage, as well as to characterize deterioration caused by the natural aging of seeds.

Keywords: seeds, coffee, sodium hypochlorite, storage.

1. INTRODUÇÃO

A germinação de sementes de café é lenta e desuniforme. Para a avaliação da qualidade das sementes de café, pelo teste de germinação, são necessários no mínimo 30 dias para a leitura final (BRASIL, 1992), o que retarda pesquisa e comercialização. Além disso, é um teste muito trabalhoso, pois para a realização deste é necessária a retirada manual do pergaminho das sementes. A germinação das sementes de maneira lenta e desuniforme ainda constitui grande empecilho à produção de mudas de qualidade, causando dificuldades à instalação da cultura no campo (SGUAREZI et al., 2001). Outro problema encontrado é a possível ocorrência de situações em que o teste de germinação, por requerer demasiado tempo, pode gerar resultados conflitantes com a verdadeira qualidade fisiológica da semente no momento da divulgação dos resultados (DIAS & SILVA, 1986). Em relação ao armazenamento as sementes de cafeeiro são caracterizadas, fisiologicamente, como rápidas perdedoras de viabilidade (VARGAS, 1955; BENDAÑA, 1962; POPINIGIS, 1977; SILVA & DIAS, 1985). Alguns trabalhos mostram que as sementes de cafeeiro perdem o poder germinativo aos quatro meses quando armazenadas com teor de água entre 15 e 22% (base úmida), em sacos de aniagem (VASCONCELOS et al., 1992), ou com 16% de teor de água (base úmida), em sacos de papel multifoliado (MIRANDA & VALIAS, 1984), no terceiro mês, com aproximadamente 10% de teor de água (base úmida), em sacos de algodão (SILVA & DIAS, 1985), e aos nove meses, acondicionadas em saco de polietileno hermeticamente fechado (SOTO et al., 1995). O desenvolvimento de testes rápidos, baratos e de fácil execução e avaliação são importantíssimos, pois a avaliação rápida da qualidade de um lote de sementes favorece não só o setor sementeiro, mas também viveiristas e cafeicultores, pois a liberação antecipada de um lote de sementes para a comercialização proporciona ao viveirista produzir a muda em uma época mais adequada, e com isso o produtor tem acesso a mudas mais vigorosas, que no campo vão gerar plantas com maior capacidade de pegamento.

A partir dessa demanda, alguns testes vêm sendo utilizados, como é o caso do teste de tetrazólio (DELOUCHE & BASKIN, 1973), do teste de condutividade elétrica individual (COSTA & CARVALHO, 2006), do teste de avaliação visual de exsudatos (SERA & MIGLIORANZA, 2000) e do teste de avaliação visual do formato e coloração do embrião (SERA & MIGLIORANZA, 2003). Mas mesmo

sendo rápidos, estes testes são muito trabalhosos, onerosos e demandam mão-de-obra altamente especializada. Em função destes problemas, foi desenvolvido o teste LERCAFÉ (REIS, 2004), que tem como principais vantagens a redução no tempo e no trabalho dispensado na avaliação das sementes de cafeeiro, possibilitando a avaliação rápida da qualidade das sementes, além de apresentar baixo custo e requerer pouca demanda de mão de obra. O teste LERCAFÉ consiste no emprego do hipoclorito de sódio (NaClO) na avaliação rápida da qualidade das sementes de café, vindo a somar às novas tecnologias empregadas no setor das ciências agrárias, principalmente na área de tecnologia de sementes. Esta avaliação rápida é possível uma vez que o hipoclorito de sódio, em determinadas concentrações, reage nas áreas mortas ou lesionadas do endosperma das sementes de cafeeiro, fazendo com que o tecido, nessas condições, assumam coloração esverdeada; se esta coloração ocorrer em uma grande área do endosperma ou na região sobre e/ou ao redor do embrião, a semente será considerada não germinável (REIS, 2004).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo estudar a utilização do teste LERCAFÉ para estimar a germinação e caracterizar a deterioração de sementes de cafeeiro durante o armazenamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG. Foram utilizadas sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cultivar IAC Catuaí 44, provenientes da Fazenda Experimental do Vale do Piranga/Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG).

Os frutos foram colhidos manualmente, no estádio denominado cereja. Após a colheita, os frutos foram submetidos aos processos de despulpamento e degomagem (fermentação em água por 24 horas) para a retirada da mucilagem. As sementes foram lavadas em água corrente e dispostas sobre telado à sombra, para a remoção do excesso de umidade. Em seguida, as sementes foram secadas à sombra em sacos de filó, tamanho 10 x 15 cm, contendo aproximadamente 1,3 kg de sementes cada embalagem, até atingirem os teores de água de 33, 28, 23, 18 e 13% (base úmida). Após a secagem, efetuou-se a eliminação das sementes que se

apresentavam chochas, danificadas e brocadas, conforme os procedimentos para a obtenção de lotes comerciais.

As sementes de todos os tratamentos foram armazenadas em embalagem impermeável, à temperatura de $20\pm 3^\circ\text{C}$, em laboratório, sendo as seguintes avaliações realizadas aos 0, 2, 4 e 6 meses de armazenamento.

Teste LERCAFÉ - quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento tiveram seu pergaminho removido manualmente. Utilizando-se de caixas do tipo gerbox, com telado plástico, para melhor envolvimento das sementes pela solução, as sementes foram imersas em 100 mL de hipoclorito de sódio em concentração de 2,5% de cloro ativo, adotando-se a proporção de 100 mL de solução de hipoclorito de sódio para 50 sementes ou volume correspondente. As caixas contendo as sementes foram levadas para a câmara do tipo BOD, regulada com temperatura de 25°C , onde permaneceram por 3 horas. Transcorrido esse período, as sementes foram lavadas em água corrente por 90 segundos e imersas em água destilada por 40 minutos, sendo posteriormente dispostas sobre bancada para avaliação. Após a avaliação visual, as sementes foram fotografadas e foi computada, de acordo com a coloração do endosperma e a presença do embrião, a percentagem de sementes germináveis e não germináveis, conforme adaptação da metodologia descrita por Reis (2004).

Teste de germinação - utilizaram-se 200 sementes, sem pergaminho, removido manualmente, em quatro repetições, semeadas em papel germitest (3 folhas) umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos confeccionados foram mantidos em germinador a 30°C . As avaliações foram efetuadas aos 15 e 30 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em percentagem média de plântulas normais (BRASIL, 1992).

Grau de umidade – o grau de umidade das sementes foi determinado pelo método da estufa a $105\pm 3^\circ\text{C}$, por um período de 24 horas, utilizando-se duas repetições de aproximadamente 30 gramas de sementes sem pergaminho, conforme Brasil (1992), sendo os resultados expressos em percentagem de teor de água (base úmida).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, isoladamente para cada teor de água estudado, foram comparadas, entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson,

isoladamente para cada teor de água estudado, entre os testes LERCAFÉ e de germinação, sendo a significância dos valores de correlação determinada pelo teste t a 1% de probabilidade (GOMES, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do teste LERCAFÉ, nas quatro épocas de armazenamento, foram observadas sementes com endosperma com diferentes colorações. Assim, para a determinação da viabilidade das sementes, estas foram divididas em 5 classes (Figura 1).

As sementes da classe 1, classificadas como germináveis, apresentam endosperma de coloração clara e embrião visível. Essas sementes, quando submetidas ao teste de germinação, após o teste LERCAFÉ, originaram plântulas normais. Sementes da classe 2 apresentam endosperma de coloração marrom claro e da classe 3 possuem endosperma de coloração marrom escuro. As sementes das classes 4 possuem endosperma de coloração preta e as sementes da classe 5 possuem endosperma de coloração clara mas sem embrião visível. Sementes pertencentes às classes 4 e 5, assim como as das classes 2 e 3, foram consideradas não germináveis e, quando submetidas ao teste de germinação, após o teste LERCAFÉ, não originaram plântulas normais.

Na Tabela 1 encontram-se os valores percentuais de germinação, obtidos pelo teste de germinação, e as diferentes classes de sementes, de acordo com o teste LERCAFÉ, em todos os teores de água e períodos de armazenamento. Observando-se os resultados encontrados no teste de germinação nota-se que os tratamentos foram separados em diferentes categorias de qualidade, onde se verifica que, para as sementes com 33% de teor de água, o teste classificou as sementes com zero e dois meses de armazenamento como de qualidade superior e as sementes com seis meses como de qualidade inferior. As sementes com 28% de teor de água seguiram o padrão anterior, sendo com zero e dois meses classificadas como de qualidade superior e aos seis meses como de qualidade inferior. Já para as sementes com 23, 18 e 13% de teor de água, as sementes com zero, dois e quatro meses de armazenamento destacaram-se como de qualidade superior e apenas as sementes com seis meses apresentaram menor qualidade em comparação aos demais. Resultados semelhantes



Figura 1: Classificação de sementes de cafeeiro pelo teste LERCAFÉ.

Classe 1 – Semente com endosperma de coloração clara e embrião visível (germinável);

Classe 2 – Semente com endosperma de coloração marrom claro (não germinável);

Classe 3 – Semente com endosperma de coloração marrom escuro (não germinável);

Classe 4 – Semente com endosperma de coloração preto (não germinável);

Classe 5 - Semente com endosperma de coloração clara mas sem embrião visível (não germinável).

Tabela 1: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação durante o armazenamento de sementes de cafeeiro com diferentes teores de água.

Tratamentos		Teste de Germinação (%)	Teste LERCAFÉ (%)				
Teor de Água (%)	Armazenamento (meses)		Classes				
			1	2	3	4	5
			Germináveis	Não germináveis			
33	0	92 a ¹	97 a	0	0	0	3
	2	83 a	85 b	10	0	3	2
	4	54 b	57 c	15	0	26	2
	6	10 c	14 d	2	0	84	0
	CV (%)		9,243	4,265	-	-	-
28	0	94 a	98 a	0	0	0	2
	2	88 ab	93 b	5	1	0	1
	4	78 b	80 c	13	4	0	3
	6	0 c	0 d	20	78	0	2
	CV (%)		7,325	3,084	-	-	-
23	0	93 a	98 a	0	0	0	2
	2	90 a	93 ab	5	0	0	2
	4	86 a	88 b	6	4	0	2
	6	0 b	0 c	29	68	0	1
	CV (%)		6,488	5,773	-	-	-
18	0	94 a	99 a	0	0	0	1
	2	91 a	96 ab	2	0	0	2
	4	91 a	93 b	6	1	0	0
	6	0 b	0 c	37	60	0	3
	CV (%)		6,101	2,260	-	-	-
13	0	94 a	99 a	0	0	0	1
	2	92 a	95 b	3	0	0	2
	4	91 a	93 b	5	0	0	2
	6	0 b	0 c	45	54	0	1
	CV (%)		5,932	2,376	-	-	-

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

foram obtidos por Vasconcelos et al. (1992) e Miranda & Valias (1984), que observaram queda na germinação quatro meses após o armazenamento.

Os resultados obtidos com o teste LERCAFÉ mostram que as sementes com 33, 28, 23, 18 e 13% de teor de água quando estas ainda não tinham sido armazenadas (mês zero), apresentavam 97, 98, 98, 99 e 99%, respectivamente, de sementes da classe 1. A ausência de sementes das classes 2, 3 e 4 evidencia a alta qualidade inicial dos lotes.

Na segunda avaliação, realizada dois meses após o armazenamento, houve um decréscimo na germinação em todas as umidades estudadas, determinada pelo decréscimo da percentagem de sementes da classe 1, sendo notada a presença da classe 2. Para as sementes com 33 e 28% de teor de água, notaram-se também sementes da classe 4 e 3, respectivamente, sendo estas em menor proporção quando comparadas com as da classe 2. Quando as sementes estavam com quatro meses de armazenamento, para as sementes com 28, 23 e 18% de teor de água, a percentagem de sementes da classe 1 diminuiu em relação à avaliação anterior e a percentagem de sementes das classes 2 e 3 aumentou, mas a proporção de sementes da classe 2 em relação às sementes da classe 3 manteve-se praticamente a mesma, sendo que nas sementes com 33% de teor de água, além do aumento de sementes da classe 2, também foi notado o aumento de sementes da classe 4. Com seis meses de armazenamento, as sementes com 28, 23, 18 e 13% de teor de água não apresentaram sementes da classe 1, sendo verificada grande quantidade de sementes das classes 2 e 3, com maior percentagem de sementes da classe 3 em relação às sementes da classe 2. Já as sementes com 33% de teor de água apresentaram um pequeno percentual de sementes da classe 1 e um grande número de sementes da classe 4.

A partir dos resultados obtidos, observa-se que as sementes mais novas apresentam maior percentagem de sementes da classe 1 e as sementes mais velhas apresentam maior percentagem de sementes das classes 2, 3 e 4.

Assim, pode-se definir que as sementes com 33% de teor de água, quando atingem um estágio avançado de deterioração causado pelo envelhecimento natural, passam da classe 1 para a classe 4, ou seja, da coloração clara para uma coloração preta. Já as sementes com 28, 23, 18 e 13% de teor de água passam da classe 1 para a classe 3, existindo entre elas, como classe intermediária, a classe 2. Desse modo, essas sementes

passam de uma coloração clara para uma coloração marrom claro e em seguida para a coloração marrom escuro.

Sera & Miglioranza (2000) observaram que sementes muito velhas exsudavam líquidos marrons ao serem avaliadas após seis horas de embebição em água e este resultado apresentou alta correlação com o baixo poder germinativo das sementes obtido pelo teste de germinação. Quando se avaliaram sementes novas, com elevado poder germinativo, não se observaram exsudatos marrons. Como a exsudação marrom das sementes é indicativa de deterioração celular (AMORIM, 1978; PRETE, 1992; PRETE et al., 2000), neste trabalho, a coloração marrom ou preta do endosperma é uma evidencia de que esse critério pode ser utilizado como indicativo da deterioração das sementes.

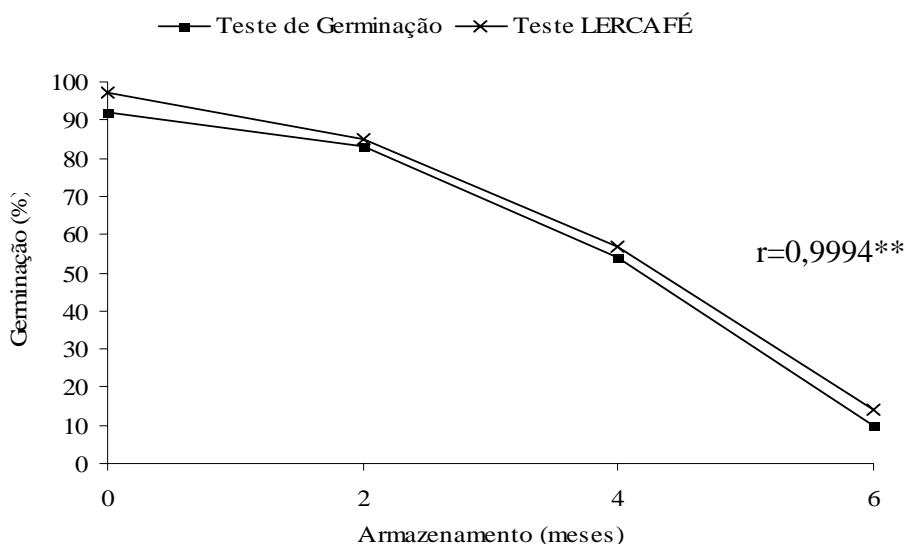
Para as sementes da classe 5, não houve variação significativa entre as umidades estudadas, e isto se deve ao fato de que o aparecimento de sementes sem embrião está relacionado ao campo de produção, a planta de origem ou ao processo de fertilização. Assim, como as sementes foram obtidas de uma única lavoura, esses valores semelhantes já eram esperados.

A partir dos resultados encontrados nas diferentes classes de sementes, podem-se determinar as estimativas de germinação para os diferentes graus de umidade estudados. Verifica-se, com os resultados encontrados, que a exemplo do teste de germinação, o teste LERCAFÉ foi capaz de separar os lotes, em todas as umidades estudadas, em diferentes categorias.

Observa-se que, para as sementes com 33% de teor de água, as sementes com zero mês de armazenamento apresentaram maior número de sementes germináveis, sendo sua germinação estimada em 97%, distinguindo-se das sementes com seis meses de armazenamento, que apresentou 14% de germinação estimada. Para as sementes com os demais graus de umidade, o mesmo padrão foi observado, sendo que para as sementes com 28 e 23% de teor de água, estas com zero mês de armazenamento apresentaram germinação estimada de 98%, diferindo das sementes com seis meses de armazenamento, que apresentaram 0% de germinação estimada. Nas sementes com 18 e 13% de teor de água, a germinação inicial foi de 99% e aos seis meses de armazenamento a germinação estimada de 0%. Assim, as sementes com zero mês de

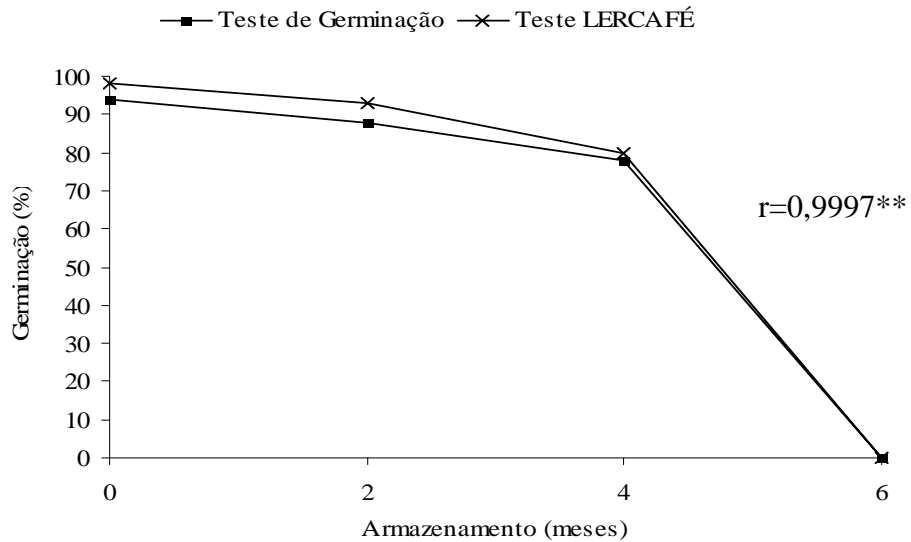
armazenadas destacaram-se como de qualidade superior àquelas dos lotes com seis meses de armazenadas. Esses valores mostram que o teste LERCAFÉ foi eficiente para estimar a germinação de sementes de cafeeiro, pois os resultados obtidos foram bastante semelhantes àqueles obtidos pelo teste de germinação.

Para se comprovar a eficiência do teste, foi calculado, para cada grau de umidade, o coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a germinação obtida pelo teste de germinação e a viabilidade obtida pelo teste LERCAFÉ. Para ilustrar a alta correlação encontrada entre os testes de germinação e LERCAFÉ, foram traçados gráficos, para cada umidade estudada, apresentando os valores de ambos os testes durante o armazenamento. Juntamente com os gráficos são apresentados os valores de correlação de Pearson (r) (Figuras 2 a 6). Pelos resultados obtidos para avaliação da viabilidade verifica-se que houve correlação positiva e altamente significativa ($r > 0,99$) entre os resultados dos testes para todas as umidades estudadas.



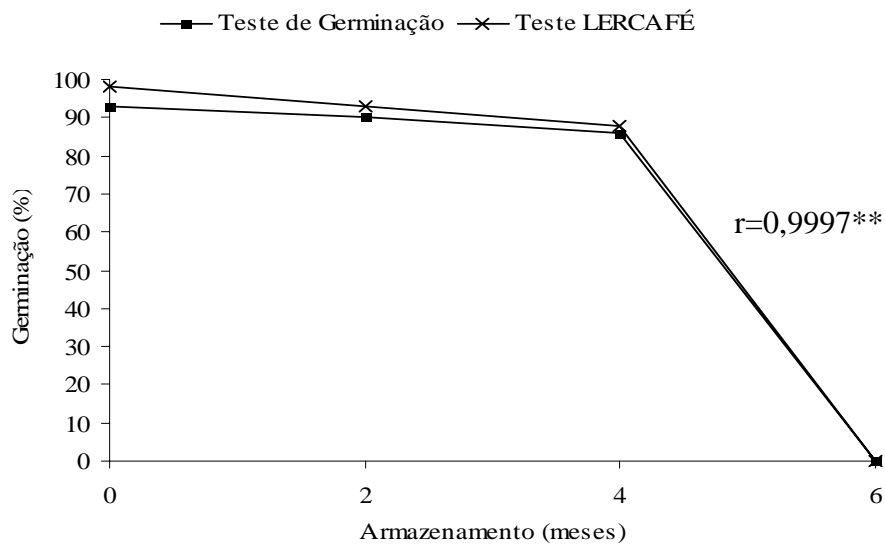
**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Figura 2: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação durante o armazenamento de sementes de cafeeiro com 33% de teor de água, e o coeficiente de correlação (r) entre os testes.



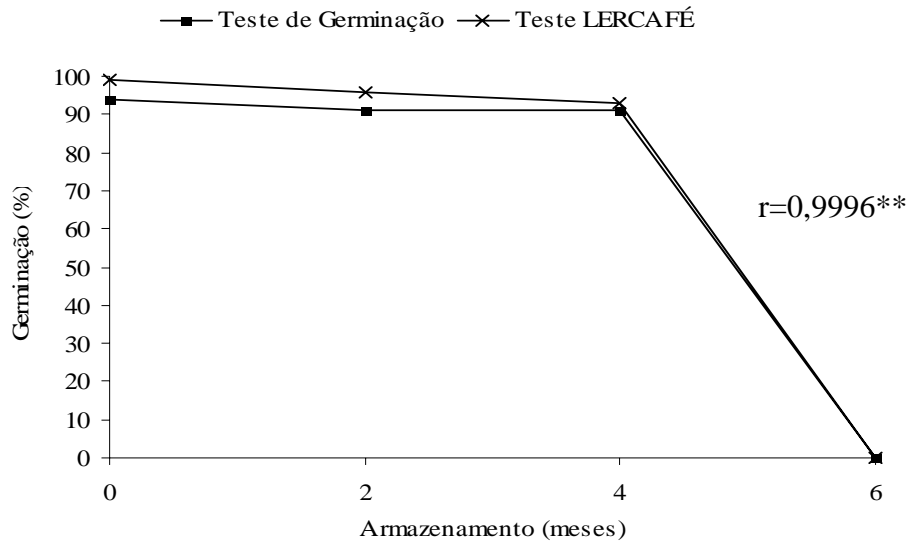
**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Figura 3: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação durante o armazenamento de sementes de cafeeiro com 28% de teor de água, e o coeficiente de correlação (r) entre os testes.



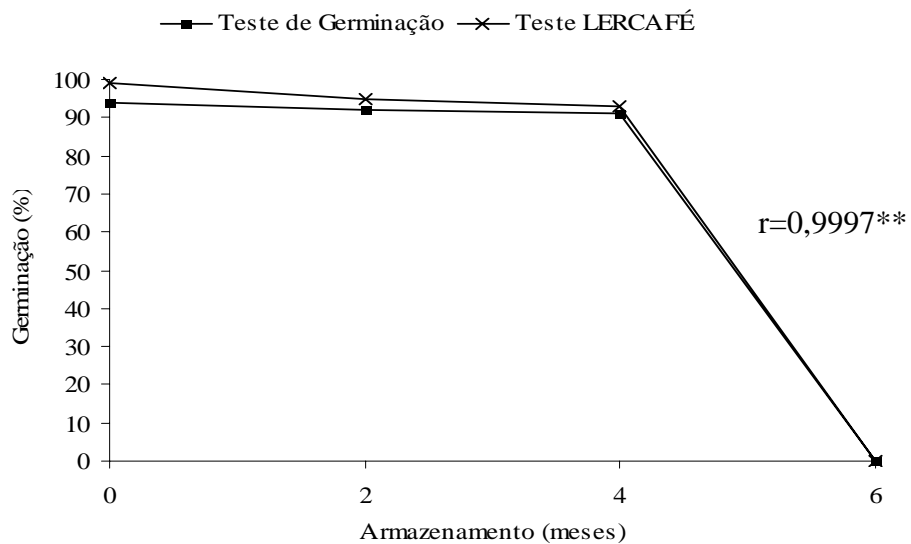
**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Figura 4: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação durante o armazenamento de sementes de cafeeiro com 23% de teor de água, e o coeficiente de correlação (r) entre os testes.



**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Figura 5: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação durante o armazenamento de sementes de cafeeiro com 18% de teor de água, e o coeficiente de correlação (r) entre os testes.



**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Figura 6: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação durante o armazenamento de sementes de cafeeiro com 13% de teor de água, e o coeficiente de correlação (r) entre os testes.

Os elevados valores de correlação encontrados entre o teste de germinação e o teste LERCAFÉ são um subsídio a mais para indicar o alto potencial do método para se determinar de forma rápida a qualidade das sementes de cafeeiro, trazendo consigo muitos benefícios para o setor cafeeiro, como a comercialização antecipada dos lotes, a maior praticidade e o menor custo em relação aos demais testes utilizados, como o teste de tetrazólio (DIAS & SILVA, 1998) e o de condutividade elétrica (SOTO et al., 1995).

4. CONCLUSÕES

- O teste LERCAFÉ é eficiente para estimar a germinação de sementes de cafeeiro durante o armazenamento;
- Lotes com alto poder germinativo apresentam maior percentagem de sementes com endosperma de coloração clara;
- Lotes com baixo poder germinativo apresentam maior percentagem de sementes com endosperma de coloração marrom ou preto;

5. REFERÊNCIAS

AMORIM, H. V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade.** 1978. 85 f. (Tese Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BENDAÑA, F. E. Fisiología de las semillas de café. I. Problemas relativos al almacenamiento. *Café, Turialba*, v.4, n.15, p.93-96, 1962.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination.** 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

COSTA, P. S. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 92-96, 2006.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, N. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, p. 427-452, 1973.

DIAS, M. C. L. L.; SILVA, W. R. **Teste de tetrazólio em sementes de café**. Londrina: IAPAR, 1998. (Boletim Técnico n. 59)

DIAS, M. C. L. L.; SILVA, W. R. Determinação da viabilidade de sementes de café através do teste de tetrazólio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.11, p.1139-1145, 1986.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed., Piracicaba-SP, 2000. 477p.

HSIAO, A. I.; WORSHAM, A. D.; MORELAND, D. E. Effects of sodium hypochlorite and certain plant growth regulators on germination of witchweed (*Striga asiática*) seeds. **Weed Science**, Iowa, v.29, n.1, p.98-100, 1981.

MIRANDA, J. M.; VALIAS, E. P. Estudo sobre a conservação da viabilidade de sementes de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11. Londrina, 1984. **Resumos**. Rio de Janeiro, Ministério da Indústria e do Comércio, IBC, 1984. p.160-1.

POPINIGIS, F. 1977. **Fisiologia da semente**. Brasília, MA/AGIPLAN, 289P.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica dos exsudatos de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida.** 1992. 125 f. (Tese Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PRETE, C. E. C.; SERA, T.; CRUDI, C. E.; FONSECA, I. C. B. Condutividade elétrica de exsudatos de grãos de café colhidos em diferentes estádios de maturação. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON BIOTECHNOLOGY IN THE COFFEE AGROINDUSTRY, 3., 1999, Londrina. **Proceedings...** Londrina: IAPAR/IRD, 2000. p. 475 – 477. PRETE, C. E. C.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B.

REIS, L. S. **LERCAFÉ: novo teste para estimar a germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.).** 2004. 57 f. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SERA, G. H.; MIGLIORANZA, E. Avaliação visual do potencial germinativo de sementes de café por exsudatos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Brasília – DF: Embrapa Café Minasplan, 2000.

SERA, G. H.; MIGLIORANZA, E. Avaliação visual do potencial germinativo de sementes de café pelo formato e coloração do embrião. **Semina**, Londrina, v.24, n.2, p.307-310, 2003.

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

SIVA, 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, 1985.

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

VARGAS, E. V. Como conservar la semilla del café. **Rev. Agric., Com. e Ind.**, Panamá, v.13, n.26, p.44, 1955.

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

II. USO DO TESTE LERCAFÉ PARA CARACTERIZAÇÃO DE INJÚRIAS EM SEMENTES DE CAFEIEIRO

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi estudar a utilização do teste LERCAFÉ para estimar a germinação e caracterizar diferentes tipos de injúrias em sementes de cafeeiro. O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes da Universidade Federal de Viçosa. Utilizaram-se sementes de cafeeiro arábica, variedade Catuaí IAC 44, submetidas aos seguintes tratamentos: sementes sem injúria, sementes com injúria mecânica, sementes com injúria por secagem à temperatura de 40 e 60°C e sementes brocadas. As sementes foram avaliadas pelos testes de germinação e LERCAFÉ, que consistiu na embebição das sementes em solução à 2,5% de cloro ativo, por 3 horas, a 25°C, adotando-se uma proporção de 100 mL de solução de hipoclorito de sódio para 50 sementes ou volume correspondente. Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente e embebidas em água destilada por 40 minutos. Os resultados obtidos mostraram que o teste LERCAFÉ é eficiente para estimar a germinação e caracterizar os diferentes tipos de injúrias em sementes de cafeeiro. Para os três tipos de injúrias, os resultados de germinação estimada pelo teste LERCAFÉ apresentaram alta correlação com os resultados obtidos pelo teste de germinação. A injúria mecânica caracterizou-se por uma fenda na região do embrião e/ou na região oposta ao embrião, aparecendo nas bordas destas aberturas uma mancha de coloração verde. A injúria térmica, por secagem à alta temperatura, caracterizou-se pelo aparecimento de manchas esverdeadas espalhadas, atingindo parcialmente ou totalmente o endosperma da semente. A injúria por broca-do-cafeeiro caracterizou-se por uma depressão circundada por um anel de coloração verde.

Palavras-Chave: sementes, cafeeiro, hipoclorito de sódio, injúrias.

II. CHARACTERIZATION OF INJURIES IN COFFEE SEEDS BY LERCAFÉ TEST

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the use of the LERCAFÉ test for estimating germination and characterizing different types of injuries in coffee seeds. The experiment was conducted at the Seed Research Laboratory of the Federal University of Viçosa. Seeds of Arabic coffee variety Catuaí IAC 44 were subjected to the following treatments: non-damaged seeds, seeds with mechanical damage, heat damage (at 40 and 60°C) and bug damage. The seeds were assessed by the tests of germination and LERCAFÉ, consisting of imbibition of seeds in solution of 2.5% active chlorine, at 25°C, for 3 hours, in the proportion of 100 mL of sodium hypochlorite solution per 50 seeds or corresponding volume. Seeds were then washed in running tap water and soaked in distilled water for 40 minutes. The results showed that the LERCAFÉ test is efficient to estimate germination and characterize the different types of injuries in coffee seeds. The germination results estimated by the LERCAFÉ test had high correlation with the results from the germination test for the three types of injuries. The mechanical damage was characterized by a fissure in the embryo region and/or in the region opposed to the embryo, with a green stain surrounding the fissure borders. The heat damage, by drying seeds at high temperatures, was characterized by scattered green stains, partially or totally covering the seed endosperm. A sunken lesion surrounded by a green ring characterized the damage by coffee berry borer.

Keywords: seeds, coffee, sodium hypochlorite, injuries.

1. INTRODUÇÃO

O processo de preparo de sementes de cafeeiro, geralmente realizado com sementes úmidas e em equipamentos, nos quais o exocarpo e o mesocarpo são retirados do fruto por fricções e abrasões, pode causar injúrias que prejudicam a qualidade das sementes. Dessa forma, torna-se indispensável, dentro de um programa de controle de qualidade de uma empresa, o uso de testes rápidos para a identificação de sementes injuriadas mecanicamente, permitindo, com isso, os ajustes necessários nos métodos de colheita e processamento (VIEIRA et al., 1998).

Além das injúrias mecânicas, outros tipos de injúrias físicas podem ocorrer em sementes, e a principal delas está relacionada à alta temperatura utilizada no processo de secagem. Outro tipo de injúria que se destaca é aquela causada por insetos, e mais precisamente, no caso do cafeeiro, por broca-do-café (*Hypothenemus hampei*).

Carvalho & Nakagawa (1988) e Bewley & Black (1994) definem as injúrias mecânicas, como sendo danos causados por agentes físicos na colheita, beneficiamento, armazenamento, transporte e plantio, causando-lhes abrasões, trincas, rachaduras e quebraduras, e estão diretamente correlacionados com a redução da germinação, emergência e vigor, bem como, com o potencial de armazenabilidade das sementes. De acordo com Coutinho (1984) e Carvalho & Nakagawa (1988) os danos mecânicos em sementes são resultados de forças externas superiores à resistência destas, que resultam em rupturas celulares por força de cisalhamento ou combinação de várias forças, e as injúrias podem ser dificilmente diagnosticadas e ou quantificadas, devido, principalmente, ao comportamento visco elástico das sementes.

As injúrias por exposição à alta temperatura ocorrem principalmente durante o processo de secagem, no qual as sementes sofrem mudanças físicas, provocadas por gradientes de temperatura e umidade, que ocasionam expansão, contração e alterações na densidade e porosidade. O processo de secagem não aumenta o percentual de sementes quebradas, mas pode provocar fissuras internas ou superficiais, tornando as sementes mais suscetíveis à quebra durante o beneficiamento (VILLELA, 1991). Nellist & Hugues (1973) citam que o aquecimento excessivo das sementes durante a secagem pode provocar injúrias, como redução da percentagem e velocidade de germinação,

produção de plântulas anormais, trincamentos internos, rompimento do tegumento e alterações na coloração. Araújo et al. (1989) concluíram que a temperatura do ar de secagem de 50°C foi prejudicial à germinação das sementes de cafeeiro (efeito imediato), enquanto o efeito prejudicial das temperaturas de 30 e 40°C só ocorreu após o armazenamento (efeito latente). No mesmo trabalho, os autores verificaram que a secagem das sementes de cafeeiro às temperaturas de 60 e 70°C causou a morte de todas as sementes.

As injúrias causadas pela broca-do-cafeeiro são de significativa importância para a cultura, visto que esta praga é considerada a mais importante praga dos cafezais em determinadas regiões, já que estas podem atacar os frutos nos estádios denominados verdes, chumbinhos, maduros ou cerejas, e até mesmo secos e armazenados (CHALFOUN et al., 1984). A semente atacada pode ou não ser destruída, dependendo do número de larvas que se alimentam dela (REIS et al., 1984).

Devido à importância das injúrias na perda de viabilidade das sementes, alguns testes são utilizados para detectar e quantificar essas injúrias. Atualmente, os testes mais utilizados são o verde rápido (*fast green*) e a tintura de iodo para sementes de milho, o teste de tetrazólio para sementes de soja, e a análise de imagem digital e de raio-x. Para sementes de café, Vieira et al. (1998) utilizaram solução de tetrazólio para determinar injúrias mecânicas, sendo que a região da semente danificada desenvolvia uma coloração vermelha.

Em estudo realizado em sementes de cafeeiro, Reis (2004) verificou que o teste LERCAFÉ é eficiente para estimar a viabilidade das mesmas. Nesses estudos, o autor verificou que determinadas concentrações de hipoclorito de sódio utilizadas como solução de embebição reagem com partes deterioradas do endosperma, ocorrendo o aparecimento de uma coloração verde nessas áreas. Assim, a exemplo do teste de tetrazólio, acredita-se poder utilizar o teste LERCAFÉ para detectar, por meio dessa coloração, diferentes tipos de injúrias encontradas em sementes de cafeeiro. Além disso, o teste mostrou-se muito promissor devido ao seu baixo custo, pequena demanda de mão de obra e facilidade na execução e interpretação dos resultados.

Levando-se em consideração a importância das injúrias na qualidade das sementes e a praticidade do teste LERCAFÉ, o trabalho teve como objetivo caracterizar, por meio deste teste, os diferentes tipos de injúrias encontradas em sementes de cafeeiro.

2. MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG. Foram utilizadas sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cultivar IAC Catuaí 44, provenientes da Fazenda Experimental do Vale do Piranga/Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG).

Os frutos foram colhidos manualmente, no estádio denominado cereja. Após a colheita, os frutos foram submetidos aos processos de despulpamento e degomagem (fermentação em água por 24 horas) para a retirada da mucilagem. As sementes foram lavadas em água corrente e dispostas sobre telado, à sombra, para remoção do excesso de umidade. Em seguida, as sementes foram secadas à sombra, em sacos de filó, tamanho 10 x 15 cm, contendo aproximadamente 1,3 kg de sementes cada embalagem, até atingirem os teores de água desejados.

De acordo com o tipo de injúria, foram realizados os seguintes experimentos:

Experimento 1 - Injúria mecânica

As injúrias foram obtidas com uso de equipamento Pulverisette 14 (Fritsch), em sementes com 33% de teor de água (base úmida). O dano foi causado individualmente nas sementes, ao acaso, e os lotes foram obtidos misturando-se proporcionalmente sementes sem injúria com sementes injuriadas, num total de 1600 sementes por lote. Assim, o experimento constou dos seguintes tratamentos: Lote 1 (0% de sementes injuriadas); Lote 2 (5% de sementes injuriadas); Lote 3 (10% de sementes injuriadas) e Lote 4 (15% de sementes injuriadas).

Experimento 2 - Injúria por secagem à alta temperatura

As sementes com 40% de teor de água inicial (base úmida) foram secadas às temperaturas de $40\pm 3^{\circ}\text{C}$ e $60\pm 3^{\circ}\text{C}$, em estufa de circulação forçada, até atingirem 33, 23 e 13% de teor de água (base úmida). Durante a operação de secagem, foram realizadas

pesagens periódicas, até atingirem-se os teores de água final desejados. Depois da secagem, as sementes foram mantidas em dessecador até atingirem a temperatura ambiente, quando foram acondicionadas em embalagem impermeável, em condições de laboratório. Assim, o experimento constou dos seguintes tratamentos: testemunha; sementes secadas a 40°C até 33% de teor de água; sementes secadas a 40°C até 23% de teor de água; sementes secadas a 40°C até 13% de teor de água; sementes secadas a 60°C até 33% de teor de água; sementes secadas a 60°C até 23% de teor de água e sementes secadas a 60°C até 13% de teor de água.

Experimento 3 - Injúria por broca-do-cafeeiro (*Hypothenemus hampei*)

As sementes injuriadas foram obtidas procedendo-se à infestação em 1 kg de sementes com 33% de teor de água, acondicionados em embalagem impermeável, com insetos adultos da espécie *Hypothenemus hampei*, e mantido em condições de laboratório. Periodicamente, observou-se o lote de sementes, até serem constatados os primeiros insetos adultos emergentes. A partir desse momento, de dois em dois dias, separavam-se os insetos emergidos das sementes, com a finalidade de evitar a reinfestação e, ao mesmo tempo, separavam-se as sementes injuriadas pela broca até ser atingido o número suficiente para a realização dos ensaios. Foram consideradas sementes atacadas ou injuriadas pela broca as que apresentavam um ou mais orifícios de emergências dos insetos adultos. Os tratamentos foram obtidos misturando-se, sementes sem injúria com sementes injuriadas, num total de 1600 sementes por lote. Assim, o experimento constou dos seguintes tratamentos: Lote 1 (0% de sementes injuriadas); Lote 2 (5% de sementes injuriadas); Lote 3 (10% de sementes injuriadas) e Lote 4 (15% de sementes injuriadas).

As sementes de cada tratamento dos três experimentos foram avaliadas pelos testes LERCAFÉ e de germinação.

Teste LERCAFÉ - quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento tiveram seu pergaminho removido manualmente. Utilizando-se caixas do tipo gerbox, com telado plástico, para melhor envolvimento das sementes pela solução, as sementes foram imersas em 100 mL de hipoclorito de sódio, em concentração de 2,5% de cloro ativo, adotando-se a proporção de 100 mL de solução de hipoclorito de sódio para 50 sementes ou volume correspondente. As caixas contendo as sementes foram levadas para câmara

do tipo BOD, regulada com temperatura de 25°C, onde permaneceram por três horas. Transcorrido esse período, as sementes foram lavadas em água corrente por 90 segundos e imersas em água destilada por 40 minutos, sendo posteriormente dispostas sobre bancada para avaliação. Após a avaliação visual, as sementes foram fotografadas, para assim caracterizarem-se os tipos de injúrias. De acordo com o tipo de injúria encontrada e a presença do embrião, determinaram-se a percentagem de sementes germináveis e não germináveis, conforme adaptação da metodologia descrita por Reis (2004).

Teste de germinação - utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes sem pergaminho, sendo este removido manualmente, por tratamento, e as mesmas foram semeadas em papel germitest (três folhas) umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Foram confeccionados rolos que foram mantidos em germinador a 30°C. As avaliações foram efetuadas aos 15 e 30 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais (BRASIL, 1992).

Para cada experimento, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas, entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson entre os testes LERCAFÉ e de germinação, sendo a significância dos valores de correlação determinada pelo teste t a 1% de probabilidade (GOMES, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 - Injúria mecânica

Após a realização do teste LERCAFÉ nos lotes com diferentes percentagens de sementes injuriadas, foram observadas sementes com diferentes características visuais e, assim, para a determinação da viabilidade dos lotes, estas foram divididas em 3 classes (Figura 1). As sementes da classe 1, classificadas como germináveis, apresentam endosperma de coloração clara e embrião visível. Essas sementes, quando submetidas ao teste de germinação, após o teste LERCAFÉ, originaram plântulas normais. As sementes

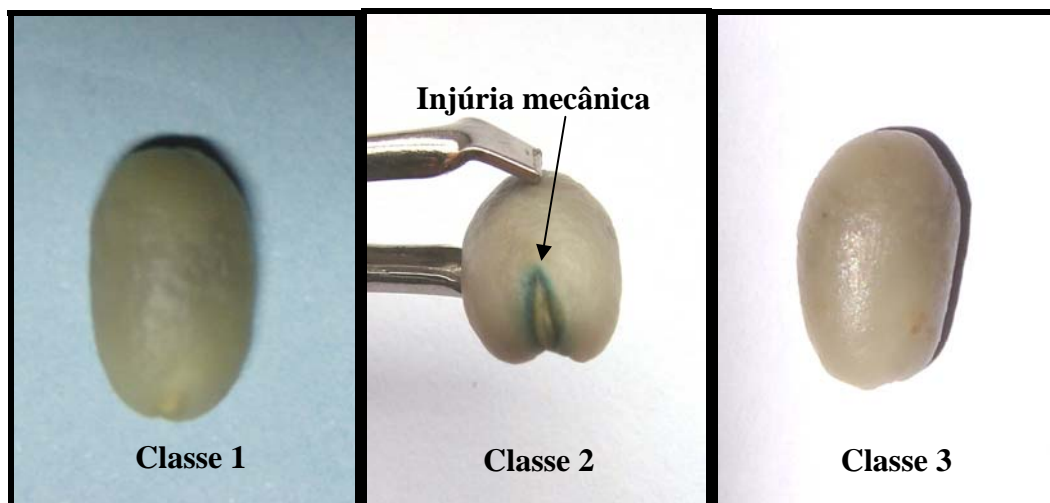


Figura 1: Classificação de sementes de cafeeiro pelo teste LERCAFÉ.

Classe 1 - Semente com endosperma de coloração clara e embrião visível (germinável);

Classe 2 - Semente com endosperma de coloração clara e lesão típica de injúria mecânica (não germinável);

Classe 3 - Semente com endosperma de coloração clara mas sem embrião visível (não germinável).

da classe 2 apresentam lesão típica de injúria mecânica. Essa injúria caracteriza-se por uma fenda na região do embrião e, algumas vezes, também na região oposta ao embrião, aparecendo, nas bordas destas aberturas, uma mancha de coloração verde. As sementes da classe 3 possuem endosperma de coloração clara mas sem embrião visível. Sementes pertencentes às classes 2 e 3 foram consideradas não germináveis e, quando submetidas ao teste de germinação, pelo teste LERCAFÉ, não originaram plântulas normais.

Na Tabela 1, encontram-se os valores de germinação, obtidos pelo teste de germinação, e as diferentes classes de sementes, de acordo com o teste LERCAFÉ, em todos os lotes estudados.

Observando-se os valores das diferentes classes obtidos pelo teste LERCAFÉ, nota-se que este foi eficiente para detectar a diferença na percentagem de germinação que havia entre os lotes, já que a percentagem de sementes da classe 1, classificadas como germináveis, diferiu entre os lotes, correspondendo aos valores encontrados pelo teste de germinação.

Tabela 1: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação, de lotes de cafeeiro com diferentes percentagens de sementes injuriadas mecanicamente.

Lote*	Teste de germinação (%)	Teste LERCAFÉ (%)		
		Classe 1 (Germinável)	Classe 2 (Não germinável)	Classe 3
1	91 a ¹	97 a	0	3
2	90 a	92 b	6	2
3	85 b	89 c	10	1
4	81 b	84 d	14	2
CV (%)	2,2582	1,537	15,130	30,716

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

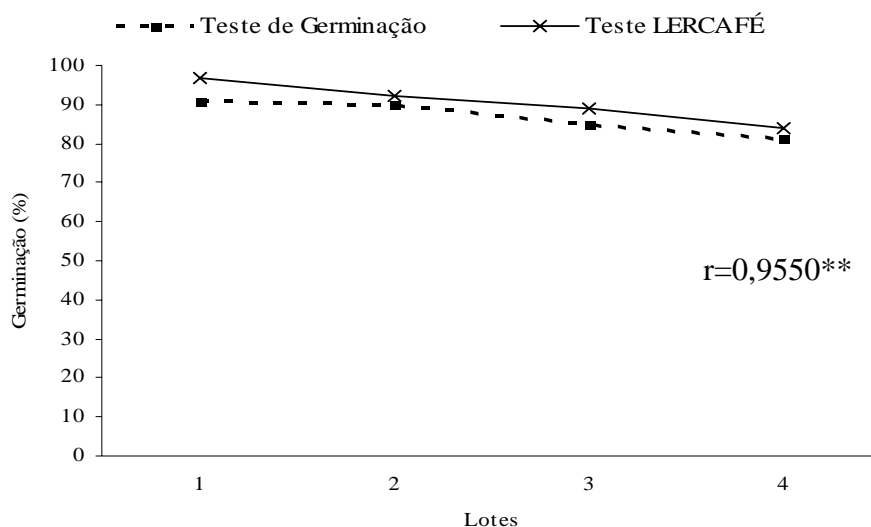
*Lote 1: 0% de sementes injuriadas; Lote 2: 5% de sementes injuriadas; Lote 3: 10% de sementes injuriadas e Lote 4: 15% de sementes injuriadas.

Analisando-se a percentagem de sementes encontradas na classe 2, que corresponde às sementes com injúria mecânica, pode-se observar que a injúria mecânica teve efeito significativo na germinação das sementes, pois os lotes 3 e 4, que apresentavam maiores percentagens de sementes da classe 2, tiveram, pelo teste de germinação, sua germinação diminuída para 85 e 81%, respectivamente. Já os lotes 1 e 2, que apresentavam menores quantidades de sementes da classe 2, não diferiram significativamente entre si, mostrando que além de verificar a presença da injúria mecânica é necessário quantificá-la.

A diminuição na germinação de um lote de sementes com maior incidência de injúria mecânica mostra que esta foi prejudicial à germinação das mesmas. Araújo et al. (2004), estudando a incidência de injúrias mecânicas em sementes de cafeeiro, verificaram que o uso de escarificador de paletas foi extremamente agressivo às sementes, pois estas, depois de submetidas à escarificação, não germinavam.

Para as sementes da classe 3, praticamente não houve variação entre os lotes, e isto se deve ao fato de que o aparecimento de sementes sem embrião está relacionado ao campo de produção, à planta de origem ou ao processo de fertilização. Assim, como as sementes foram obtidas de uma única lavoura, esses valores semelhantes já eram esperados.

Para se comprovar a eficiência do teste, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a germinação obtida pelos testes LERCAFÉ e de germinação. Para ilustrar a correlação encontrada, foi traçado um gráfico, apresentando os valores de ambos os testes (Figura 2). Juntamente com o gráfico é apresentado o valor da correlação de Pearson (r). Pelos resultados obtidos verifica-se que houve correlação positiva e significativa entre os resultados dos testes. O valor significativo da correlação ($r=0,9550$) mostra a importância de se utilizar o teste LERCAFÉ para detectar e quantificar este tipo de injúria, pois, nos tratamentos em que se detectou maior percentagem de sementes com injúria mecânica (lotes 3 e 4), também foi observada uma queda significativa na germinação.

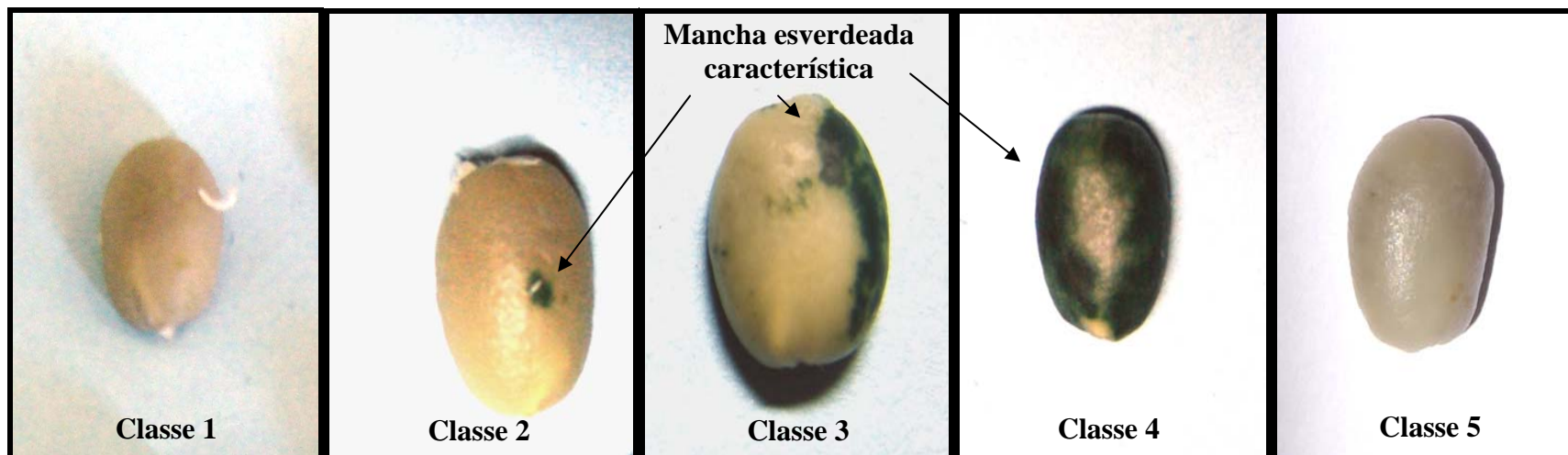


**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Figura 2: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação de lotes de café com diferentes percentagens de sementes injuriadas, e o coeficiente de correlação (r) entre os testes.

Experimento 2 - Injúria por secagem à alta temperatura

Após a realização do teste LERCAFÉ nos lotes com sementes submetidas a secagem a diferentes temperaturas, foram observadas, para as duas temperaturas de secagem (40 e 60°C), sementes com diferentes características visuais e, assim, para a determinação da viabilidade dos lotes, estas foram divididas em 5 classes (Figura 3).



43 **Figura 3:** Classificação de sementes de cafeeiro pelo teste LERCAFÉ.

Classe 1 - Semente com endosperma de coloração clara e embrião visível (germinável);

Classe 2 - Semente com endosperma de coloração clara com até 10% de área com coloração esverdeada, exceto na região do embrião (germinável);

Classe 3 - Semente com endosperma de coloração clara com 10 a 40% de área com coloração esverdeada, exceto na região do embrião (não germinável);

Classe 4 - Semente com endosperma de coloração clara com mais de 40% de área com coloração esverdeada (não germinável);

Classe 5 - Semente com endosperma de coloração clara mas sem embrião visível (não germinável).

As sementes da classe 1 apresentam endosperma de coloração clara e embrião visível. As sementes da classe 2 apresentam endosperma de coloração clara com até 10 % de área com coloração esverdeada, exceto no embrião. As sementes das classes 1 e 2, quando submetidas ao teste de germinação, após o teste LERCAFÉ, originaram plântulas normais. Quando as sementes apresentam 10 a 40% de área com coloração esverdeada, exceto na região do embrião, são pertencentes à classe 3 e com mais de 40% de área com coloração esverdeada e/ou com coloração na região do embrião são pertencentes à classe 4. As sementes classificadas como classe 5 apresentam endosperma de coloração clara mas sem embrião visível. Sementes pertencentes às classes 3, 4 e 5 foram consideradas não germináveis e, quando submetidas ao teste de germinação, após o teste LERCAFÉ, não originaram plântulas normais.

A partir das diferentes classes de sementes encontradas, caracterizou-se como injúria por secagem à alta temperatura manchas esverdeadas espalhadas, atingindo parcialmente ou totalmente o endosperma da semente.

Observando-se os valores de germinação obtidos pelos testes LERCAFÉ e de germinação (Tabela 2), nota-se que este foi eficiente para detectar a diferença na percentagem de germinação que havia entre os diferentes tratamentos, já que a diferença na percentagem de germinação encontrada pelo teste LERCAFÉ correspondeu à diferença encontrada pelo teste de germinação. Os resultados encontrados pelos testes LERCAFÉ e de germinação, para os tratamentos nos quais as sementes foram submetidas à secagem a alta temperatura, mostram que, quanto maior a temperatura e maior o tempo de exposição, maior é a queda do poder germinativo da semente. Quando as sementes foram secadas à temperatura de 40°C, os resultados do teste de germinação decresceram gradativamente, não havendo sua germinação quando secadas até 13% de teor de água. Já nos tratamentos em que as sementes foram secadas a 60°C, a germinação teve uma queda acentuada quando secadas até 33% de teor de água; as sementes secadas até 23 e 13% de teor de água perderam totalmente o poder germinativo. Assim, mostra-se que o aquecimento do ar de secagem pode reduzir o poder germinativo das sementes de cafeeiro, fator este comprovado por Barboza & Herrera (1990), quando realizaram a secagem de sementes de cafeeiro com ar à temperatura ambiente e aquecido a 40° C.

Tabela 2: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação de sementes de cafeeiro com diferentes teores de água final, após submetidas à secagem a diferentes temperaturas.

Temperatura de secagem	Teor de Água final (%)	Teste de germinação (%)	Germinação LERCAFÉ Classe 1+Classe 2 (%)	Teste LERCAFÉ (%)				
				Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
				Germináveis		Não germináveis		
40°C	40*	91 a ¹	97 a	97	0	0	0	3
	33	81 b	92 b	83	9	6	0	3
	23	71 c	83 c	74	9	12	4	2
	13	0 d	16 d	14	2	50	33	1
CV (%)		5,5828	3,5278	5,1356	29,439	31,253	59,263	32,991
60° C	40*	91 a	97 a	97	0	0	0	3
	33	60 b	76 b	31	45	16	7	2
	23	0 c	12 c	1	12	20	68	1
	13	0 c	5 d	0	5	8	86	0
CV (%)		15,344	5,5514	15,379	33,816	53,782	19,546	49,237

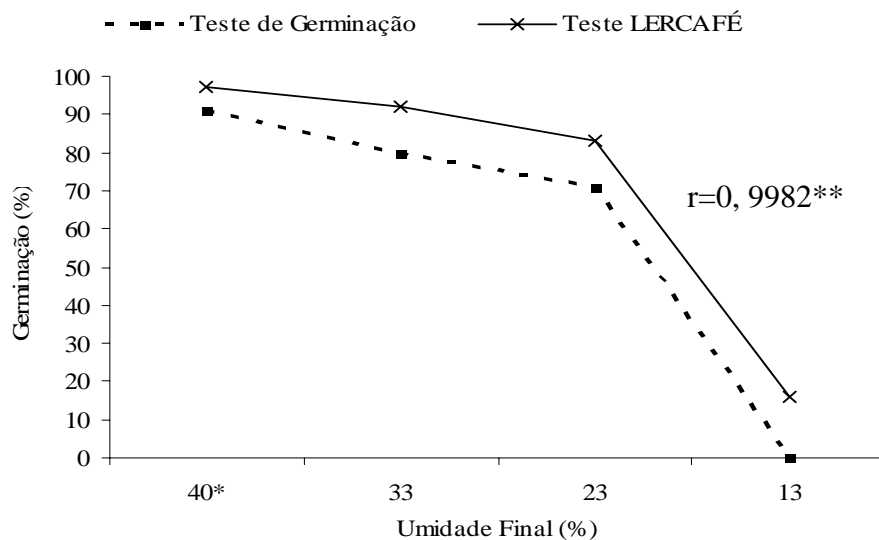
¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*Testemunha (sem secagem)

Araújo et al. (1989) concluíram que a temperatura do ar de secagem de 50°C foi prejudicial à germinação das sementes (efeito imediato), enquanto o efeito prejudicial das temperaturas de 30 e 40°C só ocorreu após o armazenamento (efeito latente). Os autores também verificaram que a secagem às temperaturas de 60 e 70°C causou a morte de todas as sementes.

Ainda da Tabela 2, pelo teste LERCAFÉ, nota-se que a intensidade na qual a mancha escura aparece no endosperma da semente depende da temperatura e do tempo de exposição a esta, sendo que, para a temperatura de 40°C, com as sementes secadas até 33 e 23% de teor de água, há uma maior percentagem de sementes pertencentes às classes 2 e 3 e para as sementes secadas até 13% de teor de água uma maior percentagem de sementes das classes 3 e 4. Já para a temperatura de secagem de 60°C, houve uma maior percentagem de sementes da classe 2, para sementes secadas até 33% de teor de água e da classe 4 para sementes secadas até 23 e 13% de teor de água.

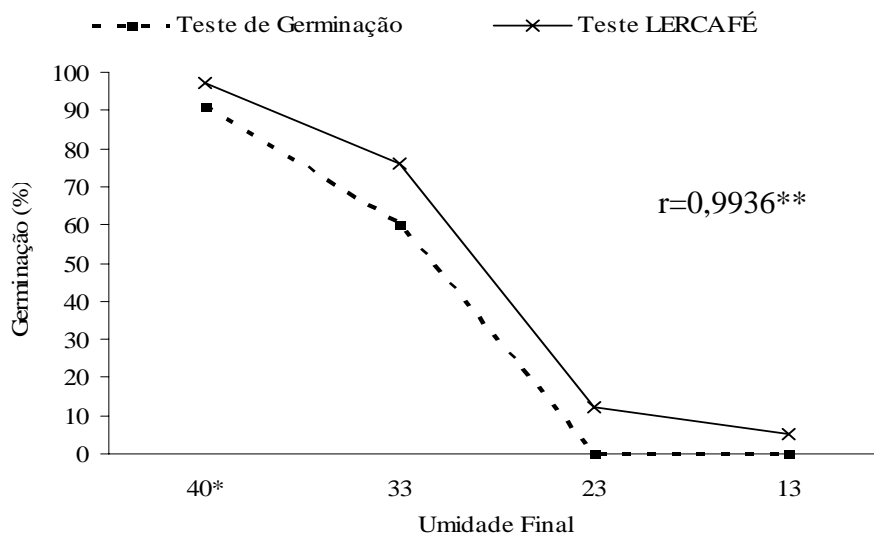
Para se comprovar a eficiência do novo teste, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a germinação obtida pelos testes LERCAFÉ e de germinação. Para ilustrar a alta correlação encontrada entre os testes, foi traçado um gráfico, para cada temperatura de secagem, apresentando os valores de ambos os testes (Figuras 4 e 5). Juntamente com os gráficos é apresentado o valor de correlação de Pearson (r). Verifica-se que há uma correlação positiva e significativa ($r=0,9982$ para as sementes secadas a 40°C e $r=0,9936$ para as sementes secadas a 60°C) entre os resultados obtidos pelos dois testes. Os resultados mostram que a injúria por secagem à temperatura de 40 e 60°C influenciou diretamente na percentagem de germinação das sementes, evidenciando pelos dois testes utilizados (LERCAFÉ e germinação), além de comprovarem que o teste LERCAFÉ pode ser utilizado para controle da qualidade das sementes durante a operação de secagem.



* Sem secagem

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Figura 4: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação de sementes de cafeeiro submetidas à secagem a 40°C até diferentes teores de água, e o coeficiente de correlação (r) entre os testes.



* Sem secagem

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Figura 5: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação de sementes de cafeeiro submetidas à secagem a 60°C até diferentes teores de água, e o coeficiente de correlação (r) entre os testes.

Experimento 3 - Injúria por broca-do-cafeeiro

Após a realização do teste LERCAFÉ nos lotes com diferentes percentagens de sementes injuriadas, foram observadas sementes com diferentes características e, assim, para a determinação da viabilidade dos lotes, estas foram divididas em 4 classes (Figura 6). As sementes da classe 1, classificadas como germináveis, apresentam endosperma de coloração clara e embrião visível. As sementes da classe 2, da mesma maneira que as da classe 1, apresentam endosperma de coloração clara, embrião visível, mas apresentam lesão típica de injúria por ataque de broca-do-cafeeiro, sendo essa lesão localizada distante do embrião. As sementes pertencentes a essas duas classes, quando submetidas ao teste de germinação, após o teste LERCAFÉ, originaram plântulas normais, exceção feita a uma pequena percentagem de sementes da classe 2, que apesar de não apresentar lesão na região do embrião, apresentou incidência de fungos que não permitiram seu desenvolvimento.

As sementes da classe 3 apresentam endosperma de coloração clara, embrião visível, mas apresentam lesão típica de injúria por ataque de broca-do-cafeeiro, localizada próxima ao embrião. A injúria por ataque da broca-do-cafeeiro caracteriza-se por uma depressão circundada por um anel de coloração verde. Essa depressão é um dano característico de ataque de outras espécies de insetos, assim como observado em sementes de soja pelo teste de tetrazólio, sendo que a diferença em questão é que no teste de tetrazólio o anel formado é de coloração avermelhada (FRANÇA NETO et al., 1998).

As sementes da classe 4 possuem endosperma de coloração clara, mas sem embrião visível. Sementes pertencentes às classes 3 e 4 foram consideradas não germináveis e, quando submetidas ao teste de germinação, após o teste LERCAFÉ, originaram plântulas anormais.

Na Tabela 3, encontram-se os valores de germinação, obtidos pelo teste de germinação, e as diferentes classes de sementes, de acordo com o teste LERCAFÉ, em todos os lotes estudados.

Observando-se os valores das diferentes classes, obtidos pelo teste LERCAFÉ, nota-se que este foi eficiente para detectar a diferença na percentagem de germinação que havia entre os lotes, já que a soma dos valores das classes 1 e 2, consideradas

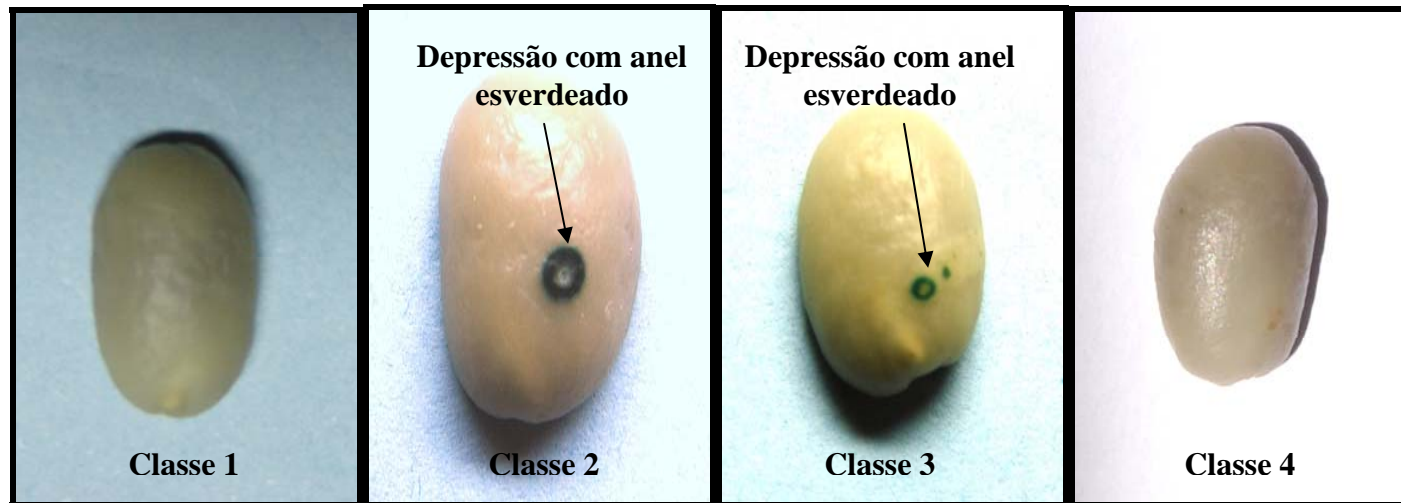


Figura 6: Classificação de sementes de cafeeiro pelo teste LERCAFÉ.

Classe 1 - Semente e embrião visível (germinável);

Classe 2 - Semente com endosperma de coloração clara e lesão típica de ataque de broca-do-cafeeiro distante do embrião (germinável);

Classe 3 - Semente com endosperma de coloração clara e lesão típica de ataque de broca-do-cafeeiro na região próxima ao embrião (não germinável);

Classe 4 - Semente com endosperma de coloração clara mas sem embrião visível (não germinável).

Tabela 3: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação, de lotes de café com diferentes percentagens de sementes injuriadas por broca-do-cafeeiro.

Lote*	Teste de germinação (%)	Germinação LERCAFÉ (Classe 1+Classe 2) (%)	Teste LERCAFÉ (%)			
			Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
			Germináveis		Não germináveis	
1	91 ab ¹	97 a ¹	95	2	0	3
2	93 a	96 ab	90	6	2	2
3	89 bc	95 bc	87	8	3	2
4	87 c	94 c	80	14	3	3
CV (%)	1,6732	0,64039	2,3303	22,552	66,758	22,735

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

*Lote 1: 0% de sementes injuriadas; Lote 2: 5% de sementes injuriadas; Lote 3: 10% de sementes injuriadas e Lote 4: 15% de sementes injuriadas.

germináveis, e que corresponde à percentagem de germinação encontrada pelo teste LERCAFÉ, diferiu entre os lotes, correspondendo aos valores encontrados pelo teste de germinação. Analisando-se a percentagem de sementes encontradas nas classes 2 e 3, que correspondem às sementes com injúria por broca-do-cafeeiro, pode-se observar que a injúria teve efeito significativo na germinação das sementes, pois os lotes 3 e 4, que apresentavam maiores percentagens de sementes das classes 2 e 3, tiveram sua germinação diminuída para 89 e 87%, respectivamente. Já os lotes 1 e 2, que apresentavam menores quantidades de sementes das classes 2 e 3, não diferiram significativamente entre si, mostrando que, além de verificar a presença da injúria por broca-do-cafeeiro, é necessário quantificá-la, pois esta injúria pode prejudicar a germinação das sementes, diretamente, quando a lesão ocorre na região do embrião e, indiretamente, quando localizada na região distante do embrião, por favorecer a incidência de fungos. Segundo Sousa & Reis (1993), os principais danos causados pelo ataque da broca-do-cafeeiro às sementes são a perda de peso das sementes devido à destruição pelas larvas, o apodrecimento de sementes em frutos brocados que

apresentam maturação forçada e a inviabilidade de produção de sementes pois os frutos brocados são descartados.

Para as sementes da classe 4, não houve variação entre os lotes, e isto se deve ao fato de que o aparecimento de sementes sem embrião está relacionado ao campo de produção, a planta de origem ou ao processo de fertilização. Assim, como as sementes foram obtidas de uma única lavoura, esses valores semelhantes já eram esperados.

Outro resultado relevante é a presença de sementes brocadas no tratamento testemunha (Lote 1), visto que este, por análise visual, não apresentava sementes brocadas. Isso mostra ainda mais o potencial do teste LERCAFÉ, pois ele foi capaz de detectar uma injúria que era imperceptível a olho nu. Na Figura 7, é apresentada uma semente com injúria causada pela broca do cafeeiro que é imperceptível a olho nu, sendo este observado somente com uso de lupa (aumento 6x).

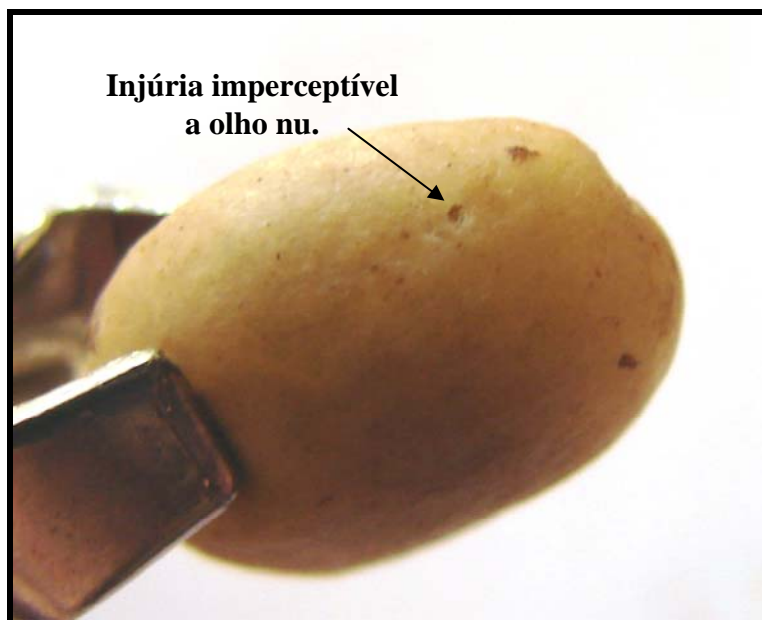
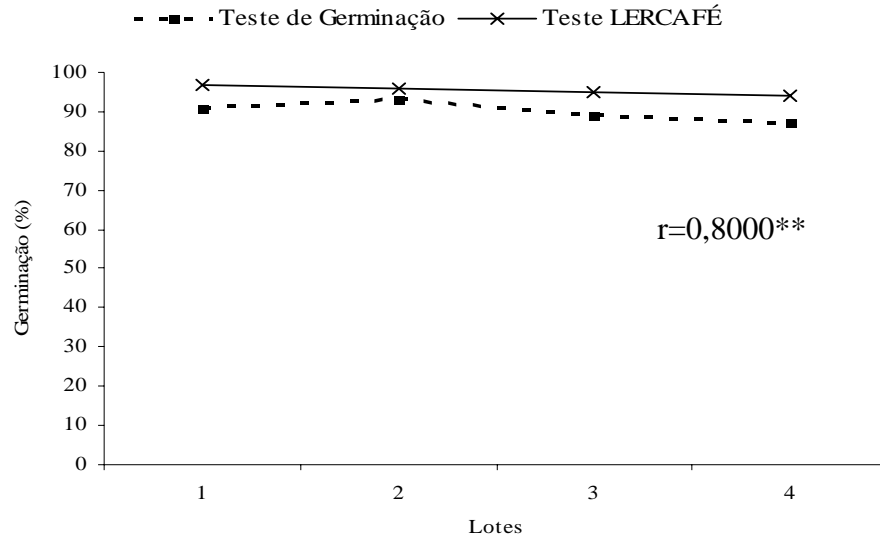


Figura 7: Semente de cafeeiro com injúria por ataque de broca-do-cafeeiro visualizada com lupa (aumento de 6x).

A detecção deste tipo de injúria é de suma importância, principalmente quando se trata de café bebida. Segundo Sousa & Reis (1993), as conseqüências do ataque da broca em relação à bebida são a perda da qualidade pela depreciação do café na classificação

por tipo, pois dois a cinco grãos brocados constituem em um defeito e a perda de mercado externo, pois os países importadores de café não aceitam rigorosamente qualquer café brocado. A infestação da broca nos frutos não altera diretamente a qualidade da bebida do café, mas poderá gerar alteração na qualidade desta, devido à penetração de microrganismos nas galerias constituídas pelas fêmeas nos frutos, causando assim o aparecimento de grãos do tipo vermelho. Segundo Krug (1941), a presença de grãos vermelhos indica café de pior qualidade e esta coloração é devida à infecção dos grãos por *Fusarium*. A presença de *Fusarium* nos grãos se acha altamente relacionada com o ataque de frutos pela broca, *Hypothenemus hampei*, indicando que esta praga abre uma porta de entrada para o fungo (CHALFOUN et al., 1984).

Para se comprovar a eficiência do novo teste, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson (r) entre a germinação obtida pelos testes de germinação e LERCAFÉ. Para ilustrar a correlação encontrada entre os testes, foi traçado um gráfico, apresentando os valores de ambos os testes (Figura 8). Juntamente com o gráfico é apresentado o valor de correlação de Pearson (r). Verifica-se que há uma correlação positiva e significativa ($r=0,8000$) para as sementes com diferentes percentagens de danos entre os resultados obtidos pelos dois testes. Os resultados mostram que o teste LERCAFÉ pode ser utilizado para separar lotes de sementes com diferentes percentagens de germinação, sendo esta perda de qualidade causada pela ação da broca-do-cafeeiro.



**significativo a 5% de probabilidade pelo teste t

Figura 8: Resultados dos testes LERCAFÉ e de germinação de lotes de café com diferentes percentagens de sementes injuriadas, e o coeficiente de correlação (r) entre os testes.

4. CONCLUSÕES

- O teste LERCAFÉ é eficiente para avaliar diferentes tipos de injúrias em sementes de cafeeiro;
- A injúria mecânica caracterizou-se por uma fenda na região do embrião e/ou na região oposta ao embrião, aparecendo, nas bordas destas aberturas, uma mancha de coloração verde;
- A injúria por secagem à alta temperatura caracterizou-se pelo aparecimento de manchas esverdeadas espalhadas, atingindo parcialmente ou totalmente o endosperma da semente;
- A injúria por broca-do-cafeeiro caracterizou-se por uma depressão circundada por um anel de coloração verde.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. F.; CORRÊA, P. C.; PEREIRA, O. A. Influencia da temperatura de secagem na germinação de sementes de café. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.11, n.1,2,3, p.69-75, 1989.

ARAÚJO, E. F.; REIS, L. S.; MEIRELES, R. C.; SERRANO, L. A. S. Efeito da danificação mecânica e da remoção manual do pergaminho sobre a emergência de plântulas de *Coffea arabica* L. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, n. 8, p. 1-5, 2004.

BARBOZA, R.; HERRERA, J. El vigor em la semilla de café y su relacion com la temperatura de secado, el contenido de humedad y las condiciones de almacenamiento. **Agronomia Costarricense**, San José, v.14, n.1, p.1-7, 1990.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds physiology of development and germination**. 3.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CHALFOUN, S. M.; SOUZA, J. C.; CARVALHO, V. D. Relação entre a incidência da broca, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera-Scolytidae) e microrganismos em grãos de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, 1984, Londrina. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 1984. p.149-150.

COUTINHO, A. C. **Efeito da velocidade e região de impacto e do tempo de armazenagem de sementes de soja (cultivar UFV-5)**. 1984. 43 f. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed., Piracicaba-SP, 2000. 477p.

KRUG, A. P. **A origem da variação de bebida dos nossos cafés**. Campinas: Sociedade Rural Brasileira, 1941, p.371-393.

NELLIST, M. E.; HUGUES, M. Physical and biological processes in the drying of seed. **Seed Science and Technology**. Zurich, v.1, n.3, p.613-643, 1973.

REIS, L. S. **LERCAFÉ: novo teste para estimar a germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2004. 57 f. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C.; MELLES, C. A. Pragas dos frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.109, p.41-50, jan. 1984.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Broca-do-café - histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle. **Boletim técnico**, Belo Horizonte, n.40, 28p. Dez. 1993.

VIEIRA, M. G. G. C.; GUIMARÃES, R. M.; PINHO, E. V. R. V.; GUIMARÃES, R. J.; OLIVEIRA, J. A. **Testes rápidos para determinação da viabilidade e da incidência de danos mecânicos em sementes de cafeeiro**. Lavras: UFLA, 1998. 34p. **Boletim Agropecuário**, 26.

VILLELA, F. A. **Efeitos da secagem intermitente sobre a qualidade de sementes de milho**. 1991. 104 f. (Tese Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba.

III. EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO, DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE EMBEBIÇÃO DAS SEMENTES DE CAFEIEIRO COM DIFERENTES GRAUS DE UMIDADE NA EFICIÊNCIA DO TESTE LERCAFÉ

RESUMO - O objetivo do presente trabalho foi definir novas combinações de concentração do hipoclorito de sódio, tempo de embebição e temperatura de exposição, para tornar o teste LERCAFÉ ainda mais econômico e rápido. O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes da Universidade Federal de Viçosa. Utilizaram-se sementes de café arábica, variedade Catuaí IAC 44, com 33, 23 e 13% de teor de água (base úmida), sendo cada teor de água considerado um lote. As sementes foram avaliadas pelos testes de germinação e LERCAFÉ, sendo este com as seguintes variáveis: embebição em solução aquosa contendo hipoclorito de sódio nas concentrações de 2,5; 3,5 e 4,5% de cloro ativo, durante período de embebição de 1, 2 e 3 horas, à temperatura de 25, 30 e 35°C. Para todos os tratamentos, as sementes, após terem seu pergaminho removido manualmente, foram acondicionadas em caixas gerbox, com tela, onde ficaram embebidas em solução de hipoclorito de sódio, adotando-se a proporção de 100 mL de solução de hipoclorito de sódio para 50 sementes ou volume correspondente, numa concentração, tempo de embebição e temperatura de acordo com as combinações estabelecidas. Transcorrido o período de embebição, as sementes foram lavadas em água corrente e embebidas em água destilada por 40 minutos. Pelo teste de germinação, não houve diferença significativa entre os teores de água estudados. Para todos os teores de água estudados, as combinações 2,5% de cloro ativo, a 35°C, por 3 horas e 3,5% de cloro ativo, a 30°C, por 2 horas foram mais eficientes para estimar a germinação de sementes de cafeeiro, pois apresentaram médias significativamente iguais as médias obtidas no teste de germinação, indicando ser possível reduzir o tempo para realização do referido teste.

Palavras-Chave: sementes, cafeeiro, hipoclorito de sódio, adequação.

III. EFFECT OF SOLUTION CONCENTRATION, TEMPERATURE AND IMBIBITION TIME OF COFFEE SEEDS WITH DIFFERENT MOISTURE CONTENTS ON THE EFFICIENCY OF THE LERCAFÉ TEST

ABSTRACT - The objective of this work was to define new combinations of sodium hypochlorite concentrations, imbibition times and temperature-time exposure to make the LERCAFÉ test even more economical and faster. The experiment was conducted at the Seed Research Laboratory of the Federal University of Viçosa. Seeds of Arabic coffee variety Catuaí IAC 44, with 33, 23 and 13% of tenors of water (wet basis), with each moisture content considered as a lot. The seeds were assessed by the tests of germination and LERCAFÉ, being the latter with the following variables: imbibition in solution of sodium hypochlorite in water at the concentrations of 2.5; 3.5 and 4.5% of active chlorine, imbibition times of 1, 2 and 3 hours, at 25, 30 and 35°C. In all the treatments, the seeds had the parchment manually removed and were stored in gerboxes with screen, soaked in sodium hypochlorite in the proportion of 100 mL of solution per 50 seeds or corresponding volume at concentrations, imbibition times and temperatures according to the established combinations. Following the imbibition times, seeds were washed in running tap water and soaked in distilled water for 40 minutes. For the germination test, there was not significant difference among the tenors of water studied. For all of the tenors of water studied, the combinations 2.5% of active chlorine, at 35°C, for 3 hours and 3.5% of active chlorine, at 30°C, for 2 hours, were more efficient to estimate seed germination, as they had means significantly equal to the germination test means, indicating the possibility of reducing the time for carrying the test out.

Keywords: seeds, coffee, sodium hypochlorite, adaptation.

1. INTRODUÇÃO

Em relação à germinação de sementes de cafeeiro, esta ocorre de maneira lenta e desuniforme. Para avaliação da qualidade das sementes, pelo teste de germinação, são necessários 30 dias para a leitura final (BRASIL, 1992), o que retarda os trabalhos de pesquisa e comercialização. A germinação das sementes de maneira lenta e desuniforme ainda constitui grande empecilho à produção de mudas de qualidade, causando dificuldades na instalação da cultura no campo (SGUAREZI et al., 2001). Outro problema encontrado é a possível ocorrência de situações em que o teste de germinação, por requerer demasiado tempo, possa gerar resultados conflitantes com a verdadeira qualidade fisiológica da semente no momento da divulgação dos resultados (DIAS & SILVA, 1986).

A determinação de forma rápida do potencial germinativo é um fator importante a ser considerado em um programa de produção de sementes. Atualmente, testes que fornecem resultados em período relativamente curto são os mais demandados, pois com o uso deles é possível agilizar as tomadas de decisão nas diferentes etapas do processo produtivo. Para sementes de cafeeiro, alguns testes vêm sendo utilizados, como os testes de tetrazólio (DELOUCHE & BASKIN, 1973), de condutividade elétrica individual (COSTA & CARVALHO, 2006), de avaliação visual de exsudatos (SERA & MIGLIORANZA, 2000) e de avaliação visual do formato e coloração do embrião (SERA & MIGLIORANZA, 2003). Mas, mesmo sendo rápidos, estes testes são muito trabalhosos, onerosos e demandam mão-de-obra especializada.

Nesse contexto, para sementes de cafeeiro, o teste LERCAFÉ tem se mostrado uma alternativa promissora, pois é um teste rápido e barato, além de ser de fácil execução e avaliação. O teste LERCAFÉ consisti na embebição das sementes de cafeeiro em solução de hipoclorito de sódio. Esta avaliação rápida é possível, uma vez que o hipoclorito de sódio, em determinadas concentrações, reage nas áreas mortas ou lesionadas do endosperma das sementes de cafeeiro, fazendo com que o tecido, nessas condições, assuma coloração esverdeada; se esta coloração ocorrer em uma grande área do endosperma ou na região sobre e/ou ao redor do embrião, a semente é considerada não germinável. Se a semente apresentar coloração em região distante do embrião ou

não apresentar coloração, esta é considerada germinável. Durante o desenvolvimento do teste, foram ajustadas duas metodologias. A metodologia 1 consiste na embebição de sementes, com pergaminho, em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 5% de cloro ativo, por 6 horas, a temperatura de 25°C, em BOD. Após esse período, as sementes são lavadas em água corrente e embebidas em água destilada por 40 minutos. Na metodologia 2, as sementes, após terem seu pergaminho removido manualmente, são embebidas em solução de hipoclorito de sódio, na concentração de 2,5% de cloro ativo, por 3 horas, a temperatura de 25°C, em BOD. Após esse período, as sementes são lavadas em água corrente. Este teste tem como vantagens a redução no tempo e no trabalho dispensado na avaliação das sementes de cafeeiro, possibilitando a avaliação rápida da qualidade das sementes, além de apresentar baixo custo e requerer pequena demanda de mão de obra (REIS, 2004).

O desenvolvimento de metodologia mais adequada, de modo a definir as condições mais apropriadas de concentração da solução de hipoclorito de sódio, do tempo de embebição e da temperatura, pode tornar o teste ainda mais eficiente.

Para o teste de tetrazólio, estudos específicos com algumas espécies têm indicado que o uso de soluções menos concentradas e temperaturas mais altas (35 a 40° C), não interferem na precisão dos resultados (FRANÇA NETO et al., 1998; DIAS & BARROS, 1999; BHERING et al., 1999).

Baseado nessas considerações e levando-se em conta o menor tempo gasto para avaliação na metodologia 2, o objetivo deste trabalho foi avaliar novas combinações de concentração de hipoclorito de sódio, tempo de embebição e temperatura de exposição, para esta metodologia, na tentativa de tornar o teste LERCAFÉ ainda mais econômico e rápido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG. Foram utilizadas sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cultivar IAC Catuaí 44,

provenientes da Fazenda Experimental do Vale do Piranga/Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG).

Os frutos foram colhidos manualmente, no estágio denominado cereja. Após a colheita, os frutos foram submetidos aos processos de despulpamento e degomagem (fermentação em água por 24 horas) para a retirada da mucilagem. As sementes foram lavadas em água corrente e dispostas sobre telado à sombra, para remoção do excesso de umidade. Em seguida, as sementes foram secadas à sombra em sacos de filó, tamanho 10 x 15 cm, contendo aproximadamente 1,3 kg de sementes, até atingirem os teores de água de 33, 23 e 13% (base úmida). Após a secagem, efetuou-se a eliminação das sementes chochas, danificadas e brocadas, conforme os procedimentos para a obtenção de lotes comerciais.

Foram realizados três ensaios, um para cada grau de umidade das sementes, sendo cada grau de umidade considerado um lote: Lote 1 (sementes com 33% de teor de água (base úmida)), Lote 2 (sementes com 23% de teor de água (base úmida)) e Lote 3 (sementes com 13% de teor de água (base úmida)). Em cada ensaio, as sementes foram submetidas ao teste LERCAFÉ, com as seguintes variáveis: embebição em solução aquosa contendo hipoclorito de sódio nas concentrações de 2,5; 3,5 e 4,5% de cloro ativo, durante período de embebição de 1, 2 e 3 horas, à temperatura de 25, 30 e 35°C. A concentração de cloro ativo do hipoclorito de sódio foi determinada no Laboratório de Química Analítica (LAQUA) do Departamento de Química da UFV. A concentração de cloro ativo da solução de pré-embebição foi obtida por meio da diluição do hipoclorito de sódio comercial com água destilada.

Para a realização do teste LERCAFÉ, para todos os tratamentos, as sementes, após terem seu pergaminho removido manualmente, foram acondicionadas em caixas gerbox, onde ficaram embebidas em solução de hipoclorito de sódio, adotando-se a proporção de 100 mL de solução de hipoclorito de sódio para 50 sementes ou volume correspondente. Para que ficassem imersas, utilizou-se o telado das caixas gerbox sobre as sementes. Após esse procedimento, as caixas gerbox foram tampadas e levadas para BODs com temperaturas de 25, 30 e 35°C, onde permaneceram durante os períodos referentes a cada tratamento (1, 2 e 3 horas). Decorridos os tempos de exposição das sementes à solução aquosa contendo hipoclorito de sódio, as mesmas foram lavadas em

água corrente, durante 90 segundos e imersas em água destilada por 40 minutos, sendo posteriormente dispostas sobre bancada para avaliação. Após a avaliação visual, as sementes foram fotografadas e computadas, de acordo com a coloração do endosperma e a presença do embrião, as percentagens de sementes germináveis e não germináveis. Para obtenção da percentagem de germinação, foram consideradas germináveis as sementes que não apresentavam coloração verde na região sobre ou próxima ao embrião e embrião visível, e não germináveis aquelas que apresentavam coloração verde sobre e/ou ao redor do embrião e aquelas que não apresentavam embrião visível. Para comparação dos resultados, foi realizado o teste de germinação, onde utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes sem pergaminho, semeadas em papel germitest (três folhas) umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos confeccionados foram mantidos em germinador a 30°C. As avaliações foram efetuadas aos 15 e 30 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem média de plântulas normais (BRASIL, 1992).

Os ensaios foram instalados em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância. Para cada lote, os resultados de germinação estimados pelos tratamentos compostos pelas combinações das concentrações de hipoclorito de sódio, temperaturas e tempos de pré-embrição (teste LERCAFÉ) foram comparados com o valor obtido no teste de germinação, aplicando-se o teste de Dunnett unilateral à esquerda, com 5% de probabilidade e, desta forma, identificando-se os tratamentos que apresentaram resultados inferiores ao tratamento testemunha (Teste de germinação).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou efeito significativo de todas as variáveis estudadas e suas respectivas interações. Apesar do efeito significativo, não se utilizaram a comparação entre médias e nem mesmo o desdobramento das interações, pois, no presente trabalho, a intenção foi somente comparar, individualmente, com a média obtida no tratamento testemunha (teste de germinação), a média de cada um dos tratamentos do teste LERCAFÉ.

No teste LERCAFÉ, as sementes foram classificadas como germináveis e não germináveis, seguindo a classificação de Reis (2004). Na Figura 1, encontram-se as características das sementes classificadas como germináveis e das sementes classificadas como não germináveis. Foram consideradas germináveis aquelas que apresentavam embrião visível e não apresentavam coloração verde na região do endosperma próxima ao embrião. As sementes consideradas não germináveis foram aquelas que não apresentavam embrião visível ou aquelas que apresentavam coloração verde na região do endosperma sobre e/ou ao redor do embrião.

Na Tabela 1 encontram-se os valores obtidos para os tratamentos com concentração de 2,5% de cloro ativo.

Tabela 1: Resultados dos testes de germinação (testemunha) e LERCAFÉ, realizado com solução a 2,5% de cloro ativo, de acordo com a temperatura e o tempo de embebição, em sementes de cafeeiro.

Lotes ¹	Teste de germinação (%)	Teste LERCAFÉ (% de sementes germináveis)								
		Temperatura (°C)								
		25			30			35		
		Tempo de embebição (horas)								
		1**	2**	3	1**	2**	3	1**	2**	3
1	92	97	98	96	99	98	96	98	97	92*
2	93	97	97	95*	98	98	95*	98	97	93*
3	94	97*	97*	95*	98	98	95*	98	97*	92*

*Médias iguais ao tratamento testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, na mesma linha.

** Tratamentos não suficientes para coloração das sementes.

¹Lote 1: sementes com 33% de teor de água (base úmida); Lote 2: sementes com 23% de teor de água (base úmida) e Lote 3: sementes com 13% de teor de água (base úmida).

Para a temperatura de 25°C, observa-se que os períodos de embebição de 1 e 2 horas não foram suficientes para promover a coloração esverdeada característica do teste em áreas lesionadas; a igualdade nas médias obtidas em relação à testemunha ocorreu somente pela observação de sementes sem embrião. Para o período de embebição de 3 horas, os lotes 2 e 3 apresentaram resultados significativamente iguais às testemunhas. Para a temperatura de 30°C foi observada a mesma tendência que à observada para a



Figura 1: Caracterização de sementes de cafeeiro pelo teste LERCAFÉ. A - Semente com embrião visível e sem coloração verde; B e C - Semente com embrião visível e coloração verde em região distante do embrião; D, E e F - Semente apresentando coloração verde na região do embrião; G - Semente sem embrião visível.

temperatura de 25°C, sendo os períodos de embebição de 1 e 2 horas não sendo suficientes para promover a coloração esverdeada característica do teste em áreas lesionadas e o tempo de embebição de 3 horas apresentando os lotes 2 e 3 com médias significativamente iguais às testemunhas. Analisando-se os resultados obtidos para a temperatura de 35°C, os períodos de embebição de 1 e 2 horas não foram suficientes para promover a coloração esverdeada característica do teste em áreas lesionadas; a igualdade na média obtida em relação à testemunha ocorreu somente pela observação de sementes sem embrião. O período de embebição de 3 horas se mostrou o mais eficiente para estimar a germinação das sementes de cafeeiro, pois os três lotes estudados apresentaram médias significativamente iguais às testemunhas. Reis (2004) obteve melhores resultados utilizando concentração de 2,5% de cloro ativo com período de embebição de 3 horas a temperatura de 25°C. A obtenção de médias significativamente iguais a testemunha na temperatura de 35° é um fator importante para a utilização do teste a nível de produtor, pois essa pode ser a temperatura ambiente encontrada.

Na Tabela 2 encontram-se os valores obtidos para os tratamentos com concentração de 3,5% de cloro ativo.

Tabela 2: Resultados dos testes de germinação (testemunha) e LERCAFÉ, realizado com solução a 3,5% de cloro ativo, de acordo com a temperatura e o tempo de embebição, em sementes de cafeeiro.

Lotes ¹	Teste de germinação (%)	Teste LERCAFÉ (% de sementes germináveis)								
		Temperatura (°C)								
		25			30			35		
		Tempo de embebição (horas)								
		1**	2	3	1**	2	3***	1	2***	3***
1	92	98	95	95	98	94*	83	95	54	0
2	93	98	95*	95*	97	94*	84	96	55	0
3	94	97*	94*	94*	97*	94*	82	96*	54	0

*Médias iguais ao tratamento testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, na mesma linha.

** Tratamentos não suficientes para coloração das sementes.

*** Tratamentos que apresentaram coloração excessiva das sementes.

¹Lote 1: sementes com 33% de teor de água (base úmida); Lote 2: sementes com 23% de teor de água (base úmida) e Lote 3: sementes com 13% de teor de água (base úmida).

Analisando-se os resultados, observa-se que, com o aumento da temperatura, ocorre uma diminuição no tempo de embebição necessário para a avaliação. Para a temperatura de 25°C, observa-se que o período de embebição de 1 hora não foi suficiente para promover a coloração esverdeada característica do teste em áreas lesionadas; a igualdade na média obtida em relação à testemunha ocorreu somente pela observação de sementes sem embrião. Os tempos de embebição de 2 e 3 horas apresentaram, para os lotes 2 e 3, médias significativamente iguais as das testemunhas. Para a temperatura de 30°C, o período de embebição de 1 hora não foi suficiente para promover a coloração esverdeada característica do teste em áreas lesionadas; a igualdade na média obtida em relação à testemunha ocorreu somente pela observação de sementes sem embrião. O período de embebição de 2 horas se mostrou o mais eficiente para estimar a germinação das sementes de cafeeiro, pois os três lotes estudados apresentaram médias significativamente iguais às testemunhas. De acordo com a metodologia desenvolvida por Reis (2004) o período de embebição necessário para se obter a coloração característica do teste é de 3 horas. Assim, esse resultado se mostra de alta relevância, pois a diminuição do período de embebição de 3 para 2 horas faz com que o teste se torne ainda mais rápido. Para o período de embebição de 3 horas, houve uma subestimação dos valores de germinação encontrados pelo teste. Esses valores subestimados de germinação se devem à alta concentração utilizada, sendo esta responsável pela coloração excessiva das sementes. Analisando-se os resultados obtidos na temperatura de 35°C, o período de embebição de 1 hora não foi suficiente para promover a coloração esverdeada característica do teste em áreas lesionadas; a igualdade na média obtida em relação à testemunha ocorreu somente pela observação de sementes sem embrião. Os períodos de embebição de 2 e 3 horas subestimaram os valores de germinação encontrados pelo teste. Esses valores subestimados de germinação, assim como na temperatura de 30°C, se devem à alta concentração utilizada, sendo esta responsável pela coloração excessiva das sementes.

Os valores obtidos para a concentração de 4,5% de cloro ativo encontram-se na Tabela 3.

Para a temperatura de 25°C, o tempo de embebição de 1 hora não foi suficiente para promover a coloração esverdeada característica do teste em áreas lesionadas; a igualdade na média obtida em relação à testemunha ocorreu somente pela observação de sementes sem embrião. Para o período de embebição de 2 horas

os lotes 2 e 3 apresentaram resultados significativamente iguais às testemunhas. O período de embebição de 3 horas subestimou os valores de germinação das sementes. Esses valores subestimados de germinação se devem à alta concentração utilizada, sendo esta responsável pela coloração excessiva das sementes. Para a temperatura de 30°C e período de embebição de 1 hora, os lotes 2 e 3 apresentaram resultados significativamente iguais às testemunhas.

Tabela 3: Resultados dos testes de germinação (testemunha) e LERCAFÉ, realizado com solução a 4,5% de cloro ativo, de acordo com a temperatura e o tempo de embebição, em sementes de cafeeiro.

Lotes ¹	Teste de germinação (%)	Teste LERCAFÉ (% de sementes germináveis)								
		Temperatura (°C)								
		25			30			35		
		Tempo de embebição (horas)								
		1**	2	3***	1	2***	3***	1	2***	3***
1	92	98	96	28	96	76	37	95	0	0
2	93	98	95*	27	95*	76	40	94*	0	0
3	94	97*	95*	26	96*	74	42	93*	0	0

*Médias iguais ao tratamento testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade, na mesma linha.

** Tratamentos não suficientes para coloração das sementes.

*** Tratamentos que apresentaram coloração excessiva das sementes.

¹Lote 1: sementes com 33% de teor de água (base úmida); Lote 2: sementes com 23% de teor de água (base úmida) e Lote 3: sementes com 13% de teor de água (base úmida).

Para os períodos de embebição de 2 e 3 horas, houve uma subestimação dos valores de germinação das sementes. Esses valores subestimados de germinação se devem à alta concentração utilizada, sendo esta responsável pela coloração excessiva das sementes. A temperatura de 35°C apresentou resultados semelhantes a temperatura de 30°C, sendo que para o período de embebição de 1 hora os lotes 2 e 3 apresentaram resultados significativamente iguais às testemunhas. Para os períodos de embebição de 2 e 3 horas, houve uma subestimação dos valores de germinação das sementes. Esses valores subestimados de germinação se devem à alta concentração utilizada, sendo esta responsável pela coloração excessiva das sementes.

Analisando-se os resultados como um todo, pode-se afirmar que com o aumento da concentração de cloro ativo e da temperatura, há uma diminuição no período de embebição necessário para se realizar a avaliação. Burch & Delouche (1959), Hsu et al. (1983) e Costa (1992), estudando a metodologia do teste de tetrazólio para sementes de soja, detectaram que temperaturas elevadas podem aumentar a velocidade de embebição da semente, permitindo o entumescimento das mesmas em período relativamente curto, condição fundamental para aceleração do desenvolvimento de coloração das sementes pelo teste de tetrazólio e, conseqüentemente, obtendo-se precioso ganho na redução de tempo para a execução do teste.

4. CONCLUSÕES

- É possível reduzir o período de embebição das sementes no teste LERCAFÉ, utilizando-se solução a 3,5% de cloro ativo e temperatura de 30°C para todos os teores de água estudados.
- Os tratamentos 2,5% de cloro ativo, a 35°C, por 3 horas e 3,5% de cloro ativo, a 30°C, por 2 horas, foram eficientes para estimar a germinação de sementes de cafeeiro.

5. REFERÊNCIAS

BHERING, M. C.; SILVA, R. F.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, D. C. F. S.; PENA, M. F. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de feijão. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.8.3-1 - 8.3-10.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BURCH, J. A.; DELOUCHE, J. C. Absorption of water by seed. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysis**, v.49, p.142-150, 1959.

COSTA, N. P. **Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em sementes de soja**. 1992. 132p. (Tese Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

COSTA, P. S. C.; CARVALHO, M. L. M. Teste de condutividade elétrica individual na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 92-96, 2006.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, N. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, p. 427-452, 1973.

DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de milho. In: Krzyzanowski, F. C.; Vieira, R. D.; França Neto, J. B. (Ed). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 8.4 -1 - 8.4 - 10.

DIAS, M. C. L. L.; SILVA, W. R. Determinação da viabilidade de sementes de café através do teste de tetrazólio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.11, p.1139-1145, 1986.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116).

HSU, J. H.; KIM, C. J.; WILSON, L. A. Factors affecting water uptake of soybean during soaking. **Cereal Chemistry**, v.60, n.3, p.208-211, 1983.

REIS, L. S. **LERCAFÉ: novo teste para estimar a germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2004. 57 f. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SERA, G. H.; MIGLIORANZA, E. Avaliação visual do potencial germinativo de sementes de café por exsudatos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. **Resumos expandidos...** Brasília – DF: Embrapa Café Minasplan, 2000.

SERA, G. H.; MIGLIORANZA, E. Avaliação visual do potencial germinativo de sementes de café pelo formato e coloração do embrião. **Semina**, Londrina, v.24, n.2, p.307-310, 2003.

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