

LUCILÉA SILVA DOS REIS

**LERCAFÉ: NOVO TESTE PARA ESTIMAR A GERMINAÇÃO DE
SEMENTES DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)**

Tese 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
2004**

A Deus.

Aos meus pais Geraldo e Lourdes.

Ao meu querido Robson.

À minha irmã Léa.

Dedico.

“Contribuo talvez para engrandecer o universo, porque quem, morrendo, deixa escrito um verso belo deixou mais ricos os céus e a terra e mais emotivamente misteriosa a razão de haver estrelas e gente”.

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser absolutamente tudo e por ter guiado meus passos em todos os momentos deste trabalho.

Aos meus pais Geraldo e Lourdes, pelo amor, carinho, incentivo e por sempre acreditarem que esse sonho pudesse ser realizado.

À minha querida irmã Léa, por sempre me confortar com seu amor e amizade, mesmo que à distância.

Ao Robson, meu marido, pelo amor e por ser muito mais que um companheiro em todas as horas e, principalmente, por também tornar seus meus objetivos e sonhos.

Ao professor Eduardo Fontes Araujo, pelos ensinamentos e orientação, pela sincera amizade e por ser excelente exemplo profissional.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores Carlos Sigueyuki Sedyama e Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias pelos conselhos e sugestões.

Aos professores Múcio Silva Reis e Eveline Mantovani Alvarenga, pelos valiosos ensinamentos.

À amiga Otenita pelo companheirismo, pelas orações e boa convivência.

Ao amigo José Márcio pela mão amiga e pela imprescindível colaboração na realização deste trabalho.

À Mara Rodrigues pela amizade, pelas colaborações e pela convivência agradável.

À Empresa Fertilizantes Heringer, pela concessão do material de trabalho.

Aos funcionários Marcos e Paulinho pelo auxílio na realização dos trabalhos.

Ao Professor José Carlos Lopes, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, pelos ensinamentos fundamentais em minha formação.

BIOGRAFIA

LUCILÉA SILVA DOS REIS, filha de Geraldo dos Reis Filho e Lourdes Silva dos Reis, nasceu em Duque de Caxias-RJ, no dia 24 de abril de 1980.

Em dezembro de 1996 concluiu o ensino médio na Escola Agrotécnica Federal de Alegre (EAFA) no município de Alegre-ES.

Em 1997, ingressou na Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre, graduando-se em Engenharia Agrônômica, em junho de 2002.

Em agosto de 2002, iniciou o curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 A semente do cafeeiro (<i>Coffea arábica</i> L.).....	5
2.2 Problemas associados às sementes de cafeeiro.....	6
2.3 Testes rápidos para a avaliação da qualidade das sementes.....	7
2.4 Uso do hipoclorito de sódio em sementes.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Experimento I: Potencialidade da utilização do hipoclorito de sódio na avaliação rápida da qualidade de sementes de cafeeiro (<i>Coffea arábica</i> L.).....	14

3.1.1	Caracterização da qualidade fisiológica das sementes.....	14
3.1.1.1	Grau de umidade.....	14
3.1.1.2	Teste de germinação (TG).....	14
3.1.2	Estudo do uso do hipoclorito de sódio (NACIO).....	14
3.1.2.1	Preparo da solução.....	14
3.1.2.2	Exposição das sementes ao NACIO.....	15
3.1.2.3	Avaliação dos resultados.....	15
3.2	Experimento II: Uso do hipoclorito de sódio no desenvolvimento de teste para estimar a germinação das sementes de cafeeiro (<i>Coffea arábica</i> L.).....	16
3.2.1	Caracterização da qualidade fisiológica dos lotes.....	16
3.2.1.1	Obtenção dos lotes com diferentes níveis de qualidade.....	16
3.2.1.2	Grau de umidade.....	16
3.2.1.3	Teste de germinação.....	16
3.2..	Emprego do teste com hipoclorito de sódio.....	17
3.2.2.1	Método 1.....	17
3.2.2.2	Método 2.....	18
3.2.2.3	Avaliação dos resultados.....	18
3.3	Procedimento estatístico.....	19
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1	Experimento I: Potencialidade da utilização do hipoclorito de sódio na avaliação rápida da qualidade de sementes de cafeeiro (<i>Coffea arábica</i> L.).....	20
4.1.1	Caracterização da qualidade fisiológica das sementes.....	20
4.1.2	Estudo do uso do hipoclorito de sódio.....	21
4.2	Experimento II: Uso do hipoclorito de sódio no desenvolvimento de teste para estimar a germinação das sementes de cafeeiro (<i>Coffea arábica</i> L.).....	27
4.2.1	Caracterização da qualidade fisiológica dos lotes.....	27
4.2.2	Avaliação da qualidade das sementes de cafeeiro pelo teste	

desenvolvido.....	29
4.2.2.1 Determinação da porcentagem de sementes com embriões visíveis	29
4.2.2.2 Estimativa da germinação das sementes.....	33
5. CONCLUSÕES.....	46
6. BIBLIOGRAFIA.....	47
APÊNDICE.....	53

RESUMO

REIS, Luciléa Silva, M.S. Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2004.

LERCAFÉ: novo teste para estimar a germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Conselheiros: Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias e Carlos Sigueyuki Sedyama.

Com o objetivo de utilizar o hipoclorito de sódio no desenvolvimento de novo teste para avaliar rapidamente a qualidade das sementes de cafeeiro, buscando estabelecer uma estimativa de sua porcentagem de germinação, o presente trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, utilizando-se sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivares IAC Catuaí 44 e Rubi. No experimento I os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco concentrações de hipoclorito de sódio (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0%) e quatro tempos de exposição das sementes (6, 12, 18 e 24 horas). Após cada tempo de permanência nas soluções de hipoclorito de sódio, as sementes foram lavadas e imersas em água destilada por 40 minutos e dispostas sobre bancada para avaliação visual das partes coloridas pela solução, adotando-se

como critério de avaliação as sementes que apresentavam a área ao redor e/ou sobre o embrião coloridas e as sementes que não apresentavam embrião visível. A qualidade das sementes foi aferida pelo teste de germinação (TG), conforme recomendação das Regras para Análise de Sementes. No experimento II foram utilizados quatro lotes de cada cultivar. A porcentagem de germinação das sementes foi estimada por meio de duas metodologias, empregando soluções de hipoclorito de sódio. No método 1, as sementes tiveram seu pergaminho removido manualmente e logo após foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 2,5%, onde permaneceram por 3 horas. Após isso, as sementes foram lavadas e depois avaliadas. No método 2, as sementes com pergaminho foram imersas em hipoclorito de sódio a 5,0% por um período de 6 horas, sendo que as sementes submetidas a este método foram lavadas e imersas em água destilada por 40 minutos e posteriormente avaliadas. Na avaliação visual das sementes, analogamente ao experimento I, foram consideradas não germináveis as sementes que apresentavam formação de coloração esverdeada intensa na região embrionária e as sementes que não apresentavam embrião visível; a qualidade dos lotes também foi caracterizada pelo teste de germinação. Os experimentos foram analisados conforme delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se oito repetições de 50 sementes. Foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os métodos de estimativa da germinação e o teste de germinação; a significância dos valores de r foi determinada pelo teste t , a 1 e 5% de probabilidade. Os resultados permitem concluir que, no experimento I, a concentração de 5,0% de hipoclorito de sódio, no tempo de 6 horas, permitiu estimar a germinação das sementes à semelhança do teste de germinação. Com base nos resultados obtidos com o experimento II, verificou-se que o uso do hipoclorito de sódio na avaliação rápida das sementes de café, utilizando ambas metodologias estudadas, é de baixo custo, de fácil execução e interpretação, permitindo estimar com precisão e rapidez o potencial de germinação das sementes de cafeeiro. Como o teste utilizando hipoclorito de sódio, nas duas metodologias empregadas, apresentou características não destrutivas, foi possível

avaliar as plântulas provenientes das sementes testadas. Com a conclusão dos trabalhos, foi dado ao novo teste o nome de LERCAFÉ.

ABSTRACT

REIS, Luciléa Silva, M.S. Universidade Federal de Viçosa, September 2004.
LERCAFÉ: new test to estimate the germination of the coffee tree seeds (*Coffea arabica* L.). Adviser: Eduardo Fontes Araujo. Committee members: Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias and Carlos Sigueyuki Sedyama.

With the objective to use sodium hypochlorite in the development of new test to evaluate quickly the quality of the coffee tree seeds, being searched to establish an estimate of its percentage of germination, the present work was carried through in the Laboratory of Analysis of Seeds of the Department of Fitotecnia of the Federal University of Viçosa (UFV), in Viçosa - MG, using coffee tree seeds (*Coffea arabica* L.) cultivars IAC Catuaí 44 and Rubi. In the experiment I the treatments had been constituted by the combination of five concentrations of sodium hypochlorite (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 and 10.0%) and four times of exposition of the seeds (6, 12, 18 and 24 hours). After each time of

permanence in the sodium hypochlorite solutions, the seeds had been washed and immersed in distilled water per 40 minutes and disposed over benches for visual evaluation of the parts colored for the solution, adopting as evaluation criterion the seeds that presented the around area and/or over the embryo colorful and the seeds that did not present visible embryo. The quality of the seeds was checked by the germination test (TG), as recommendation of the Rules for Analysis of Seeds. In the experiment II four lots of each cultivar had been used. The percentage of germination of the seeds was estimated by two methodologies, using sodium hypochlorite solutions. In the method 1, the seeds had its parchment manually removed and then had been immersed in sodium hypochlorite solution 2.5%, where they had remained for 3 hours. After this, the seeds had been washed and later evaluated. In the method 2, the seeds with parchment had been immersed in sodium hypochlorite 5.0% for a 6 hours period, being that the seeds submitted to this method had been washed and immersed in distilled water per 40 minutes and later evaluated. In the visual evaluation of the seeds, corresponding to experiment I, the seeds that presented intense greenish coloration formation in the embryonic region and the seeds that did not present visible embryo had been considered no germinants; the quality of the lots also was characterized by the germination test. The experiments had been analyzed in agreement with an entirely casual delineation, using eight repetitions of 50 seeds. The Pearson correlation coefficients (r) had been calculated between the methods of germination estimate and the test of germination; the values significance of r was determined by test t , at 1 and 5% of probability. The results allow to conclude that, in the experiment I, the concentration of 5,0% of sodium hypochlorite, in the time of 6 hours, had allowed to estimate the germination of the seeds similarly to the germination test. Based on the results obtained with experiment II, it was verified that the use of the sodium hypochlorite in the fast evaluation of the coffee seeds, using both studied methodologies, is of low cost, of easy execution and interpretation, allowing to estimate with precision and quickness the germination potential of the coffee tree seeds. As the test using sodium hypochlorite, in the two used methodologies, presented not destructive

characteristics, it was possible to evaluate the seedlings proceeding from the tested seeds. With the conclusion of the works, it was given to the new test the name LERCAFÉ.

1. INTRODUÇÃO

De grande importância econômica e social, a cultura do café (*Coffea arabica* L.), movimenta o segundo maior volume de negócios no mundo, tendo a sua frente apenas as atividades relacionadas ao uso do petróleo (Mendes et al, 1995).

De acordo com Rena et al. (1986), de todo o café comercializado no mundo, cerca de 70% corresponde à espécie *Coffea arabica* L., pelo fato de seus grãos apresentarem qualidade de bebida superior à espécie *Coffea canephora* Pierre, que representa apenas 30% do total comercializado. No Brasil, o plantio de *Coffea arabica* L. toma proporções maiores, representando cerca de 82% das lavouras (Melo et al., 1998).

No cenário mundial de comércio de café, o Brasil aparece como o maior produtor e segundo maior consumidor. Cerca de 50 países, localizados nas regiões tropicais da América Latina, África e Ásia, estão envolvidos no cultivo comercial do cafeeiro, sendo os principais responsáveis pela produção

mundial, estimada em 112,8 milhões de sacas. Para esses países, o café é a principal fonte de renda (Screenath, 2000).

Para Silva e Berbert (1999), o comércio de café é fundamental para o equilíbrio comercial entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, por proporcionar a esses últimos, meios de pagamento para as importações de bens de consumo. Além disso, a cafeicultura e demais atividades ligadas ao setor cafeeiro são as principais fontes empregadoras nos países produtores.

De grande relevância para a economia brasileira, a cultura do café tem papel importante no desenvolvimento econômico de vários estados, principalmente Minas Gerais, estado que responde por 50% da produção brasileira de *Coffea arabica* L. (Floriani, 2000).

O desenvolvimento de tecnologias empregadas na lavoura cafeeira, como alterações nas técnicas de cultivo e beneficiamento, além da introdução de novos cultivares, tem contribuído para a redução dos custos de produção e para a obtenção de um melhor produto final para o consumidor. No entanto, a cultura ainda apresenta certas limitações quanto à longevidade das sementes tornando-se, assim, alvo permanente de pesquisas, principalmente no que tange a avaliação rápida de sua qualidade.

Os benefícios obtidos principalmente pelo melhoramento de plantas são levados até os produtores rurais por meio das sementes, consideradas como um dos principais insumos necessários para o bom estabelecimento das principais culturas de interesse agrícola.

Assim, para que as boas características dos cultivares obtidos com os programas de melhoramento possam estar acessíveis aos agricultores, é de suma importância que o sistema de produção de sementes utilizado priorize a obtenção de materiais de elevada qualidade física, fisiológica, genética e sanitária que, associada a boas condições de cultivo, possibilite um bom desempenho produtivo da cultura (Barros, 2002).

Concomitante a isso, o emprego de sementes de boa qualidade propicia uma boa emergência, obtendo-se plantas vigorosas e uniformes, com conseqüências positivas diretas na produtividade, indicando que a qualidade de um lote de sementes é fator essencial no planejamento e implantação de qualquer programa de produção agrícola (Kikuti, 2000).

A semente do cafeeiro, notadamente, apresenta viabilidade curta e germinação lenta. Deste modo, a combinação destes fatores constitui o principal problema na divulgação de informações precisas sobre a qualidade fisiológica das sementes, uma vez que o método oficial para esta avaliação é o teste de germinação que, embora conduzido em condições ótimas, exige um período mínimo de 30 dias para a obtenção dos resultados o que, conforme Dias & Silva (1986), pode não mais condizer com o atual estado fisiológico das sementes.

A capacidade germinativa e a real qualidade fisiológica das sementes de café são informações primordiais em decisões que envolvam comercialização, utilização ou descarte de um lote. Nesse sentido, o uso de métodos que propiciem a avaliação da qualidade das sementes de forma mais rápida e eficaz vem colaborar com o suprimento das demandas geradas pelos produtores de sementes, viveiristas e laboratórios de análise, no que diz respeito ao destino dos lotes de sementes após a colheita.

Ademais, para que os testes utilizados na avaliação da qualidade de lotes de sementes desempenhem sua função de forma adequada, de modo a possibilitar seu emprego em escalas mais amplas, é fundamental que sejam de execução fácil e rápida, além de apresentarem baixo custo e alta correlação com os testes utilizados como análise de rotina em laboratório (Fernandes et al., 1987).

Em função disto, diversos testes vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de determinar a qualidade das sementes, seja pela estimativa de seu vigor, capacidade germinativa ou pelo percentual de danos mecânicos com o

máximo de precisão e rapidez. Dentre eles, estão listados os seguintes testes, classificados como rápidos: o teste do tetrazólio, da condutividade elétrica, pH do exsudato (fenolftaleína), o verde rápido, o teste da tintura de iodo, entre outros.

Contudo, os meios mais confiáveis de avaliação da viabilidade das sementes ainda são o teste de germinação que demanda muito tempo para sua realização, e o teste de tetrazólio, que apesar de estimar o potencial germinativo das sementes, é muito trabalhoso e exige mão-de-obra altamente qualificada.

Assim, torna-se necessário que mais pesquisas sejam dedicadas ao desenvolvimento de técnicas de avaliação da qualidade das sementes que propiciem o equilíbrio entre precisão dos resultados, facilidade de execução, rapidez na condução e divulgação dos resultados dos testes.

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo utilizar o hipoclorito de sódio no desenvolvimento de um novo teste para avaliar rapidamente a qualidade das sementes de cafeeiro, buscando estabelecer uma estimativa de sua porcentagem de germinação, colaborando, assim, na divulgação de informações complementares ao teste de germinação e favorecendo o processo de tomada de decisão nas etapas de comercialização das sementes e produção de mudas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A semente do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

O fruto do cafeeiro é uma drupa que possui, em geral, dois lóculos e duas sementes. Quando maduro, o fruto apresenta um exocarpo de coloração vermelha ou amarela e um mesocarpo de consistência gelatinosa rico em açúcares e água (Rena e Maestri, 1986).

A semente do cafeeiro é plano-convexa, sendo assim denominada por possuir uma face de aparência reta, sulcada longitudinalmente, e outra de característica abaulada. É formada por um embrião de tamanho bastante reduzido (cerca de 3 a 4mm) em relação à semente, um endosperma volumoso e um envoltório constituído por células esclerenquimatosas, denominado espermoderma ou película prateada. Envolvendo exteriormente a semente encontra-se o endocarpo, tecido remanescente do fruto, de característica coriácea quando maduro, chamado de pergaminho (Rena e Maestri, 1986).

Segundo Dedeca (1957) o endosperma é formado por células nucleadas, poliédricas e de paredes espessas, onde estão depositadas hemiceluloses, principalmente mananas e galactomananas, assumindo função de reserva, juntamente com substâncias graxas (Carvalho e Alvarenga, 1993). O endosperma contém ainda, água, aminoácidos, triglicerídeos, açúcares, dextrina, pentasonas, celulose, ácido caféico, ácido clorogênico, minerais e alcalóides, como a cafeína (Rena e Maestri, 1986).

O embrião, localizado no interior do endosperma, normalmente na base da superfície convexa, é formado por um eixo hipocótilo-radícula e por dois cotilédones cordiformes (Rena e Maestri, 1986) que, com o decorrer da germinação consome as reservas, culminando no rompimento do endosperma, quando é possível observar a protrusão da raiz primária (Carvalho e Alvarenga, 1993).

2.2. Problemas associados às sementes de cafeeiro

Segundo Rodrigues (1988) a longevidade das sementes, em geral, é afetada de modo decisivo por fatores de produção e de armazenamento. Todavia, mesmo sob condições ótimas de armazenamento, sementes de algumas espécies apresentam um período de vida muito curto, com destaque para as sementes de cafeeiro.

Além disso, a germinação das sementes de café é um processo lento, mesmo em condições favoráveis, atingindo máximos de 90 dias nos períodos quentes do ano e 120 dias nos meses mais frios (Went, 1957).

Assim, Dias e Silva (1986) relatam 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.

Ao longo dos anos, diversas pesquisas se concentram em diminuir o tempo gasto na germinação das sementes de café. Autores como Rena e Maestri (1986) e Guimarães (1995) concluíram que a retirada do pergaminho é técnica eficiente na aceleração do processo germinativo.

Pereira et al. (2002) afirmaram que a lenta germinação da semente do cafeeiro pode estar associada à película prateada, provável fonte de inibidores como a cafeína, sugerindo, assim, que a remoção desta estrutura pode trazer algum benefício à velocidade de germinação.

Sales et al. (2001) buscando acelerar a germinação, testou a imersão das sementes em solução de celulase e verificou que esta prática não contribuiu para que houvesse redução significativa no tempo necessário à germinação.

Embora as técnicas desenvolvidas para se obter sementes de café germinadas em menos tempo sejam, em sua maioria, eficientes, o principal meio empregado na verificação da qualidade fisiológica dessas sementes é o teste de germinação, que demanda 30 dias para sua realização e posterior informação dos resultados (Brasil, 1992).

2.3. Testes rápidos para a avaliação da qualidade das sementes

Podendo ser utilizados em diferentes etapas do processo de produção, os testes rápidos apresentam grande empregabilidade e são de importância fundamental nos programas de controle de qualidade de sementes (Fernandes et al., 1987).

Baseados principalmente em propriedades físicas e fisiológicas, os testes rápidos geralmente envolvem processos respiratórios e permeabilidade das membranas. Dentre tais testes, o teste do tetrazólio, fundamentado na atividade da enzima desidrogenase, tem se mostrado como método eficiente na estimativa do potencial de germinação da semente (Figueiredo, 2000).

Para Delouche et al. (1976) o sucesso do teste de tetrazólio deve-se ao fato da avaliação individual da semente, estimando com grande precisão a qualidade do lote. Contudo, o teste apresenta como grande desvantagem o requerimento de analistas altamente especializados e bem treinados, além de ser de morosa execução (Antepara, 1979).

Também, com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica de lotes de sementes, vários testes foram desenvolvidos, segundo Mattews e Powell (1981) levando em consideração a perda de eletrólitos para o meio de embebição, como por exemplo o teste de condutividade elétrica.

Nesse sentido, Deswal e Sheoran (1993) trabalhando com medidas de absorvância espectrofotométrica, concluíram que as medidas de condutividade elétrica apresentam bons resultados apenas quando a semente apresenta alta concentração de eletrólitos, porém, nas sementes pequenas, o teste é pouco satisfatório, pelo fato das concentrações de eletrólitos, nessas sementes, serem relativamente baixas.

O primeiro teste baseado em variações do pH e procedimentos colorimétricos foi o teste do trimerosal, desenvolvido por Franco et al. (1984), cujo princípio é a reação desse composto com o exsudato de sementes embebidas em água, dando origem a uma coloração laranja brilhante, em sementes viáveis e, tonalidade avermelhada, em sementes já deterioradas.

Embora ainda sejam poucas as pesquisas envolvendo a avaliação rápida da viabilidade de sementes de cafeeiro, algumas metodologias vêm sendo desenvolvidas ou adaptadas para esta finalidade, onde o teste de tetrazólio aparece em destaque, como o mais estudado (Figueiredo, 2000).

Quando Vasquez e Morillo (1964) trabalharam com o sal de tetrazólio em café, empregando vários métodos de preparo das sementes, utilizando sementes inteiras, com e sem pergaminho, sementes com protrusão da radícula e fração da semente com exposição do embrião, observaram que as sementes inteiras, com pergaminho, não apresentaram reação positiva de coloração e

naquelas em que houve um contato direto da solução do sal com o embrião ocorreu reação positiva de coloração, variando da tonalidade rosa claro até roxa.

Mondonedo (1970) sugeriu que a semente fosse seccionada longitudinalmente, ao longo do embrião, para que melhores resultados fossem obtidos. Esse autor verificou que concentrações de 0,1 e 0,5% do sal de tetrazólio, com 8 a 16 horas de imersão, foram satisfatórias na estimativa da qualidade das sementes. Contudo, concentrações mais elevadas do sal, acima de 2%, foram prejudiciais às sementes. Além disso, mesmo quando se utilizou a metodologia mais eficiente, os resultados de viabilidade das sementes foram superestimados, quando comparados ao teste de germinação e, quando foram utilizadas sementes mais velhas, houve necessidade de um maior tempo de exposição.

Lopez (1988) também utilizando a técnica de seccionamento longitudinal do embrião, confirmou os resultados obtidos por Mondonedo (1970) afirmando que o sal de tetrazólio pode ser um eficiente indicador da viabilidade das sementes de cafeeiro, possibilitando seu uso para controlar a qualidade das sementes para semeadura.

Procurando evitar ao máximo, os possíveis danos mecânicos no embrião durante o processo de preparo do teste, Dias e Silva (1986) utilizaram metodologia onde parte do endosperma, contendo o embrião é submetido à solução de tetrazólio, sendo que o embrião não é exposto diretamente na solução. Neste método, apenas após certo tempo de exposição é que o embrião é retirado do endosperma. Os resultados obtidos com este experimento indicaram amplas possibilidades da utilização do teste de tetrazólio para estimar a germinação de sementes de cafeeiro, uma vez que não houve variação entre os tratamentos utilizados.

Weikert (1991) estudou três métodos para a aplicação do teste de tetrazólio em sementes de cafeeiro, onde utilizou variações da concentração do

sal de tetrazólio, de temperatura e tempo de exposição. Tal estudo possibilitou concluir que a metodologia que propiciou maior rapidez nos resultados e uma melhor correlação com os percentuais de viabilidade do teste padrão de germinação foi o uso da temperatura de 30°C, associada à concentração de 0,1% da solução de tetrazólio com a exposição total do embrião.

Mantovaneli et al. (1997) comparando metodologias do teste de tetrazólio em sementes de cafeeiro, observaram que a exposição do embrião na semente, seguida de nova imersão em água a 30°C e total extração após 12 horas, mostrou-se inadequada pelo fato de proporcionar maior perda de embriões. O seccionamento da semente, ao longo do eixo embrionário, na concentração do sal de tetrazólio de 0,1%, dificultou sua avaliação, gerando resultados não conclusivos. Já a utilização de embriões extraídos proporcionou maior facilidade de avaliação, sendo que o tempo de imersão da semente variou de acordo com seu nível de deterioração.

Figueiredo (2000) estudando a possibilidade de aplicação do teste pH do exsudato-fenolftaleína na determinação rápida da viabilidade de sementes de cafeeiro, concluiu que a concentração de solução 1: 0,75 fenolftaleína/carbonato de sódio, no tempo de 15 horas, classificou e diferenciou os lotes à semelhança do teste de tetrazólio e na concentração de solução 1:1, no tempo de 10 horas, à semelhança do teste de condutividade elétrica. Na concentração de 1; 0,75, no tempo de 20 horas, o teste classificou os lotes à semelhança do teste de germinação. Esse autor também concluiu que para estimar o potencial de germinação, a metodologia do teste varia em função da safra do lote de sementes e, para lotes da safra atual, o teste utilizando-se concentração de 1:1 e tempo de embebição de 10 horas é eficiente.

Outros testes são destinados a avaliações menos complexas como estimar o percentual de danos mecânicos em um lote de sementes, como o verde rápido e da tintura de iodo sendo este o inconveniente por ser tóxico ao

homem, durante a manipulação. O verde rápido é um teste para verificação de danos mecânicos externos para sementes de milho e outros cereais, devido ao fato de não ser tóxico, em baixas concentrações. As sementes tingidas germinam e as plântulas normais e anormais podem ser examinadas para se observar os efeitos do dano mecânico. Já para danos internos, existem atualmente testes modernos como o raio x ou a microscopia de varredura (Menezes, 2004).

2.4. Uso do Hipoclorito de sódio em sementes

Obtido a partir do borbulhamento do cloro em solução de hidróxido de sódio, o hipoclorito de sódio é uma solução aquosa, alcalina, completamente solúvel em água. Contendo de 10 a 13% de NaClO, em peso, a solução de hipoclorito de sódio possui coloração amarelo-esverdeada e odor característico.

De propriedades oxidantes, branqueantes e desinfetantes, o hipoclorito de sódio possui inúmeras aplicações, como branqueamento de celulose e produtos têxteis, desinfecção de água potável, desinfecção hospitalar, tratamento de efluentes industriais, entre outras. Além de agir como intermediário na produção de diversos produtos químicos e ser o componente principal de soluções como a água sanitária, o hipoclorito de sódio é largamente empregado na pós-colheita de produtos hortícolas, principalmente na lavagem de frutas e legumes.

Nos laboratórios de sementes, o hipoclorito de sódio é amplamente empregado na assepsia de unidades de dispersão em geral, entretanto, seu uso não se restringe apenas à desinfecção de sementes.

Embora o número de pesquisas envolvendo a ação do hipoclorito de sódio na semente e seus processos fisiológicos, como a germinação, ainda não

seja muito expressivo, diversos autores relatam que esse produto pode atuar como estimulante da germinação ou quebrar a dormência de certas sementes.

Hsiao et al. (1981) descrevem que o hipoclorito de sódio tem ação de escarificação sobre o tegumento das sementes e, em função da concentração e do tempo de exposição ao produto, a semente pode se tornar mais permeável à água, oxigênio e solutos, contribuindo também na remoção e oxidação de compostos inibidores da germinação.

Já Carneiros et al. (1995) relatam que o hipoclorito de sódio pode atuar como estimulante ou inibidor da germinação das sementes de algumas espécies, dependendo do período em que essas são expostas ao produto. Esses autores, trabalhando com sementes de alface, concluíram que o sucesso do emprego do hipoclorito de sódio no estímulo à germinação das sementes depende da espessura de seus envoltórios, ou seja, sementes com envoltórios mais finos podem ter seus embriões danificados por uma exposição intensa à ação escarificante do produto.

Menezes (2004) também relata 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, onde as sementes danificadas intumescem ao absorver a solução, enquanto as intactas permanecem em sua condição original.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa – MG, utilizando-se sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivar IAC Catuaí 44 e Rubi, provenientes da área experimental da Fazenda Fertilizantes Heringer, no município de Manhuaçu, em Minas Gerais.

Os frutos colhidos para a extração das sementes apresentavam-se no estágio de maturação denominado cereja, sendo que após essa etapa os mesmos foram submetidos aos processos de despulpamento e fermentação em água por 24 horas para retirada da mucilagem. Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente e dispostas sobre telado à sombra para remoção do excesso de umidade. Após isso, efetuou-se a eliminação das sementes que se apresentavam chochas, danificadas e brocadas, conforme os procedimentos para obtenção de lotes comerciais.

3.1. Experimento I: Potencialidade da utilização do hipoclorito de sódio na avaliação rápida da qualidade de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

3.1.1. Caracterização da qualidade fisiológica das sementes

3.1.1.1. Grau de umidade

Para a determinação do grau de umidade, foram utilizadas duas repetições de aproximadamente 30 gramas de sementes sem o pergaminho. O método usado foi o da estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por um período de 24 horas, conforme BRASIL (1992), sendo os resultados expressos em porcentagem de umidade (base úmida).

3.1.1.2. Teste de germinação (TG)

A qualidade das sementes foi avaliada pelo teste de germinação (TG), utilizando-se oito repetições de 50 sementes sem pergaminho (remoção manual). Utilizou-se como substrato rolos de papel tipo germitest umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos permaneceram em germinador regulado com temperatura de 30°C por 30 dias.

Após 30 dias, efetuou-se a avaliação das plântulas e sementes, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), sendo os resultados de germinação expressos pela porcentagem de plântulas normais.

3.1.2. Estudo do uso do hipoclorito de sódio (NaClO)

3.1.2.1. Preparo da solução

Para o preparo das soluções utilizadas no experimento, adquiriu-se no mercado uma solução de hipoclorito de sódio (NaClO) com concentração

inicial de 12%, determinada por titulação. Em seguida, as concentrações foram obtidas por diluição simples em água destilada.

3.1.2.2. Exposição das sementes ao NaClO

Oito repetições de 50 sementes, com pergaminho, dos cultivares IAC Catuaí 44 e Rubi foram submetidas aos tratamentos constituídos pela combinação de cinco concentrações de hipoclorito de sódio (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0%) e quatro tempos de exposição ao produto (6, 12, 18 e 24 horas).

As sementes de cada repetição foram colocadas em caixas tipo gerbox contendo 100 ml de solução, de acordo com o tratamento. Para garantir o contato das sementes com a solução, utilizou-se telado plástico próprio das caixas gerbox, evitando assim que as mesmas flutuassem.

Em seguida, as gerbox foram tampadas e mantidas em câmara do tipo BOD, sob temperatura constante de 25°C, durante os períodos determinados.

Após o tempo de permanência em solução, as sementes foram lavadas, para retirada do excesso do produto, e imersas em água destilada por 40 minutos.

3.1.2.3. Avaliação dos resultados

Após a exposição ao NaClO, as sementes foram dispostas sobre bancada para contagem, caracterização e avaliação dos efeitos dos tratamentos sobre as características visuais das sementes.

Após esse procedimento, todas as sementes expostas aos tratamentos com hipoclorito de sódio também foram submetidas ao teste de germinação, conforme método descrito no item 3.1.1.2, para verificação dos efeitos do produto e confirmação dos resultados.

3.2. Experimento II: Uso do hipoclorito de sódio no desenvolvimento de teste para estimar a germinação das sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

3.2.1. Caracterização da qualidade fisiológica dos lotes

3.2.1.1. Obtenção dos lotes com diferentes níveis de qualidade

As sementes dos dois cultivares foram divididas em oito porções, totalizando quatro lotes de cada cultivar. A diferença de qualidade dos lotes foi obtida com o armazenamento, uma vez que as avaliações foram realizadas com as sementes recém-colhidas e aos 30, 60 e 90 dias de armazenagem.

Os lotes foram dispostos em bandejas plásticas onde permaneceram armazenados em condição ambiente com temperatura média variando entre 20 e 25°C.

3.2.1.2. Grau de umidade

O grau de umidade dos lotes foi determinado por meio do método da estufa a 105°C ± 3°C, por um período de 24 horas, utilizando-se duas repetições de aproximadamente 30 gramas de sementes sem o pergaminho, conforme BRASIL (1992), sendo os resultados expressos em porcentagem de umidade (base úmida).

3.2.1.3. Teste de germinação

Com o objetivo de estimar a qualidade das sementes e estabelecer um referencial para comparações, foi realizado o teste de germinação (TG).

Foram utilizadas oito repetições de 50 sementes sem pergaminho (remoção manual), tendo como substrato rolos de papel tipo germitest umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel

seco. Os rolos foram levados para germinador com temperatura de 30°C, onde permaneceram durante um período de 30 dias.

Transcorrido os 30 dias, foi realizada a avaliação das plântulas e sementes, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem de germinação, ou seja, porcentagem de plântulas normais obtidas no teste.

3.2.2. Emprego do teste com hipoclorito de sódio

Após a realização de alguns ensaios preliminares para aperfeiçoamento da metodologia, onde foram testadas diferentes concentrações, tempos e formas de exposição ao hipoclorito de sódio, em duas metodologias, com a finalidade de verificar a eficiência do emprego de soluções de hipoclorito de sódio na avaliação rápida das sementes de cafeeiro, testando-se vários lotes com diferentes níveis de qualidade.

3.2.2.1. Método 1

Foram testados quatro lotes do cultivar IAC Catuaí 44 e quatro lotes do cultivar Rubi. Para testar cada lote foram utilizadas oito repetições de 50 sementes, cujo pergaminho foi removido manualmente.

Utilizando-se caixas do tipo gerbox, com telado plástico, para melhor envolvimento das sementes pela solução, as sementes foram imersas em 100ml de hipoclorito de sódio em concentração de 2,5%. As caixas contendo as sementes foram levadas para câmara do tipo BOD, regulada com temperatura de 25°C, onde permaneceram por 3 horas. Transcorrido esse período, as sementes foram lavadas e depois avaliadas.

3.2.2.2. Método 2

Utilizando-se oito repetições de 50 sementes com pergaminho, foram testados quatro lotes do cultivar IAC Catuaí 44 e quatro lotes do Cultivar Rubi. As sementes foram imersas em 100 ml de solução de hipoclorito de sódio a 5%. Para a imersão das sementes foram utilizadas caixas do tipo gerbox com telado plástico, para contato total das sementes com a solução.

As sementes imersas em hipoclorito de sódio, permaneceram em câmara do tipo BOD, regulada com temperatura de 25°C, por um período de 6 horas. Passado o tempo de imersão, as sementes submetidas a este método foram lavadas e imersas em água destilada por 40 minutos e posteriormente avaliadas.

3.2.2.3. Avaliação dos resultados

Após o procedimento do teste com hipoclorito de sódio, em ambas metodologias, as sementes foram dispostas sobre bancada para avaliação visual das sementes. Foram classificadas como não germináveis as sementes que apresentavam coloração esverdeada na área ao redor e/ou sobre o embrião e as sementes que não apresentavam embrião visível, conforme critério descrito na Figura 1. A estimativa da germinação das sementes foi expressa em porcentagem, onde foi considerado o número de sementes classificadas como germináveis.

Ao término da avaliação visual, as mesmas sementes testadas, tanto pelo método 1, quanto pelo método 2, foram submetidas ao teste de germinação, de acordo com metodologia descrita no item 3.2.1.3, com o objetivo de fazer a confirmação dos resultados encontrados no teste desenvolvido.

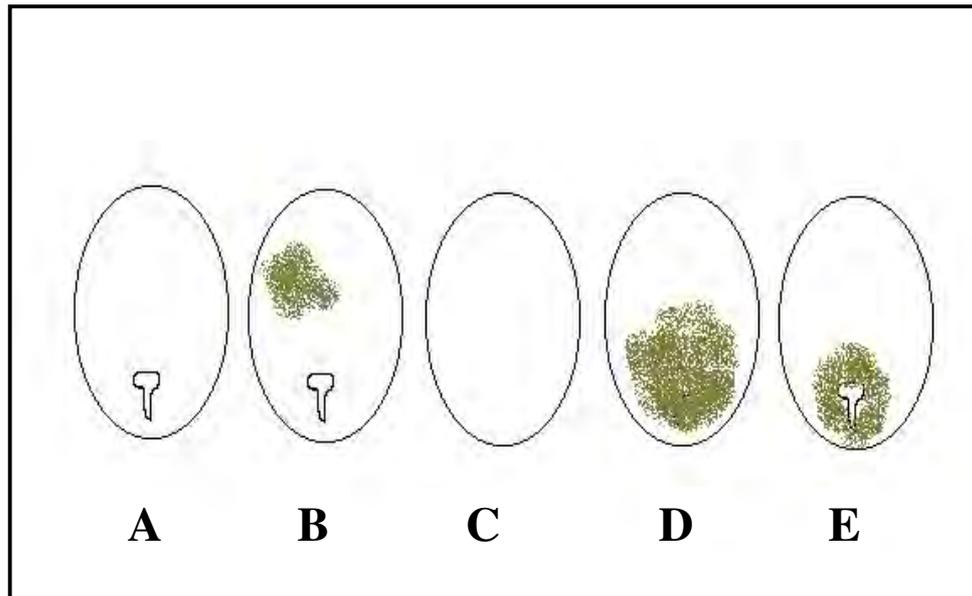


Figura 1: Critério adotado para avaliação das sementes (A e B – sementes germináveis; C, D e E – sementes não germináveis).

3.3. Procedimento estatístico

O experimento foi analisado conforme o delineamento inteiramente casualizado, utilizando-se oito repetições de 50 sementes.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre os métodos de estimativa da germinação utilizando hipoclorito de sódio e o teste de germinação; a significância dos valores de r foi determinada pelo teste t , a 1 e 5% de probabilidade (Gomes, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento I: Potencialidade da utilização do hipoclorito de sódio na avaliação rápida da qualidade de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)

4.1.1. Caracterização da qualidade fisiológica das sementes

Para que os estudos envolvendo o emprego do hipoclorito de sódio fossem efetuados, inicialmente buscou-se caracterizar as condições de umidade das sementes, bem como estabelecer sua qualidade fisiológica por meio de um método padrão conhecido e confiável, aplicando-se, portanto, o teste de germinação (TG) nas sementes dos cultivares IAC Catuaí 44 e Rubi.

Deste modo, os níveis de umidade das sementes, antes que fossem empregados os tratamentos com hipoclorito de sódio, eram de 28,14% e 26,8%, em base úmida, para IAC Catuaí 44 e Rubi, respectivamente. Já os valores de germinação apresentados pelas sementes eram de 89,75% para IAC

Catuaí 44 e 92% para Rubi, caracterizando, portando, sementes de boa qualidade.

4.1.2. Estudo do uso do hipoclorito de sódio

Quando as sementes de cafeeiro, tanto do cultivar IAC Catuaí 44, quanto do Rubi, foram expostas à solução de hipoclorito de sódio em concentração de 2,5% não foi possível fazer a detecção visual de nenhuma reação da substância no endosperma das sementes ou alguma outra estrutura interna das mesmas, pois as sementes submetidas a este tratamento, permaneceram envolvidas pelo pergaminho, mesmo quando foram empregados maiores tempos de exposição ao produto.

Embora esses tratamentos não tenham apresentado resultados satisfatórios, o fato da concentração de 2,5% de hipoclorito de sódio não ter sido eficiente na degradação do pergaminho não pode ser considerado conclusivo quanto a não utilização desta concentração na avaliação rápida das sementes de cafeeiro, uma vez que o tecido do pergaminho pode oferecer maior resistência a escarificação exercida pelo hipoclorito de sódio, em baixas concentrações, que os tecidos do endosperma.

As soluções de hipoclorito de sódio com concentrações de 5% até 10%, em todos os tempos utilizados, promoveram a remoção total do pergaminho. O endosperma das sementes, após a exposição ao hipoclorito de sódio, nessas condições, adquiriu aspecto translúcido e claro, permitindo boa visualização das estruturas internas, proporcionando a quantificação das sementes que apresentavam embriões. Além da ação direta do produto no endosperma da semente, a visualização também foi facilitada pela capacidade do produto em remover a película prateada, como pode ser observado na Figura 2.



Figura 2: Visualização do embrião das sementes de cafeeiro. A - sementes tratadas com hipoclorito de sódio; B - sementes cujo pergaminho foi retirado manualmente (presença da película prateada).

Ao término do processo de exposição das sementes dos dois cultivares ao hipoclorito de sódio, nas concentrações iguais ou superiores a 5%, pôde-se observar que certas regiões de algumas sementes desenvolveram coloração esverdeada, sendo que, com o aumento da concentração ou tempo de exposição, verificou-se acréscimo no número de sementes com estas características, bem como na intensidade e tamanho das regiões afetadas. A formação de coloração nas sementes, após a aplicação dos tratamentos, é nitidamente exposta na Figura 3, onde se torna possível a observação de manchas com diferentes graus de intensidade.



Figura 3: Coloração de sementes de cafeeiro após tratamento com hipoclorito de sódio. A – semente com coloração intensa; B – semente com coloração leve.

Hsiao et al. (1981) relatam que o hipoclorito de sódio pode promover a oxidação de alguns compostos na semente. Bewley & Black (1994), também, classificaram o hipoclorito de sódio como um agente químico oxidante em sementes. Tais propriedades podem estar relacionadas com o surgimento da coloração esverdeada em certas áreas das sementes de cafeeiro, em virtude da coloração ter sido formada em tecidos danificados, onde é possível haver maior concentração de substâncias liberadas, estando, portanto, passíveis de oxidação.

Com a quantificação do número de sementes que não apresentavam embrião visível e as que apresentavam manchas esverdeadas em regiões consideradas vitais, como a área sobre o embrião ou ao redor deste, verificou-se uma relação íntima desses resultados com o número de sementes não

germinadas obtidas no teste de germinação aplicado às sementes tratadas com hipoclorito de sódio.

Assim, observou-se que as sementes que apresentavam manchas em regiões vitais e as sementes cujo embrião não foi detectado não germinavam, estabelecendo-se, portanto um padrão de avaliação visual das sementes com o objetivo de estimar a germinação das mesmas.

Comparando-se, portanto, a germinação obtida pelas sementes de cafeeiro, em condições normais pelo teste de germinação (TG), no momento da caracterização fisiológica, com a germinação encontrada após os tratamentos com hipoclorito de sódio, foi possível observar que o tratamento com concentração de 5% de hipoclorito de sódio, por 6 horas, proporcionou valores de germinação semelhantes aos tomados como referência.

A germinação encontrada no tratamento de hipoclorito de sódio em concentração de 5% durante 6 horas confirmou os resultados obtidos na avaliação visual das sementes, sugerindo que as características visuais adquiridas pelas sementes após este tratamento podem ser utilizadas na estimativa da germinação.

De acordo com os dados da Figura 4, observa-se que a maior porcentagem de sementes viáveis, ou seja, que apresentavam embrião visível e endosperma de aspecto translúcido e claro, foi verificada com a concentração de 5% no tempo de 6 horas cujo valor foi de 88,5%. Para essa mesma concentração observa-se que o maior período de exposição das sementes ao hipoclorito de sódio (24 horas) reduziu a porcentagem de sementes viáveis para 80% indicando que o produto pode ter danificado mais profundamente os tecidos, aumentando assim o número de lesões sobre o endosperma, produzindo, portanto, maior quantidade de manchas esverdeadas, tornando menos precisa a análise das sementes, uma vez que o teste de germinação indicou que o lote apresentava uma capacidade germinativa de 89,75%.

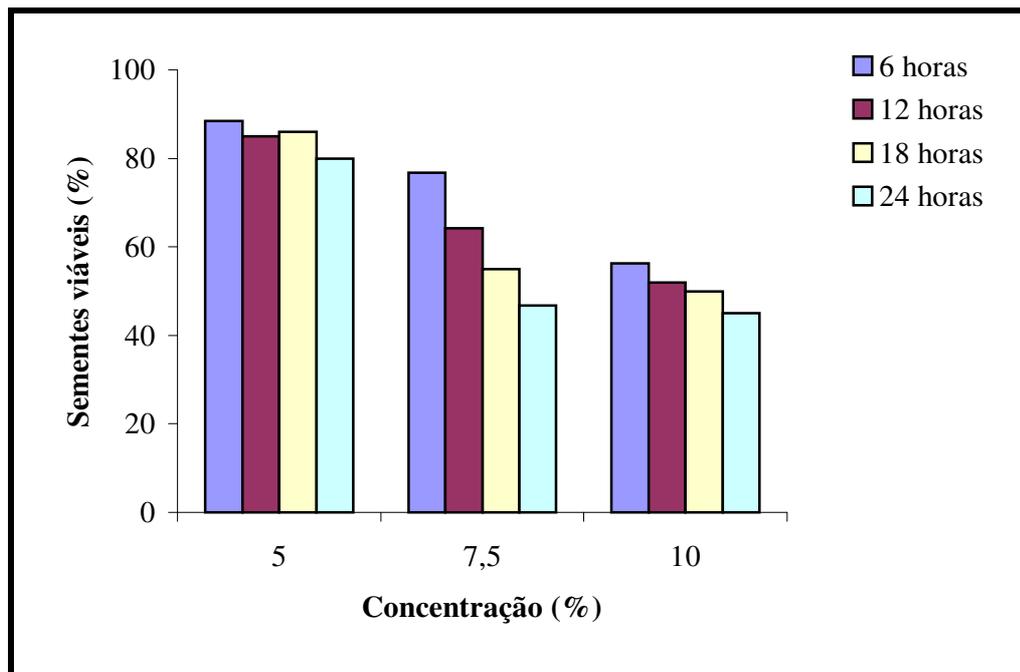


Figura 4: Porcentagem de sementes de cafeeiro, cv. IAC Catuaí 44, classificadas como viáveis, após exposição das sementes com pergaminho a diferentes tempos e concentrações de solução de hipoclorito de sódio.

A intensidade dos danos causados às sementes pela ação do produto se agravou com o aumento das concentrações e períodos de exposição dentro de cada uma delas. Este fato pode ser confirmando com os resultados encontrados nas sementes do cultivar IAC Catuaí 44, ilustrados na Figura 4, onde para a concentração de 7,5% no tempo de 6 horas a porcentagem de sementes viáveis foi de 76,75%, sendo que para a concentração de 10%, nesse mesmo tempo de exposição, a porcentagem de sementes viáveis foi de apenas 56,25%. Analisando ainda a concentração de 10%, porém no tempo de 24 horas, verifica-se que a porcentagem de sementes viáveis foi reduzida quase pela metade quando comparado com os dados obtidos na concentração de 5% no tempo de 6 horas.

A ação esarificante do hipoclorito de sódio nas concentrações de 7,5 e 10% possibilitou uma total remoção do pergaminho, deixando as sementes mais sujeitas ao efeito do produto, o que provocou aumento no número de manchas esverdeadas, provavelmente decorrentes de lesões provocadas por esta esarificação. Deste modo, não foi possível estimar a germinação das sementes, por meio das características visuais adquiridas, após esses tratamentos, pois a quantidade de sementes viáveis encontradas não foi compatível com o real estado fisiológico das sementes, determinado pelo teste de germinação (TG).

Carnellosi et al. (1995) relataram que o uso do hipoclorito de sódio, em certas sementes, pode promover esarificação a ponto de danificar os tecidos do embrião, confirmando as proposições feitas por Bewley & Black (1982), que afirmam que longos períodos de exposição ao hipoclorito de sódio podem provocar danos ao embrião das sementes.

Na Figura 5 é possível observar que as sementes do cultivar Rubi apresentaram comportamento semelhante às sementes do cultivar IAC Catuaí 44, quando expostas aos tratamentos com hipoclorito de sódio, também se mostrando mais sensíveis aos efeitos do produto quando submetidas aos maiores tempos de exposição e às concentrações mais elevadas. Também para esse cultivar, as reações do produto no endosperma, na concentração de 5%, durante 6 horas, geraram características visuais que permitiram boas comparações com o teste de germinação, tomado como referência, uma vez que a concentração de 5%, neste tempo de exposição, revelou apenas os danos pré-existentes nas sementes, não causando injúria adicional nas mesmas.

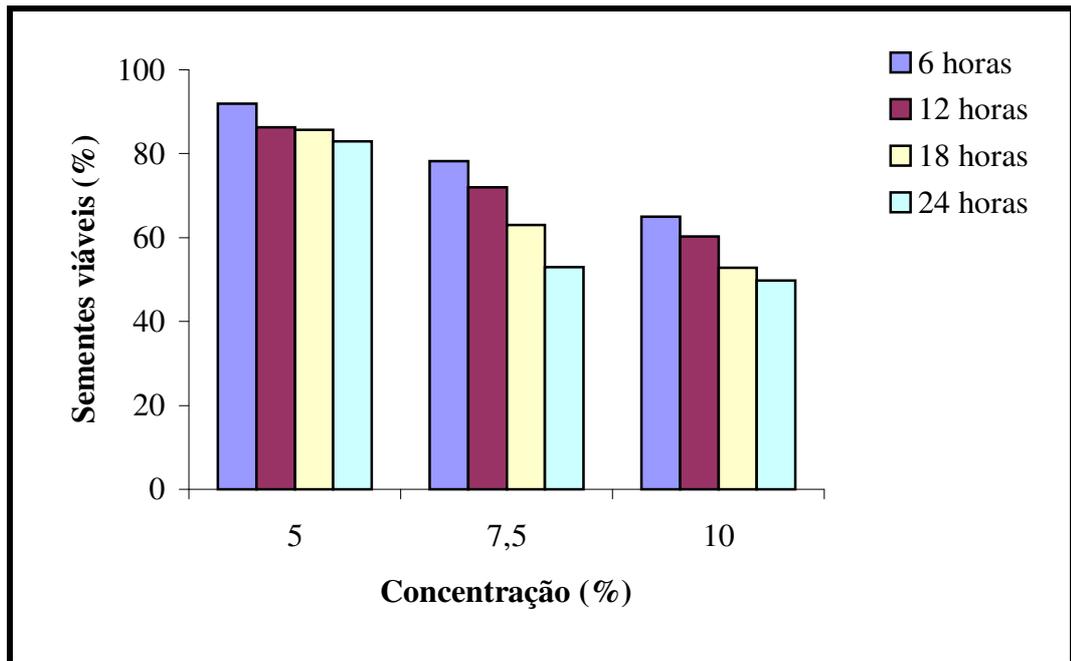


Figura 5: Porcentagem de sementes de cafeeiro, cv. Rubi, classificadas como viáveis, após exposição das sementes com pergaminho a diferentes tempos e concentrações de solução de hipoclorito de sódio.

4.2. Experimento II: Uso do hipoclorito de sódio no desenvolvimento de teste para estimar a germinação das sementes de cafeeiro

(*Coffea arabica* L.)

4.2.1. Caracterização da qualidade fisiológica dos lotes

Paralelamente ao emprego do teste com hipoclorito de sódio, os lotes de sementes dos cultivares IAC Catuaí 44 e Rubi, tiveram o seu grau de umidade determinado, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: Grau de umidade (base úmida) de diferentes lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivares IAC Catuaí 44 e Rubi.

Cultivar	Lote	Umidade (%)
IAC Catuaí 44	1	28,14
IAC Catuaí 44	2	25,00
IAC Catuaí 44	3	19,20
IAC Catuaí 44	4	15,30
Rubi	1	26,80
Rubi	2	22,00
Rubi	3	15,50
Rubi	4	14,00

Além da determinação do grau de umidade, todos os lotes foram submetidos ao teste de germinação (TG) para a caracterização da qualidade fisiológica das sementes e verificação de sua capacidade germinativa, estabelecendo, assim, um padrão de comparação para os outros métodos de avaliação.

Na Tabela 2, encontram-se descritos os resultados médios de germinação encontrados nas sementes de cafeeiro. Observa-se que o teste de germinação agrupou os lotes em categorias de qualidade diferentes, onde se verifica que, para o cultivar IAC Catuaí 44, o teste classificou os lotes 1 e 2 como lotes superiores e o lote 4 como lote de qualidade inferior. Já para o cultivar Rubi, os lotes 1, 2 e 3 destacaram-se como lotes de boa qualidade e apenas o lote 4 apresentou menor qualidade em comparação aos demais, pelo teste de germinação.

Tabela 2: Resultados médios (%) do teste de germinação (TG), de quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivares IAC Catuaí 44 e Rubi.

Cultivar	Lote	Germinação (%)
IAC Catuaí 44	1	89,75 a
IAC Catuaí 44	2	88,00 ab
IAC Catuaí 44	3	82,75 bc
IAC Catuaí 44	4	78,00 c
Rubi	1	92,00 a
Rubi	2	89,00 a
Rubi	3	88,00 a
Rubi	4	80,00 b

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

4.2.2. Avaliação da qualidade das sementes de cafeeiro pelo teste desenvolvido

4.2.2.1. Determinação da porcentagem de sementes com embriões visíveis

Na espécie *Coffea arabica* L. é comum observar, embora em número reduzido, que sementes maduras e bem desenvolvidas não apresentem formação embrionária em seu interior, limitando, portanto, que um lote, mesmo de excelente qualidade, atinja 100% de germinação. Como a aplicação do hipoclorito de sódio, por meio do teste desenvolvido, em ambos os métodos utilizados, faz com que o endosperma das sementes torne-se translúcido, permitindo a visualização das estruturas internas, foi possível a verificação e a quantificação do número de sementes que possuíam embrião.

Na Figura 6, é possível observar sementes que apresentam embrião e sementes que não apresentam embrião visível. Esta visualização é possível ao término dos procedimentos do método 1 e, no caso do método 2, o embrião é visível de modo mais contrastante antes da embebição das sementes em água,

assumindo assim, o mesmo aspecto das sementes testadas pelo primeiro método.



Figura 6: Aspecto das sementes de cafeeiro após aplicação do teste com hipoclorito de sódio (visualização do embrião). A - sementes sem embrião visível; B - sementes com embrião visível.

As sementes que não apresentam o embrião visível, como pôde ser confirmado por meio do teste de germinação, não são capazes de originar plântulas, embora o endosperma passe normalmente pelo processo de embebição, conforme Figura 7.

Já as sementes que apresentaram o embrião visível são sementes potencialmente germináveis, ou seja, podem originar plântulas desde que não exista nenhum distúrbio de ordem fisiológica e/ou mecânica que possa inviabilizar o desenvolvimento do embrião.



Figura 7: Visualização do embrião das sementes de cafeeiro avaliadas pelo teste com hipoclorito de sódio, após processo comum de embebição. A - sementes sem embrião visível; B e C - sementes com embrião visível.

As porcentagens de embriões visíveis apresentadas pelos lotes de sementes dos cultivares IAC Catuaí 44 e Rubi, determinadas por meio do teste desenvolvido, métodos 1 e 2, encontram-se apresentadas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Analisando os resultados apresentados na Tabela 3, observa-se que, pela porcentagem média de sementes com embrião visível, verificadas pelo método 1, os lotes do cultivar IAC Catuaí 44, poderiam atingir germinação máxima de cerca de 92%, enquanto as sementes do cultivar Rubi, atingiriam 93% de germinação, caso todos os embriões estivessem viáveis.

Tabela 3: Porcentagens médias de embriões visíveis, obtidas pelo método 1 do teste com hipoclorito de sódio, de quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivares. IAC Catuaí 44 e Rubi.

Cultivar	Lote	Embriões Visíveis (%) Método 1
IAC Catuaí 44	1	92,00
IAC Catuaí 44	2	92,00
IAC Catuaí 44	3	91,75
IAC Catuaí 44	4	92,25
Rubi	1	93,00
Rubi	2	93,00
Rubi	3	93,00
Rubi	4	93,00

De maneira análoga, o método 2, proporcionou a observação de resultados muito semelhantes para as sementes dos dois cultivares, como pode ser visto na Tabela 4.

O conhecimento do número de sementes que possuem embrião pode ser de grande utilidade no controle da qualidade dos lotes, no que diz respeito à verificação da perfeita formação das sementes, com todas suas estruturas. O aumento do número de sementes sem embrião poderia, portanto, indicar algum problema relacionado ao campo de produção, à planta de origem, ou ao processo de fertilização.

Tabela 4: Porcentagens médias de embriões visíveis, obtidas pelo método 2 do teste com hipoclorito de sódio, de quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cv. IAC Catuaí 44 e Rubi.

Cultivar	Lote	Embriões Visíveis (%) Método 2
IAC Catuaí 44	1	91,75
IAC Catuaí 44	2	91,75
IAC Catuaí 44	3	92,00
IAC Catuaí 44	4	92,00
Rubi	1	93,00
Rubi	2	92,75
Rubi	3	93,00
Rubi	4	93,00

4.2.2.2. Estimativa da germinação das sementes

A avaliação visual das sementes pelo teste empregando hipoclorito de sódio, de acordo com a localização da coloração esverdeada no endosperma e a visualização do embrião, permitiu o estabelecimento das estimativas de germinação dos lotes, onde se considerou viável a semente que apresentava embrião visível e nenhuma mancha esverdeada sobre ou ao redor deste. Deste modo, sementes que apresentavam coloração esverdeada em outras regiões do endosperma foram classificadas como viáveis e sementes com lesões sobre o embrião ou comprometendo regiões próximas foram classificadas como não gemináveis.

Na Figura 8 estão ilustradas sementes classificadas como germináveis, não apresentando nenhuma alteração de coloração em toda extensão do endosperma, após a aplicação do método 1. Tais sementes, se analisadas por meio do teste de germinação, provavelmente dariam origem a plântulas normais.



Figura 8: Sementes de cafeeiro após aplicação do método 1 do teste com hipoclorito de sódio, classificadas como germináveis, apresentando embriões visíveis e nenhuma formação de coloração no endosperma.

Exemplos de sementes que após a aplicação do teste apresentaram formação de manchas esverdeadas em regiões que provavelmente não afetam o bom desenvolvimento do embrião estão representadas na Figura 9, onde é possível observar que as lesões intensas encontram-se longe da região embrionária.



Figura 9: Sementes de cafeeiro após aplicação do método 1 do teste com hipoclorito de sódio, classificadas como germináveis, apresentando formação de coloração esverdeada sobre o endosperma em regiões distantes do embrião.

Na Figura 10 são observadas sementes onde foram formadas manchas esverdeadas sobre a região embrionária. Sementes com essas formações foram consideradas inviáveis pelo fato de não originarem plântulas normais quando submetidas ao teste de germinação.



Figura 10: Sementes de cafeeiro após aplicação do método 1 do teste com hipoclorito de sódio, classificadas como não germináveis, apresentando formação de coloração esverdeada intensa sobre o endosperma, na região do embrião.

Quando testadas pelo método 2, as sementes apresentaram as mesmas características de coloração para a estimativa da germinação. Contudo, neste método o endosperma das sementes apresentou coloração mais clara, provavelmente pelo fato das sementes terem sido expostas à solução por um período mais prolongado e também terem sido imersas em água após o tratamento com hipoclorito de sódio.

Na Figura 11 estão apresentadas sementes lesionadas (germináveis e não germináveis), caracterizadas pelo método 2. É possível observar que as sementes avaliadas por este método, apresentam maior contraste entre as manchas esverdeadas e o endosperma, além do método propiciar resultados semelhantes ao método 1.



Figura 11: Sementes de cafeeiro após aplicação do método 2 do teste com hipoclorito de sódio. A e B- sementes germináveis (formação de coloração distante do embrião); C- semente não germinável (formação de coloração sobre o embrião).

Encontram-se descritas na Tabela 5, as estimativas de germinação obtidas com o método 1. Verifica-se, com os resultados encontrados, que, a exemplo do teste de germinação, este método também foi capaz de separar os lotes em diferentes categorias de viabilidade, distinguindo os melhores lotes daqueles de qualidade inferior.

Observa-se, para as sementes do cultivar IAC Catuaí 44, que o lote 1 apresentou maior número de sementes viáveis, sendo sua germinação estimada em 90%, distinguindo-se do lote 4 que apresentou 78% de germinação estimada.

As sementes do cultivar Rubi, quando analisadas por este método, também tiveram seus lotes diferenciados em níveis de qualidade, onde o lote 1, com estimativa de germinação de 92%, destacou-se como de qualidade

superior e o lote 4, com germinação estimada de 81,5%, apresentou qualidade inferior.

Esse comportamento também foi observado quando os lotes foram analisados pelo teste de germinação, que distinguiu o lote de melhor qualidade em relação ao lote inferior.

Tabela 5: Germinação estimada pelo método 1 do teste com hipoclorito de sódio, de quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivares IAC Catuaí 44 e Rubi.

Cultivar	Lote	Germinação estimada (%) método 1
IAC Catuaí 44	1	90,00 a
IAC Catuaí 44	2	89,00 ab
IAC Catuaí 44	3	84,00 bc
IAC Catuaí 44	4	78,00 c
Rubi	1	92,00 a
Rubi	2	88,50 ab
Rubi	3	88,00 ab
Rubi	4	81,50 b

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

O método 2 do teste desenvolvido, como pode ser visto na Tabela 6, também estimou a germinação das sementes de cafeeiro, agrupando os lotes em diferentes níveis de viabilidade.

Neste método, o lote que apresentou melhores resultados de viabilidade, para o cultivar IAC Catuaí foi o lote 1, distinguindo-se do lote 4, que obteve resultados inferiores, conforme ocorrido no método 1 e no teste de germinação. Esta tendência também foi confirmada pelos resultados apresentados com o cultivar Rubi.

Tabela 6: Germinação estimada pelo método 2 do teste com hipoclorito de sódio, de quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivares IAC Catuaí 44 e Rubi.

Cultivar	Lote	Germinação estimada (%) método 2
IAC Catuaí 44	1	88,50 a
IAC Catuaí 44	2	87,00 a
IAC Catuaí 44	3	84,25 a
IAC Catuaí 44	4	77,75 b
Rubi	1	92,00 a
Rubi	2	89,75 a
Rubi	3	88,50 a
Rubi	4	79,00 b

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

Ao se confrontar graficamente as médias de germinação (Figuras 12 e 13), obtidas com o teste de germinação e o teste com hipoclorito de sódio, métodos 1 e 2, torna-se possível a verificação da semelhança entre os resultados apresentados pelas diferentes formas de avaliação das sementes, indicando, deste modo, a viabilidade da utilização do teste desenvolvido na avaliação da qualidade e estimativa da germinação das sementes de cafeeiro. Os resultados também permitem a comparação entre a média de germinação apresentada pelos lotes e a porcentagem de embriões visíveis, ou seja, o teste com hipoclorito de sódio, além de estimar a germinação das sementes também proporciona a determinação do potencial máximo de germinação que os lotes poderiam alcançar.

A Figura 12 ilustra que, para o cultivar IAC Catuaí 44, tanto o teste de germinação quanto os dois métodos do teste com hipoclorito de sódio apresentaram valores de germinação muito semelhantes, não havendo, portanto, diferenças relevantes entre eles.

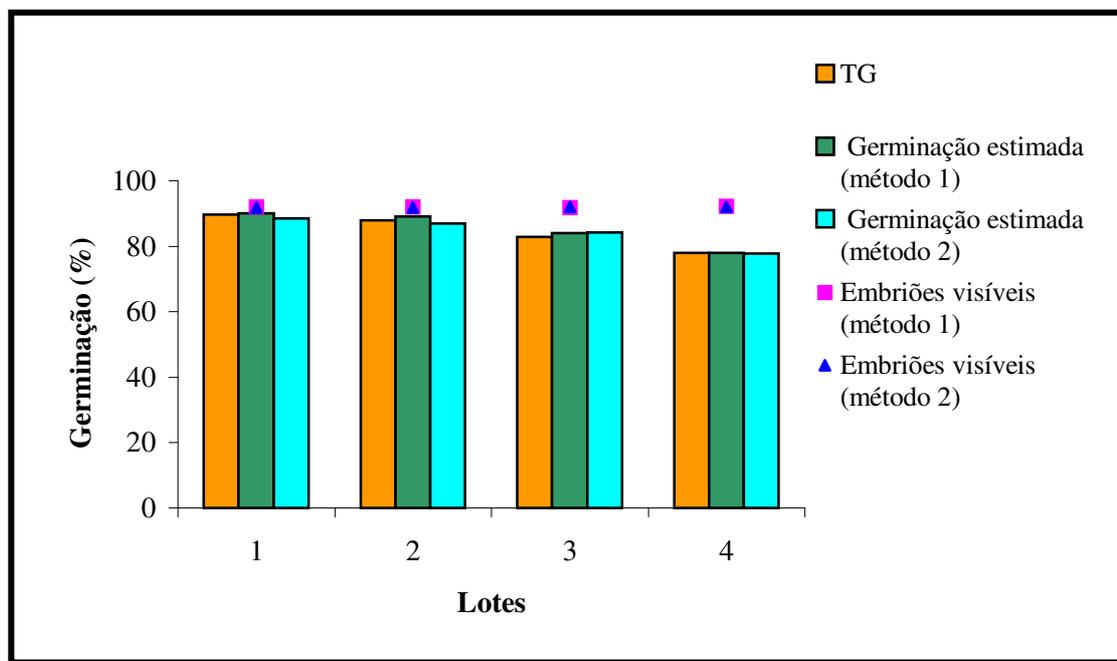


Figura 12: Porcentagem de germinação de sementes de cafeeiro, cultivares IAC Catuaí 44, determinada pelo teste de germinação (TG) e estimada pelo teste com hipoclorito de sódio (métodos 1 e 2).

Para o cultivar Rubi (Figura 13), os métodos de avaliação das sementes também não apresentaram diferenças consideráveis entre si, apresentando médias de germinação aproximadas, demonstrando a potencialidade do uso do teste desenvolvido na avaliação rápida da qualidade das sementes de cafeeiro e na estimativa da germinação.

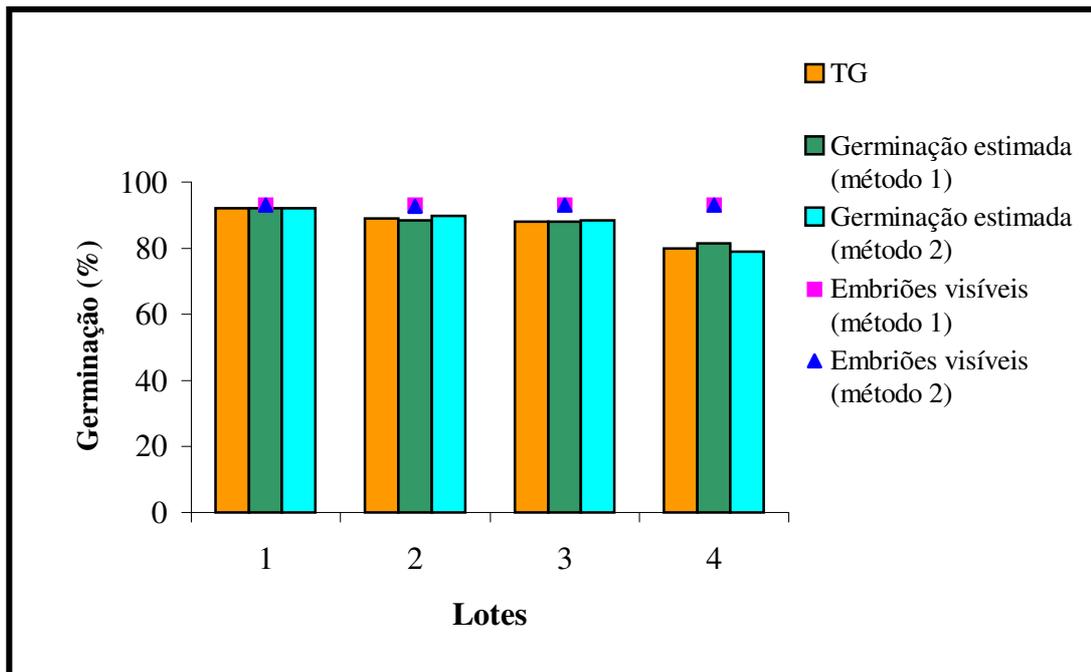


Figura 13: Porcentagem de germinação de sementes de cafeeiro, cultivares. Rubi, determinada pelo teste de germinação (TG) e estimada pelo teste com hipoclorito de sódio (métodos 1 e 2).

Os coeficientes de correlação entre os resultados do teste de germinação e do teste com hipoclorito de sódio (métodos 1 e 2), para o cultivar IAC Catuaí 44 encontram-se na Tabela 7. Pelos resultados obtidos para a avaliação da viabilidade verifica-se que houve correlação positiva altamente significativa ($r = 0,99$) entre os resultados de germinação (TG) e método 1 de estimativa da germinação. A comparação entre o método 2 e o teste de germinação (TG) também gerou coeficiente de correlação bastante elevado ($r = 0,97$), para o mesmo cultivar.

Tabela 7: Coeficientes de correlação de Pearson entre os resultados dos testes de germinação (TG) e o teste com hipoclorito de sódio (métodos 1 e 2), realizados em quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivar IAC Catuaí 44.

	TG	Método 1	Método 2
TG	1	0,994**	0,975**
LERCAFÉ-1		1	0,989**
LERCAFÉ-2			1

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Do mesmo modo, porém para o cultivar Rubi (Tabela 8), a análise de correlação indicou grande correspondência entre o teste de germinação (TG) e o teste com hipoclorito de sódio, com correlação positiva significativa ($r = 0,99$), tanto para o método 1, quanto para o método 2.

Tabela 8: Coeficientes de correlação de Pearson entre os resultados dos testes de germinação (TG) e o teste com hipoclorito de sódio (métodos 1 e 2), realizados em quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivar Rubi.

	TG	Método 1	Método 2
TG	1	0,995**	0,996**
LERCAFÉ-1		1	0,983**
LERCAFÉ-2			1

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

As elevadas correlações encontradas entre as duas metodologias do novo teste proposto e o teste de germinação também indicam o grande potencial do método quanto à avaliação rápida da qualidade das sementes de

cafeeiro, podendo trazer muitos benefícios para os setores envolvidos com a cultura como a comercialização antecipada dos lotes de sementes, uma vez que o teste de germinação demora 30 dias para fornecer os resultados.

A avaliação rápida também favorece a produção de mudas de qualidade em menor tempo e, conseqüente instalação da lavoura em épocas adequadas. A obtenção de dados referentes à germinação das sementes pode agilizar e facilitar a obtenção de resultados, em trabalhos de pesquisa, com disponibilidade mais rápida dos novos conhecimentos. Além disso, os testes rápidos conhecidos, como o tetrazólio, são de difícil execução, trabalhosos, exigem mão-de-obra especializada e ainda não apresentam metodologias bem definidas para as sementes de cafeeiro.

Carbonell et. al (1993), embora estudando danos mecânicos em sementes de soja, concluíram que o uso do hipoclorito de sódio para quantificação de danos mecânicos nas sementes é pouco oneroso e requer um período curto para a avaliação em comparação ao teste de tetrazólio, destacando que o teste do hipoclorito de sódio não requer grande emprego de mão-de-obra.

Comparando-se os dois métodos do teste com hipoclorito de sódio, nota-se que ambos apresentaram altas correlações com o teste de germinação, para os dois cultivares estudados. Contudo, cada metodologia apresenta particularidades em sua aplicação, definindo, portanto, sua empregabilidade de acordo com a disponibilidade de tempo e mão-de-obra do laboratório de análise. O uso do método 1, onde é utilizado o hipoclorito de sódio em concentração de 2,5%, em sementes sem o pergaminho, fornece resultados precisos rapidamente. Em contrapartida, a utilização da segunda metodologia, onde é usada uma concentração superior do produto (5%), não é necessário que o pergaminho seja retirado manualmente, uma vez que o hipoclorito de sódio, neste caso, promove a degradação desta estrutura.

O emprego do teste com hipoclorito de sódio pode contribuir de maneira significativa para o setor de tecnologia de sementes de cafeeiro, auxiliando na tomada de decisões no que diz respeito ao diagnóstico sobre a qualidade do lote, já que esse produto possibilita a visualização das estruturas essenciais para a germinação e ainda torna possível a identificação das regiões da semente que se encontram danificadas mecânica ou fisiologicamente, o que pode impedir o perfeito desenvolvimento das plântulas.

Logo após a avaliação das sementes pelos dois métodos do teste desenvolvido, as mesmas foram submetidas ao teste de germinação, onde as plântulas obtidas permitiram a confirmação dos resultados encontrados na avaliação visual das sementes.

Na Figura 14 encontram-se ilustradas as plântulas oriundas de sementes de diferentes categorias, classificadas pelo teste com hipoclorito de sódio, tanto no método 1, quanto no método 2.

Ao se fazer a análise da figura, verifica-se que as sementes que revelaram manchas de coloração intensa sobre o embrião não emitiram radícula. Sementes de coloração menos intensa, contudo, comprometendo a região embrionária, emitiram radícula, porém não foram capazes de originar plântulas normais.

Quando as manchas esverdeadas se concentraram em regiões distantes do eixo embrionário, as sementes germinaram, desenvolvendo plântulas normais. Já as sementes que não apresentaram nenhuma lesão em toda a extensão do endosperma também originaram plântulas normais com desenvolvimento superior ao das demais.



Figura 14: Plântulas originadas de sementes submetidas ao teste com hipoclorito de sódio. A- semente não germinada; B- plântula anormal; C e D- plântulas normais oriundas de sementes coloridas; E- plântula normal oriunda de semente sem coloração esverdeada.

Com essas observações é possível classificar o teste com hipoclorito de sódio como um teste rápido de características não destrutivas, onde o hipoclorito de sódio é empregado com finalidade colorimétrica e não de escarificação intensa, possibilitando a avaliação das plântulas. Além disso, as duas metodologias do teste desenvolvido se mostraram simples, de fácil execução e baixo custo e bastante eficazes quanto aos resultados.

Deste modo, o novo teste para estimar a germinação das sementes de cafeeiro, empregando hipoclorito de sódio recebeu o nome de LERCAFÉ e, portanto, seus dois métodos de realização, aqui tratados como métodos 1 e 2, receberam o nome de LERCAFÉ-1 e LERCAFÉ-2, respectivamente.

5. CONCLUSÕES

- O teste empregando hipoclorito de sódio, nas duas metodologias estudadas, permitiu estimar de forma rápida e precisa o potencial de germinação das sementes de cafeeiro, à semelhança do teste de germinação;
- O teste com hipoclorito de sódio apresenta baixo custo, é de fácil execução e interpretação, podendo ser utilizado como teste rotineiro;
- Por possuir características não destrutivas, o novo teste permitiu a avaliação das plântulas provenientes das sementes testadas, para confirmação dos resultados;

- Ao teste desenvolvido para estimar a germinação das sementes de cafeeiro, empregando soluções de hipoclorito de sódio, foi dado o nome de LERCAFÉ.

6. BIBLIOGRAFIA

ANTEPARA, H.V.E. Caracterização e avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja através do tetrazólio. Pelotas: UFPel, 1979. 81p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Pelotas, 1979.

BARROS, D.I. **Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de abóbora e abobrinha.** Viçosa: UFV, 2002. 62p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2002.

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

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination: viability, dormancy and environmental control.** Berlin: Springer-Verlag, 1982. 375p.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 265p.

CARBONELL, S.A.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; OLIVEIRA, M.C.N.; FONSECA JÚNIOR, N.S. Teor de umidade das sementes de soja e métodos de avaliação do dano mecânico provocado no teste do pêndulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.11, p.1277-1285, 1993.

CARNELOSSI, M.A.G.; LAMOUNIER, L.; RANAL, M.A. Efeito da luz, hipoclorito de sódio, escarificação e estratificação na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.), c.v. Maioba e Moreninha-de-uberlândia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.6, p.779-787, 1995.

CARVALHO, M.M.; ALVARENGA, G. **Cultura do cafeeiro: parte II.** Lavras: ESAL, 1993. 50p.

DEDECA, D.M. Anatomia e desenvolvimento ontogenético de *Coffea arabica* L. var. *Typica* Cramer. **Bragantia**, Campinas, v.16, p. 315-355, 1957.

DELOUCHE, J.C. Standardization of vigor tests. **Seed Science and Technology**, Lansing, v.1, n.2, p.75-85, 1976.

DESWAL, D.P.; SHEORAN, I.S. A simple method for seed leakage measurement: applicable to single seeds of any size. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.21, n.1, p.179-185, 1993.

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.

ESTANISLAU, W.T. **Modelo funcional de desenvolvimento de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 2002. 113p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, 2002.

FERNANDES, DPP.; SADER R.; CARVALHO, N.M. Viabilidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) estimada pelo pH do exsudato. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.9, n.3, p.69-75, 1987.

FIGUEIREDO, T.G. **Adaptação do teste rápido (pH do exsudato – fenolftaleína), para estimar a viabilidade de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 2000. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, 2000.

FLORIANI, C.G. **Café: a certificação é o caminho**. Agrotec, Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Agropecuária, 2000. (IMA – Caderno Técnico, 01).

FRANCO, D.F.; PETRINI, J.A.; AMARAL, A.S. **Novo teste de viabilidade em sementes de soja: teste de trimesoral**. Pelotas: EMBRAPA-UEPAE de Pelotas, 1984. 3p.

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

GUIMARÃES, R.J. **Formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.): Efeitos de reguladores de crescimento e remoção do pergaminho na germinação de sementes e do uso de N e K em cobertura, no desenvolvimento de mudas**. Lavras: UFLA, 1995. 133p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, 1995.

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

KIKUTI, A.L.P. **Aplicação de antioxidantes em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) visando a preservação da qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. 72p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, 2000.

LOPEZ, M.H. tetrazólio como indicador de viabilidade em semillas de café. **Resúmenes de Café**, Chinchiná, v.14, n.24, p.15-16, 1988.

MANTOVANELI, M.C.H.; CAMARGO, R.; FIGUEIREDO, T.G. Comparação de metodologias para determinar a viabilidade de sementes de café pelo teste de tetrazólio. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES. Curitiba: Informativo ABRATES, v.17, n.1, p.115, 1997.

MATTHEWS, S.; POWELL, A.A. Electrical conductivity test. In: PERRY, D.A. (ed). **Handbook of Vigour Test Methods**. Zurich; ISTA. p.37-42, 1981.

MELO, B.; BARTHOLO, G.F.; MENDES, A.N.G. Café: variedades e cultivares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.193, p.92-96, 1998.

MENDES, A.N.G; ABRAHAO, E.J.; CAMBRAIA, J.F. **Recomendações técnicas para a cultura do cafeeiro no Sul de Minas**. Lavras: UFLA, 1995. 76p.

MENEZES, N.L. **Testes rápidos para a determinação da qualidade das sementes**. www.ccr.ufsm.br, 2004.

MONDONEDO, J.R. Quick test with tetrazolium chloride on coffee seed viability. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**. Puerto Rico, v.54, n.2, p.370-376, 1970.

PEREIRA, C.E.; PINHO, E.V.R.V.; OLIVEIRA, D.F.; KIKUTI, A.L.P. Determinação de inibidores da germinação no espermoderma de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.1, p. 306-311, 2002.

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.

RODRIGUES, F.C.M.P. **Manual de análise de sementes de florestais**. Campinas: Fundação CARGIL, 1988. 100p.

SALES, J.F.; ALVARENGA, A.A.; OLIVEIRA, J.A.; NOGUEIRA, F.D.; SILVA, F.G.; OLIVEIRA, C.R.M.; VEIGA, A.B.; RESENDE, L.C. Efeito da aplicação exógena de celulase na germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: II SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, Vitória, 2001. **Resumos...** Vitória, 2001. p. 1714-1719.

SILVA, J.S.; BERBERT, P.A. **Colheita, secagem e armazenagem de café**. Viçosa: Aprenda Fácil, 1999. 146p.

SCREENATH, H.L. Biotechnology for genetic improvement of Indian coffee. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON BIOTECHNOLOGY IN THE COFFEE AGROINDUSTRY, 3., 1999, Londrina. **Proceedings...** Londrina: IAPAR/IRD, 2000. p. 247-250.

VASQUEZ, A.R.,; MORILLO, A.R. Uso del tetrazolium en la determinación del poder germinativo de la semilla de café. **Agronomía Tropical**, Maracay, v.14, n.1, p.25-32, 1964.

WEIKERT, M.K.B. **Comparação e aprimoramento de metodologias do teste padrão de germinação e tetrazólio na determinação da viabilidade de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí)**. Lavras: ESAL, 1991. 58p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1991.

WENT, F.W. **The experimental control of plant growth.** New York: The Ronald, 1957. p. 164-168 (Chronica Botanica. International Biological and Agricultural Series, 17).

APÊNDICE

Experimento I

Tabela 1A: Germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*L.) cultivares IAC Catuaí 44 e Rubi, após tratamento com diferentes concentrações e tempos de exposição ao hipoclorito de sódio.

Concentração (%)	Tempo (horas)	Germinação (%)	
		IAC Catuaí 44	Rubi
5,0	6	88,25	91,00
5,0	12	85,00	86,00
5,0	18	84,00	85,00
5,0	24	78,80	82,00
7,5	6	75,00	78,25
7,5	12	64,30	71,90
7,5	18	55,40	61,80
7,5	24	46,00	51,00
10,0	6	55,00	65,25
10,0	12	52,25	60,00
10,0	18	49,00	52,00
10,0	24	45,40	48,20

Experimento II

Tabela 2A: Resumo da análise de variância relativo ao teste de germinação de quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivar IAC Catuaí 44.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Lotes	3	226,833**
Resíduo	28	22,679
Coeficiente de variação (%)		5,6

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3A: Resumo da análise de variância relativo ao teste de germinação de quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivar Rubi.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Lotes	3	202,125**
Resíduo	28	16,518
Coeficiente de variação (%)		4,7

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4A: Resumo da análise de variância relativo ao método 1 do teste com hipoclorito de sódio de quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivar IAC Catuaí 44.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Lotes	3	211,500**
Resíduo	28	16,893
Coeficiente de variação (%)		4,8

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 5A: Resumo da análise de variância relativo ao método 1 do teste com hipoclorito de sódio de quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivar Rubi.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Lotes	3	153,333*
Resíduo	28	29,571
Coeficiente de variação (%)		6,2

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 6A: Resumo da análise de variância relativo ao método 2 do teste com hipoclorito de sódio de quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cultivar IAC Catuaí 44.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Lotes	3	180,833**
Resíduo	28	20,70
Coeficiente de variação (%)		5,4

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 7A: Resumo da análise de variância relativo ao método 2 do teste com hipoclorito de sódio de quatro lotes de sementes de *Coffea arabica* L. cv. Rubi.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio
Lotes	3	262,458*
Resíduo	28	34,911
Coeficiente de variação (%)		6,8

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 8A: Germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*L.), cv. IAC Catuaí 44 e Rubi, obtida pelo teste de germinação, após avaliação pelo teste com hipoclorito de sódio.

Cultivar	Lote	Germinação (%)	
		Método 1	Método 2
IAC Catuaí 44	1	90,00	88,00
IAC Catuaí 44	2	87,75	87,00
IAC Catuaí 44	3	83,9	83,20
IAC Catuaí 44	4	77,00	77,00
Rubi	1	92,20	92,00
Rubi	2	88,00	89,00
Rubi	3	87,00	87,20
Rubi	4	81,00	79,00