

**JÚLIEN DA SILVA LIMA**

**EFEITO DA REIDRATAÇÃO E DO HIPOCLORITO DE SÓDIO  
NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS  
DE CAFEIRO**

**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  
2008**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

L732e  
2008

Lima, Júlien da Silva, 1980-

Efeito da reidratação e do hipoclorito de sódio na  
germinação de sementes e emergência de plântulas de  
cafeeiro / Júlien da Silva Lima. – Viçosa, MG, 2008.  
viii, 59f.: il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Eduardo Fontes Araujo.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 54-59.

1. Café - Semente. 2. Germinação - Efeito do hipoclorito  
de sódio. 3. Mudanças - Qualidade. I. Universidade Federal de  
Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 633.73

JÚLIEN DA SILVA LIMA

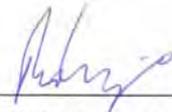
EFEITO DA REIDRATAÇÃO E DO HIPOCLORITO DE SÓDIO NA  
GERMINAÇÃO DE SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE CAFEIEIRO

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*.

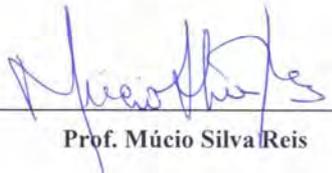
APROVADA: 21 de fevereiro de 2008.



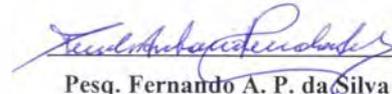
Profª. Denise C. F. dos Santos Dias  
(Co-Orientadora)



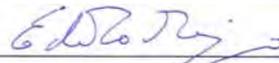
Pesq. Roberto Fontes Araújo  
(Co-Orientador)



Prof. Múcio Silva Reis



Pesq. Fernando A. P. da Silva



Prof. Eduardo Fontes Araujo  
(Orientador)

A DEUS.

Aos meus pais Airton (*in memoriam*) e Júlia.

Ao meu companheiro, amigo e amado Frederico.

Ao meu sobrinho Kaique.

Ao meu irmão Adairton.

DEDICO.

*“Nunca mostre a Deus o tamanho dos seus problemas, mostre aos seus  
problemas o tamanho da força de Deus.”*

Pd. Marcelo Rossi

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa – UFV;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro;

Ao Prof. Eduardo Fontes Araujo, pela orientação e apoio;

Ao Prof. Luiz Antônio dos Santos Dias, pela atenção e orientação estatística;

Aos meus grandes amigos Leandro e Lucimar, pela valiosa amizade e pelo apoio jamais dispensado.

Aos funcionários do Viveiro de Mudas da EPAMIG, pela ajuda na condução do experimento;

Aos colegas do Laboratório de Pesquisa em Sementes, pelo companheirismo;

A minha mãe Júlia, pelo exemplo de força, coragem e amor;

Ao meu irmão Adairton, pelo convívio pacífico;

Ao Frederico pelos conselhos, paciência e carinho.

## **BIOGRAFIA**

JÚLIEN DA SILVA LIMA, filha de Airton Pereira Lima e Júlia Miranda Silva Lima, nasceu em Ponte Nova, Minas Gerais, no dia 01 de janeiro de 1980.

Realizou o curso primário no Colégio Salesiano Dom Helvécio, em Ponte Nova e concluiu o segundo grau no Colégio Pitágoras, em Viçosa, Minas Gerais.

Em 2001, ingressou na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, graduando-se em Engenharia Agrônômica em maio de 2006.

Em maio de 2006, iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia na UFV.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1 . INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3.1 – Experimento I .....	19
3.1.1 – Teste de Germinação .....	19
3.1.2 – Teste de Primeira Contagem .....	19
3.1.3 – Classificação do vigor das Plântulas .....	19
3.1.4 – Índice de Velocidade de Germinação .....	19
3.2 – Experimento II .....	20
3.2.1 – Índice de Velocidade de Emergência .....	20
3.2.2 – Emergência .....	21
3.2.3 – Tempo Médio de Emergência .....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1 – ANAVA .....	24
4.2 – Experimento I .....	29
4.3 – Experimento II .....	40
5. CONCLUSÕES .....	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54

## RESUMO

LIMA, Júlien da Silva, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2008. **Efeito da reidratação e do hipoclorito de sódio na germinação de sementes e emergência de plântulas de cafeeiro.** Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Co-Orientadores: Luiz Antônio dos Santos Dias, Roberto Fontes Araujo e Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias.

O trabalho foi conduzido no laboratório de pesquisa em sementes da UFV e no viveiro de produção de mudas da EPAMIG, em Viçosa, Minas Gerais, com o objetivo de avaliar o efeito do hipoclorito de sódio na degradação do pergaminho de sementes de cafeeiro reidratadas, e o efeito desta degradação sobre a germinação das sementes e a emergência de plântulas. Uma amostra de sementes da cultivar Catuaí Vermelho IAC 44, com graus de umidade de 12, 16 e 20%, foram reidratadas em água corrente até 33% e outra amostra permaneceu com o grau de umidade inicial. Em seguida, todas as sementes (reidratadas ou não) foram pré-embebidas em solução aquosa de hipoclorito de sódio nas concentrações de 0, 3, 4 e 5% de cloro ativo, por três horas e, em seguida, foram lavadas em água corrente durante, aproximadamente, 90 segundos. Para cada grau de umidade inicial foram adicionados dois tratamentos: sementes com pergaminho (utilizado pelos viveiristas) e pergaminho retirado manualmente. No Experimento I, os testes foram realizados em laboratório, sendo as sementes avaliadas quanto à germinação. No Experimento II, as avaliações da percentagem e velocidade de emergência das plântulas foram realizadas em condições de viveiro. No viveiro as sementes foram semeadas em substrato constituído de solo + esterco de curral curtido, na proporção de 7:3 (v:v). A remoção manual do pergaminho favoreceu a germinação das sementes e a emergência das plântulas de cafeeiro. A utilização do hipoclorito de sódio não proporcionou resultados eficientes nas avaliações realizadas em laboratório. A imersão das sementes com teor de água inicial de 12, 16 e 20%, em solução aquosa de hipoclorito de sódio, nas concentrações de 3, 4 e 5% foi tão eficiente quanto à remoção manual do pergaminho, para aumentar e acelerar a emergência das plântulas, em condições de viveiro. O processo de reidratação, antes da imersão das sementes em solução aquosa de hipoclorito de sódio, não foi eficiente para melhoria da emergência das plântulas.

## ABSTRACT

LIMA, Júlien da Silva, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February 2008. **Effect of re-hydration and sodium hypochlorite on seed germination and plantlet emergence in coffee plants.** Adviser: Eduardo Fontes Araujo. Co-Advisers: Luiz Antônio dos Santos Dias, Roberto Fontes Araujo and Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias.

This work was carried out at the UFV's Seed Research Laboratory and EPAMIG's Plantlet Production Nursery in Viçosa, Minas Gerais, to evaluate the effect of sodium hypochlorite on endocarp degradation of re-hydrated coffee seeds and the effect of this degradation on seed germination and plantlet emergence. One sample of seeds of the cultivar Catuaí Vermelho IAC 44 with moisture degree of 12, 16 and 20% was re-hydrated in running water up to 33% and another sample remained at the initial moisture degree. All the seeds (re-hydrated or not) were pre soaked in aqueous solution of sodium hypochlorite at the concentrations of 0, 3, 4 and 5% of active chlorine over 3 h and washed in running water over approximately 90 seconds. To each initial moisture degree were added two treatments: seeds with endocarp (used by nursery workers) for 3 hours and with endocarp removed by hand. The experiment I tests were carried out to evaluate seed germination under laboratory conditions and the experiment II tests evaluated plantlet emergence percent and velocity under nursery conditions. At the nursery, the seeds were sown in substrate constituted by soil + dry manure, at the rate of 7:3 (v:v). Manual endocarp removal favored seed germination and plantlet emergence in the coffee plants. The use of sodium hypochlorite did not provide efficient results under laboratory conditions. Seed immersion with water initial content of 12, 16 and 20% in sodium hypochlorite aqueous solution at concentrations of 3, 4 and 5% was not effective when endocarp was manually removed in increasing and accelerating plantlet emergence, under nursery conditions. Re-hydration before and after seed immersion in sodium hypochlorite aqueous solution was not efficient in improving plantlet emergence.

## 1. INTRODUÇÃO

O café é uma importante fonte de renda para a economia brasileira, pela transferência de renda aos outros setores da economia, pela contribuição à formação de capital no setor agrícola do país, além da expressiva capacidade de absorção de mão-de-obra (EMBRAPA, 2007).

O consumo interno brasileiro de café continua crescendo de forma acentuada. No período compreendido entre novembro de 2006 e outubro de 2007, a ABIC registrou o consumo de 17,1 milhões de sacas, representando um acréscimo de 4,7% em relação ao período anterior correspondente (nov/05 a out/06), quando a demanda apurada havia sido de 16,3 milhões de sacas (ABIC, 2007).

As plantas de cafeeiro da espécie *Coffea arabica* L. são autoférteis e bastante uniformes geneticamente, uma vez que a espécie possui altas taxas de autofecundação, sendo, comumente, propagada por sementes (RENA & MAESTRI, 1986). Assim, a implantação de cafezais com cultivares da espécie *C. arabica* é realizada a partir de mudas formadas por sementes. Entre as vantagens da utilização de sementes na formação de mudas de cafeeiro, podem ser enumeradas a facilidade de plantio, a redução do custo de formação do cafezal e o desenvolvimento radicular em profundidade (MATIELLO, 1991; MARTINEZ et al., 2004).

As mudas podem ser obtidas após seis (“mudas de meio ano”) e doze (“mudas de ano”) meses do momento da semeadura no viveiro. Em geral, utilizam-se mudas de meio ano por permanecerem menos tempo no viveiro e, assim, apresentarem menor custo de produção no final do processo, como resultado da redução dos usos de insumos e mão de obra (GUIMARÃES, 1995). Segundo o mesmo autor, as mudas de meio ano são, geralmente, plantadas a partir de dezembro;

há dificuldade de produzi-las antes disso, em virtude de as sementes de café apresentarem, em geral, viabilidade máxima de 6 meses, quando armazenadas em condições apropriadas, serem colhidas em abril/maio e, comercializadas, na maioria das vezes, somente a partir de junho.

A baixa velocidade e a desuniformidade de emergência das plântulas de cafeeiro estão entre os principais fatores relacionados à redução da qualidade das mudas e à dificuldade de implantação das lavouras em épocas mais favoráveis ao bom desenvolvimento das plantas. Suposições sobre os problemas da lentidão da germinação são diversas, sendo a presença do pergaminho na semente a mais provável; contudo, não houve esclarecimento sobre as causas do atraso da germinação das sementes (VALIO, 1980; GUIMARÃES et al., 1998; CARVALHO et al., 1999; ARAUJO et al., 2004).

A retirada do pergaminho é uma prática eficiente na aceleração da emergência de plântulas de cafeeiro (GUIMARÃES et al., 1998). A remoção mecânica do pergaminho, normalmente, causa danos às sementes, pois o embrião encontra-se muito superficial, reduzindo a germinação das mesmas (CARVALHO et al., 1999; ARAUJO et al., 2004).

A germinação das sementes com pergaminho em meio asséptico é praticamente nula (FRANCO, 1970). Nos laboratórios de análise de sementes, a remoção manual do pergaminho é o método mais utilizado para a condução do teste de germinação, que necessita em análises de rotina de 400 sementes e em pesquisa de 200; números relativamente reduzidos. Porém, em se tratando da produção de grande quantidade de mudas, o manuseio das sementes para retirada do pergaminho, como é realizado em laboratório, é impraticável. Desse modo, a remoção manual é

extremamente trabalhosa, inviável, dificultando sua utilização, principalmente entre os produtores de mudas que manipulam grande quantidade de sementes.

Pelo fato de a remoção mecânica do pergaminho causar danos ao embrião, é interessante o desenvolvimento de um método barato, de fácil execução e eficiente na degradação do mesmo, sem danificar o embrião. Nesse sentido, MEIRELES et al. (2007) desenvolveram uma metodologia para acelerar a germinação das sementes de café, SECAFÉ. Estes autores mostraram que a exposição das sementes de cafeeiro, com 28% de água (base úmida), em solução aquosa contendo hipoclorito de sódio (NaClO) na concentração de 5% de cloro ativo, durante 6 horas, foi eficiente na degradação do pergaminho, não provocou danos ao embrião e proporcionou percentagem e velocidade de germinação semelhantes à remoção manual do pergaminho. Como o tempo de exposição e a concentração de hipoclorito para degradar o pergaminho podem ser influenciados pelo grau de umidade inicial das sementes, SOFIATTI (2006) estudou uma ampla faixa de umidade e concluiu que a degradação foi eficiente em sementes com teor de água entre 23 e 33%, em base úmida. Visto que, sementes de café são comercializadas com ampla faixa de umidade e também, que a utilização do hipoclorito de sódio foi eficiente em sementes com teor de água elevado, foi necessário verificar a viabilidade da reidratação das sementes anteriormente à imersão em NaClO, quando estas apresentarem baixos teores de água. Assim, SOFIATTI (2006), trabalhando com sementes de cafeeiro com baixo teor de água, obteve resultados eficientes de germinação com a reidratação das sementes, em rolo de papel umedecido ou água corrente, até 33% de teor de água, associada à degradação do pergaminho, usando hipoclorito de sódio na concentração de 6%, em condições de laboratório. Como o comportamento em condições de viveiro pode ser diferenciado, há necessidade de experimentos para

avaliar a eficiência da reidratação, seguida pela remoção do pergaminho com hipoclorito de sódio, em tais condições.

Em síntese, MEIRELES et al. (2007) testaram a eficiência do hipoclorito de sódio somente em sementes com 28% de teor de água. Posteriormente, SOFIATTI (2006) utilizou o hipoclorito de sódio em sementes com ampla faixa de umidade. O mesmo autor notou a necessidade de reidratar as sementes com baixa umidade, anteriormente à degradação do pergaminho, utilizando concentrações de 5 e 6% de cloro ativo, em condições de laboratório. No entanto, comentou que é necessário testar o uso da reidratação e do hipoclorito de sódio em condições de viveiro, e também o estudo de concentrações inferiores a 5% de cloro ativo, pois provavelmente a existência de microrganismos no substrato auxilia o processo de decomposição do pergaminho.

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do hipoclorito de sódio na degradação do pergaminho de sementes reidratadas de cafeeiro, sobre a germinação em condições de laboratório e a emergência das plântulas em condições de viveiro.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

O café pertence à família das rubiáceas, gênero *Coffea* e possui várias espécies; dentre elas, as duas mais cultivadas são *Coffea arabica* L. (café arábica) e *Coffea canephora* Pierre (café robusta). *Coffea arabica* é uma espécie autofértil e bastante uniforme geneticamente, uma vez que possui altas taxas de autofecundação, sendo propagadas por sementes (RENA & MAESTRI, 1986).

O fruto do café é classificado botanicamente como uma drupa elipsóide contendo normalmente dois lóculos e duas sementes. O exocarpo (casca), juntamente com o mesocarpo (camada mucilaginosa) e o endocarpo (pergaminho) formam o pericarpo. O pergaminho, estrutura rígida e de textura coreácea, recobre individualmente cada semente, que é composta pelo endosperma (reserva) e o embrião. O embrião é situado superficialmente e constituído por um hipocótilo e dois cotilédones (RENA & MAESTRI, 1986).

A sobrevivência e o crescimento inicial do embrião são conferidos pelo endosperma, reserva composta por hemicelulose e substâncias graxas. O embrião se desenvolve até o rompimento do endosperma e protrusão da radícula que apresenta geotropismo positivo. Assim, os cotilédones são elevados do solo presos ao endosperma e este estágio é denominado de “palito de fósforo” (CARVALHO & ALVARENGA, 1993).

A implantação de cafezais com cultivares da espécie *Coffea arabica* L. é realizada a partir de mudas formadas por sementes, uma vez que a espécie possui altas taxas de autofecundação, em mais de 90% das flores (FAVARIN et al., 2003).

Por ser uma cultura perene, a fase de implantação da lavoura é de grande importância para não comprometer a produtividade.

Novas técnicas têm surgido para acelerar e uniformizar a germinação das sementes e a emergência das plântulas no viveiro, beneficiando os produtores de mudas pela redução e facilidade dos tratamentos culturais. Atualmente, pesquisas avançam no sentido de aumentar a porcentagem de germinação, como tratamentos pré-germinativos envolvendo a embebição parcial ou total das sementes (SGUAREZI et al, 2001). Outras alternativas visam melhorar o desempenho de lotes de sementes com qualidade fisiológica inferior, enquanto ainda não se tem um método adequado para a preservação das sementes durante o armazenamento convencional (KIKUTI et al., 2002).

Uma vez que as sementes de café têm um baixo potencial de armazenamento, faz-se necessário o semeio logo após a colheita, para minimizar as perdas da qualidade fisiológica; entretanto, dificilmente a época da colheita coincide com o período de semeio do viveiro. A utilização de sementes nos meses de frio pode comprometer a germinação, tornando-a lenta devido a ação de baixas temperaturas no metabolismo. O transplântio das mudas do cafeeiro acontece nos meses de outubro-novembro; esta seria a época ideal e para isso o semeio do viveiro deveria ser realizado nos meses de fevereiro-março. Normalmente, os frutos de café chegam ao estágio de cereja a partir dos meses de abril-maio, estando à disposição para semeadura a partir de junho. Desse modo, a utilização de um método que acelere a emergência de plântulas de café, reduziria o tempo entre o semeio do viveiro e a formação de mudas, resultando em produção de mudas em épocas mais apropriadas para o transplântio.

A possível causa da germinação lenta ainda não foi totalmente esclarecida. Há evidência de que a presença do endocarpo (pergaminho) na semente influencia na sua germinação, comportando como uma barreira física ao crescimento do embrião (VALIO, 1980).

Trabalhos vêm mostrando que a retirada do pergaminho favorece a protrusão da radícula, aumentando a porcentagem de germinação. CARVALHO et al. (1999) e ARAUJO et al. (2004) verificaram que a retirada do pergaminho mecanicamente, afetou o embrião e comprometeu drasticamente a germinação das sementes.

De acordo com MARCONDES et al. (1983), em geral, nas sementes de café, a celulose encontra-se associada à polissacarídeos, como hemicelulose, pectina, e também associada à lignina, o que dificulta sua degradação.

A remoção do pergaminho e o aumento da temperatura até 30°C propiciam germinação em períodos menores (RENA & MAESTRI, 1986).

VALIO (1976) concluiu que a flora microbiana decompõe o pergaminho; porém, em meio asséptico, a presença do pergaminho inibe a germinação e indica que baixos teores de substâncias com funções semelhantes ao ácido giberélico e baixa concentração de citocinina são responsáveis pela lenta germinação. Compostos fenólicos são também possíveis inibidores naturais da germinação de sementes (VIEIRA, 1991). Obtendo resultados diferentes, PEREIRA et al. (2002) mostraram que sementes de café liberam cafeína durante o processo de germinação, e esta substância localiza-se no espermoderma (película prateada), podendo causar autoinibição.

Ao comparar a absorção de água em sementes intactas e sementes sem pergaminho, VALIO (1980) não observou diferença e concluiu que o pergaminho não restringe a absorção de água. Realizando pequenas incisões no pergaminho,

observou que não houve diferença na germinação, afirmando assim que o pergaminho não impede a liberação e absorção de gases. Resultado diferente foi observado por LIMA (1999), que ao submeter sementes de café com e sem pergaminho a diferentes tratamentos de condicionamento, concluiu que sementes com pergaminho absorvem menor quantidade de água em relação às sementes sem pergaminho, atrasando sua emergência.

Foi verificado que aplicações exógenas de ácido abscísico (ABA) em embriões isolados afetaram a germinação e a aplicação exógena de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) não reduziu o crescimento do embrião (VALIO, 1976). Aplicações de ABA exógeno em concentrações de  $4.10^{-8}$  e  $4.10^{-5}$  M não foram suficientes para comprometer a germinação em comparação com apenas água destilada (VALIO, 1980). Desse modo, o possível prejuízo causado pelo ABA em sementes de café foi improvável.

A hipótese da presença de substâncias inibidoras em extratos de pergaminho levou à realização de outro trabalho importante executado por VALIO (1980), que foi o uso de extratos metanólicos, extraídos do pergaminho e aplicados na semente na ausência desta estrutura. O extrato a partir de 6 e 9g de pergaminho não prejudicou a germinação das sementes, concluindo que, no pergaminho, não há concentração de substância inibidora.

BAUMANN & GABRIEL (1984) afirmaram que a cafeína liberada para o solo pelas sementes de café durante a germinação protege contra competidores.

O efeito de aplicação exógena de cafeína foi estudado por FRIEDMAN & WALLER (1983). A cafeína inibiu a elongação do hipocótilo e a concentração de 10mM inibiu totalmente o crescimento radicular. Esta concentração de cafeína inibiu também a mitose em células da raiz das plântulas. Verificaram também que, entre o

primeiro e quarto dia após iniciar a elongação do hipocótilo, não foram observadas divisões celulares na radícula e nem no hipocótilo. Apenas ocorreu divisão celular quando o hipocótilo superou tamanho de 1 a 3 mm, estando assim fora do endosperma da semente, entre 5 e 6 dias após iniciar o processo germinativo. Esses resultados sugerem que a separação espacial entre as regiões que acontecem divisões celulares mitóticas e o endosperma, rico em cafeína, seria uma estratégia para a semente se proteger contra autoinibição acarretada pela cafeína.

PEREIRA et al. (2002) realizaram ensaios com extratos extraídos de pergaminho e espermoderma (película prateada) e aplicaram em sementes de alface. A germinação das sementes de alface, que receberam extratos do espermoderma, foi praticamente nula. Houve redução da germinação quando aplicou-se extrato de pergaminho, porém foi menor em relação ao extrato de espermoderma. O extrato de espermoderma foi submetido ao fracionamento bidirecionado, sendo verificado que a substância inibidora se encontrava na fase metanólica. A substância foi isolada e identificada como cafeína. Por fim, os autores identificaram a cafeína como inibidor da germinação e localizada no espermoderma de sementes de café.

Além da inibição causada pela cafeína, localizada no pergaminho ou espermoderma, VALIO (1980) mostrou que o pergaminho impõe restrições mecânicas ao crescimento do embrião. Este autor comparou sementes intactas, sementes sem pergaminho, sementes com parte do pergaminho removido do lado onde localiza-se o embrião e sementes onde esta remoção foi ao lado oposto do local do embrião. A germinação aconteceu em sementes sem pergaminho e sementes onde foi removido parte do pergaminho no lado do embrião, sendo a remoção no lado oposto insuficiente para ajudar na germinação. O autor concluiu que o pergaminho funciona como uma barreira física, impedindo o crescimento do embrião.

Com objetivo de vencer a barreira imposta pelo pergaminho, SALES (2002) avaliou a hidrólise do pergaminho em sementes “in vitro”, expondo-as em solução de celulase e verificou aumento da hidrólise com o aumento da concentração de celulose. Em novo trabalho, SALES et al. (2003) verificaram o efeito da aplicação exógena da enzima celulase, em diferentes concentrações, sobre a porcentagem e velocidade de germinação das sementes de café e concluíram que, apesar de proporcionar melhora na germinação, não proporcionou ganho representativo na emergência.

O pergaminho, localizado após a camada mucilaginosa do fruto e que envolve a semente, representa cerca de 12% da massa seca da semente (ELIAS, 1978). BRESSANI et al. (1972) estudaram a composição química do pergaminho e verificaram que ele apresenta 92,8% de massa seca, 0,6% de extrato etéreo (gorduras), 2,4% de proteínas, 0,5% de cinzas (minerais) e 70% de fibra bruta. O fracionamento de carboidratos mostrou 24,4% de lignina e carboidratos estruturais como pentoses (20,3%) e hexoses (45,9%), conforme citado por ELIAS (1978). A lignina é um dos principais carboidratos estruturais localizado na parede celular, conferindo rigidez. Em ambientes com presença reduzida de microrganismos, a degradação do pergaminho é lenta e comprometida, pois este é constituído por grande porcentagem de lignina, o que torna difícil sua degradação.

MEIRELES et al. (2007), utilizando uma metodologia para a germinação das sementes de café, SECAFÉ, constataram resultados eficientes com o uso do hipoclorito de sódio na remoção do pergaminho. Os mesmos autores concluíram que a imersão das sementes em hipoclorito de sódio, na concentração de 5%, durante 6 horas, em sementes com 28% de teor de água, degradou o pergaminho, com consequente melhora na germinação e vigor, em condições de laboratório.

Posteriormente, SOFIATTI (2006) avaliou o efeito do hipoclorito de sódio em sementes de café, com ampla faixa de umidade, entre 13 e 33% concluindo que, a exposição de sementes com grau de umidade entre 23 e 33%, em NaClO, na concentração de 6%, durante 3 horas, contribuiu para degradar o pergaminho e proporcionou bons resultados na germinação.

Como o hipoclorito de sódio possivelmente, danificou estruturas internas de sementes de café, quando estas estavam com baixos teores de água, o mesmo Sofiatti (2006) comprovou que a reidratação das sementes, em rolos de papel umedecido ou água corrente, nas sementes inicialmente com 15 e 20%, até atingirem 33% de teor de água, associada à pré-embebição em NaClO, na concentração de 6%, durante 3 horas, foi eficiente para aceleração da germinação, em condições de laboratório.

Ainda não está esclarecida a ação do hipoclorito sobre o pergaminho. Este produto é utilizado rotineiramente em laboratórios, na realização de teste de sanidade, no auxílio na assepsia das sementes, na concentração de 1% por apenas 30 segundos. Também, nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), o hipoclorito de sódio é recomendado para escarificar algumas sementes, permitindo a entrada de gases e promovendo a quebra de dormência, na concentração de 0,5% por 24 horas. Resultados em sementes de arroz mostraram que, dentre os tratamentos testados, o mais eficiente foi a imersão em solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante 24 horas, que, embora não tenha superado totalmente a dormência logo após a colheita, não demonstrou prejudicar a germinação das sementes (DIAS & SHIOGA, 1997). QUEIROZ et al. (2001), trabalhando com sementes de pimenta malagueta, concluíram que o uso do hipoclorito de sódio promoveu a superação da dormência e mostrou-se promissor em concentração de 1%, durante 15 horas.

Na indústria de celulose, o hipoclorito de sódio é utilizado como fonte de cloro para degradar a lignina. Já que o pergaminho das sementes de café é rico em lignina em sua composição, uma possível ação deste produto químico seria a degradação da lignina na parede celular. O cloro molecular  $Cl_2$  reage com a lignina, fazendo com que ocorram reações de substituição, oxidação ou adição do cloro no anel aromático presente na molécula de lignina (HISE, 1996).

As sementes ortodoxas são as que podem sofrer secagem até atingir baixos teores de água, sem a ocorrência de danos ao metabolismo, podendo ser conservadas durante o armazenamento por longos períodos. Entretanto, existem sementes que não resistem à dessecação, devendo seu conteúdo de água permanecer alto durante todo o seu desenvolvimento e armazenamento, as quais são chamadas de recalcitrantes. A habilidade de as sementes ortodoxas tolerarem a dessecação é adquirida progressivamente durante o desenvolvimento, antes que as sementes sofram uma severa queda no seu conteúdo de água, enquanto as recalcitrantes sofrem secagem menos drástica durante a maturação, sendo liberadas da planta-mãe em estado hidratado (MARCOS FILHO, 2005).

A classificação das sementes em ortodoxas e recalcitrantes não se mostrou satisfatória, pois existem sementes que não se enquadram nas características ortodoxas nem recalcitrantes. ELLIS et al. (1990) justificaram o uso inadequado do termo recalcitrante para sementes de café, pois estas toleram dessecação mais severa do que inúmeras recalcitrantes. BRANDÃO JÚNIOR et al. (2002) verificaram tolerância de sementes de *Coffea arabica* L. à secagem até o grau de 15% de umidade, em base úmida, mantendo a qualidade fisiológica ao longo de nove meses de armazenamento sob condições de 10°C e 50% de UR, em embalagem hermética. Foi proposta a terminologia de sementes intermediárias para café (ELLIS et al.,

1990), pois estas resistem à desidratação até um certo grau de umidade e têm o período de armazenamento reduzido. Assim, ortodoxas toleram dessecação a graus de umidade próximos a 5%, intermediárias toleram dessecação a graus de umidade em torno de 10-12,5% e têm a viabilidade reduzida em umidades inferiores e recalcitrantes perdem a viabilidade quando desseçadas a 15-20% de umidade.

A secagem de sementes de café à sombra é uma prática tradicional para a produção de sementes, reduzindo a umidade da semente lentamente; porém, o inconveniente está na diferença das condições climáticas entre regiões e épocas de ano, fatores cruciais para a secagem natural.

O processo de reidratação de sementes de café pode ser realizado por imersão direta em água. Esta forma de reidratação promove rápida absorção de água pelas sementes, mas pode ocasionar danificação nas membranas celulares, afetando, negativamente, a qualidade fisiológica das mesmas. Outra forma de reidratação de sementes de café, que proporciona absorção de água de forma mais lenta, é a utilização de papel toalha umedecido, durante um período de 5 a 19, a 25° C, que se mostrou eficiente na recuperação parcial da viabilidade de sementes, cuja germinação e vigor haviam sido reduzidos devido ao armazenamento (MOTTA, 2001).

A metodologia mais eficiente utilizada por SOFIATTI (2006) para reidratar sementes de café foi em água corrente. As sementes foram acondicionadas no fundo de um balde, sendo que uma torneira permanecia aberta, renovando a água durante o período de reidratação, no laboratório. Porém, esta prática torna-se inviável pelo gasto excessivo de água. Uma alternativa viável seria a reidratação realizada em um pequeno córrego, onde a correnteza evita que a mesma água permaneça em contato com a semente, além de poder ser facilmente realizada por um produtor.

A provável eficiência da água corrente pode ser explicada pela lixiviação de possíveis inibidores que, ao serem liberados pela semente, não ficam na solução, impedindo a reabsorção pela semente e não comprometendo sua germinação. O movimento da água, ou melhor, a leve correnteza do córrego anula o contato dos prováveis inibidores com as partes vitais do embrião. A presença de inibidores foi constatada por PEREIRA et al. (2002) no espermoderma e pergaminho de sementes de café, quando ao aplicar extrato destas estruturas em sementes de alface observaram que eles prejudicaram a germinação. A possível substância inibidora seria a cafeína, que inibe divisões mitóticas no embrião. FRIEDMAN & WALLER (1983) verificaram que as sementes de café se protegem dessa inibição por meio da separação espacial entre o endosperma, que é rico em cafeína e o embrião.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os tratamentos de reidratação e pré-embebição em solução aquosa de hipoclorito de sódio, bem como os testes de germinação foram realizados no laboratório de Pesquisa em Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (Experimento I). O teste de emergência das plântulas foi realizado no viveiro de produção de mudas da Unidade Experimental do Departamento de Fitopatologia/Aeroporto/UFV (Experimento II).

A colheita dos frutos de café (*Coffea arabica* L.), variedade Catuaí Vermelho IAC 44, foi efetuada manualmente no estádio cereja. Os frutos foram despulpados, em seguida, foi realizada a degomagem (retirada do mesocarpo) por meio da fermentação natural. As sementes com aproximadamente 42% de umidade foram conduzidas para uma mesa vibratória e uma máquina de ar e peneira, eliminando impurezas e problemas como grãos imbricados e brocados.

Em seguida, as sementes foram secadas à sombra em sacos de filó, tamanho 10 x 15 cm, sendo a massa de cada embalagem conhecida, até atingirem os graus de umidade, de aproximadamente, 12, 16 e 20% em base úmida, constituindo três lotes. O teor de água das sementes foi acompanhado durante a secagem em laboratório, por diferença de peso e por meio do método da estufa a  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ , por um período de 24 horas, utilizando-se 2 repetições para cada tratamento (BRASIL, 1992). Após a secagem, foi efetuada a eliminação das sementes que se apresentavam chochas, danificadas e brocadas, conforme os procedimentos para a obtenção de lotes comerciais. Por fim, as sementes foram tratadas com o fungicida Dithane na proporção de 1g/kg de semente.

SOFIATTI (2006), estudando métodos de reidratação de sementes de café, obteve os melhores resultados de qualidade fisiológica reidratando as sementes em rolos de papel umedecidos ou água corrente em laboratório. Apesar do resultado promissor da reidratação, esta se torna inviável a um produtor por necessitar da constante troca de água com a permanência de uma torneira aberta durante todo o tempo de reidratação. Deste modo, no presente trabalho, optou-se pela experimentação em um córrego, retratando a realidade do produtor de sementes no campo.

Para a reidratação, as sementes foram acondicionadas em sacos de linhagem que foram devidamente amarrados pela boca a uma estaca na margem do córrego, permanecendo durante o tempo necessário até que as sementes atingissem 33% de umidade. O tempo necessário para reidratação das sementes até atingirem 33% de umidade foi fundamentado nas curvas de absorção e equações determinadas por SOFIATTI (2006). As sementes com grau de umidade inicial de 12, 16 e 20% permaneceram imersas em água durante 21, 17 e 15 horas, respectivamente, até atingirem 33% de umidade.

Para cada grau de umidade inicial, sementes sem reidratação e aquelas que foram submetidas à reidratação foram pré-embebidas em solução aquosa de hipoclorito de sódio (NaClO) nas concentrações 0, 3, 4 e 5% de cloro ativo, por um período de 3 horas, para degradação do pergaminho. Além destes tratamentos, para cada grau de umidade, sementes submetidas à reidratação ou não permaneceram com o pergaminho ou tiveram o mesmo removido manualmente.

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 em água destilada. Nos tratamentos de pré-embebição em solução aquosa, contendo hipoclorito de sódio, as sementes foram dispostas em caixas gerbox, utilizando-se a proporção de 200 mL de solução para 200 sementes. Em seguida, as caixas gerbox foram tampadas e levadas para uma BOD a temperatura constante de 25°C, onde permaneceram durante 3 horas. Decorrido o tempo de exposição à solução aquosa contendo hipoclorito de sódio, as sementes foram lavadas em água corrente durante 90 segundos, aproximadamente, para eliminação do resíduo de hipoclorito de sódio na semente. Os tratamentos estão apresentados de forma resumida na Tabela 1, destacando-se a testemunha, dentro de cada grau de umidade inicial.

Ao final dos tratamentos de reidratação e pré-embebição em solução aquosa de hipoclorito de sódio foi realizado tratamento químico com fungicida, pela imersão das sementes em calda à base de captan a 0,1%, durante 30 segundos.

Vale ressaltar que, na prática, os viveiristas utilizam sementes com pergaminho, provavelmente devido ao trabalho para remoção manual do mesmo. Pelo fato de já ser conhecido o efeito favorável da remoção do pergaminho e pela necessidade de desenvolver uma técnica rápida, barata e de fácil execução, para efeito de comparação, considerou-se a “remoção manual” como o tratamento testemunha.

Tabela 1 – Esquema dos tratamentos aplicados em sementes de cafeeiro

Nº do tratamento	Tratamento			
	Umidade Inicial (%)	Reidratação	Umidade Final	Método de Degradação
1	12	Com reidratação	33%	0%
2	12	Com reidratação	33%	3%
3	12	Com reidratação	33%	4%
4	12	Com reidratação	33%	5%
5	12	Com reidratação	33%	Remoção Manual
6	12	Com reidratação	33%	Com Pergaminho
7	12	Sem reidratação	Umidade Inicial	0%
8	12	Sem reidratação	Umidade Inicial	3%
9	12	Sem reidratação	Umidade Inicial	4%
10	12	Sem reidratação	Umidade Inicial	5%
11	<b>12</b>	<b>Sem reidratação</b>	<b>Umidade Inicial</b>	<b>Remoção Manual</b>
12	12	Sem reidratação	Umidade Inicial	Com Pergaminho
13	16	Com reidratação	33%	0%
14	16	Com reidratação	33%	3%
15	16	Com reidratação	33%	4%
16	16	Com reidratação	33%	5%
17	16	Com reidratação	33%	Remoção Manual
18	16	Com reidratação	33%	Com Pergaminho
19	16	Sem reidratação	Umidade Inicial	0%
20	16	Sem reidratação	Umidade Inicial	3%
21	16	Sem reidratação	Umidade Inicial	4%
22	16	Sem reidratação	Umidade Inicial	5%
23	<b>16</b>	<b>Sem reidratação</b>	<b>Umidade Inicial</b>	<b>Remoção Manual</b>
24	16	Sem reidratação	Umidade Inicial	Com Pergaminho
25	20	Com reidratação	33%	0%
26	20	Com reidratação	33%	3%
27	20	Com reidratação	33%	4%
28	20	Com reidratação	33%	5%
29	20	Com reidratação	33%	Remoção Manual
30	20	Com reidratação	33%	Com Pergaminho
31	20	Sem reidratação	Umidade Inicial	0%
32	20	Sem reidratação	Umidade Inicial	3%
33	20	Sem reidratação	Umidade Inicial	4%
34	20	Sem reidratação	Umidade Inicial	5%
35	<b>20</b>	<b>Sem reidratação</b>	<b>Umidade Inicial</b>	<b>Remoção Manual</b>
36	20	Sem reidratação	Umidade Inicial	Com Pergaminho

A qualidade das sementes foi analisada em laboratório (Experimento I) e em condições de viveiro (Experimento II), conforme metodologias a seguir.

### **3.1 Experimento I – (laboratório)**

**3.1.1 Teste de germinação (TG)** – realizado com 200 sementes (4 repetições de 50 sementes), utilizando-se como substrato rolos de papel germitest, previamente umedecidos com água destilada na quantidade de 2,5 vezes o seu peso inicial. Os rolos foram mantidos em germinador à temperatura de 30°C, por um período de 30 dias, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

**3.1.2 Primeira contagem de germinação (TPC)** – foram consideradas germinadas as sementes que apresentavam protrusão da raiz primária na primeira contagem do teste de germinação, realizada no 15º dia após a semeadura.

**3.1.3 Classificação do vigor das plântulas (PNF)** – ao término do teste de germinação, as plântulas normais obtidas foram avaliadas de acordo com o seu vigor, sendo classificadas como normais fortes, quando apresentavam todas as estruturas essenciais, sistema radicular bem desenvolvido e comprimento da parte aérea superior a 1,5 cm. Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais fortes.

**3.1.4 Índice de velocidade de germinação (IVG)** – realizado juntamente com o teste de germinação, por meio da contagem a cada cinco dias, onde foi computado o número de sementes com início de protrusão da radícula, a partir da primeira contagem e foi calculado segundo a fórmula de MAGUIRE (1962), em que:  $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$  em que: IVG= Índice de Velocidade de Germinação  $G_1, G_2, \dots, G_n$ = número de sementes germinadas na primeira, na segunda e na última contagem;  $N_1, N_2, \dots, N_n$ = número de dias de semeadura à primeira, à segunda e à última contagem.

### **3.2 Experimento II – (viveiro)**

Após obtenção dos diferentes tratamentos, no laboratório, foi realizado o semeio em saquinhos de polietileno, tamanho 10x20 cm, no dia 20/07/2007, que permaneceram em viveiro. Durante a condução do experimento, a temperatura média ambiente foi de 23°C, a máxima foi de 31°C e a mínima foi de 4°C. Para compor o substrato, nas porcentagens em volume, proporção 7:3, utilizou-se solo peneirado + esterco de curral curtido e peneirado, acrescentando-se 10 kg de superfosfato simples e 1 kg de cloreto de potássio, por m<sup>3</sup> de substrato.

O experimento foi realizado com quatro repetições, sendo que cada unidade experimental foi constituída por 45 saquinhos. Foi semeada uma semente por saquinho na profundidade de 1 cm. Após a semeadura, os saquinhos foram cobertos com areia e uma camada de capim seco para manutenção de umidade, impedindo a remoção do solo pela força da água de irrigação e impossibilitando o crescimento de plantas invasoras. Foi realizada irrigação, diariamente, no final do dia. A cobertura utilizada foi sombrite com sombreamento de 50%, a qual foi mantida durante toda a condução do experimento, nas condições normais de um viveiro comercial.

A percentagem e a velocidade de emergência das plântulas foram avaliadas pelos seguintes testes:

**3.2.1 Índice de velocidade de emergência (IVE)** – a partir do início da emergência das plântulas, foram realizadas contagens diárias do número de plântulas emergidas até que o valor permanecesse constante. Foram consideradas emergidas as plântulas que apresentavam parte aérea visível, totalmente acima do substrato (Figura 1). Para o cálculo, a fórmula utilizada foi:  $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$ , em que: IVE = índice de velocidade de emergência;  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_n$  = número de plântulas

emergidas na primeira, na segunda e na última contagem;  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_n$  = número de dias da semente à primeira, à segunda e à última contagem (MAGUIRE, 1962).

**3.2.2 Porcentagem de Emergência** – a última contagem do IVE foi considerada como a porcentagem de emergência das plântulas de cafeeiro.



Figura 1 – Visualização da plântula totalmente emergida.

**3.2.3 Tempo médio de dias para a emergência (TME)** – foram utilizados os mesmos dados das contagens para o cálculo do IVE, estimando-se o número médio de dias necessários para emergência das plântulas. Para o cálculo, foi utilizada a fórmula  $TME = (N_1E_1) + (N_2E_2) + \dots + (N_nE_n) / (E_1 + E_2 + \dots + E_n)$  em que: TME = tempo médio necessário para a emergência (dias);  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_n$  = número de dias da semente à primeira, à segunda e à última contagem;  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_n$  = número de plântulas emergidas na primeira, na segunda e na última contagem (EDMOND & DRAPALA, 1958).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em parcela subdividida, com quatro repetições. Os dados foram inicialmente testados quanto à normalidade, tendo sido dispensado o uso de funções de transformação dos

mesmos. Os dados do Experimento I e II foram submetidos à análise de variância, regressão polinomial e os tratamentos comparados aos controles (sementes não reidratadas e pergaminho retirado manualmente) pela aplicação do teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os resultados da análise de variância, com valores de F, coeficiente de variação e médias dos testes realizados em laboratório. Verifica-se que houve efeito altamente significativo de todos os fatores sobre as características avaliadas, pelo teste F ( $P < 0,01$ ), com exceção da interação umidade x reidratação nos testes de primeira contagem (TPC) e porcentagem de plântulas normais fortes (PNF) e também para o fator umidade no teste índice de velocidade de germinação (IVG), que foram significativos a 5% de probabilidade.

Houve significância para todas as interações duplas, em todos os testes apresentados. A interação significativa entre os fatores reidratação e degradação revelou a existência de dependência entre eles, ou seja, em cada degradação estudada a reidratação ou não das sementes influenciou de forma diferenciada os resultados dos testes de qualidade fisiológica realizados em laboratório. Da mesma forma, houve significância para as interações entre umidade e reidratação, mostrando a interferência da reidratação ou não das sementes dentro das diferentes umidades e também dependência entre os fatores umidade e degradação.

A fonte de variação interação tripla Umidade x Degradação x Reidratação, dada a sua interpretação complexa e em razão de não agregar informação útil foi incorporada ao Erro b. De acordo com PIMENTEL GOMES (2000), a interação de ordem elevada (de três fatores ou mais) pode confundir a interpretação, não avaliando bem nenhum dos três efeitos e por isso o interesse nela é quase nulo.

#### 4.1 ANAVA

Tabela 2 - Resumo da análise de variância dos dados dos testes de germinação (TG), primeira contagem (TPC), índice de velocidade de germinação (IVG) e de plântulas normais fortes (PNF), obtidos para sementes de cafeeiro, de acordo com o teor de água inicial, a reidratação e a degradação do pergaminho

FV	GL	TESTES DE QUALIDADE FISIOLÓGICA			
		VALORES DE F			
		TG	TPC	IVG	PNF
Umidade (U)	2	11,95 **	20,43 **	5,50 *	3,43 **
Erro a	9	-	-	-	-
Reidratação (R)	1	202,06 **	237,84 **	466,69 **	175,72 **
Degradação (D)	5	662,29 **	1422,43 **	1181,90 **	756,67 **
R X D	5	8,42 **	32,33 **	45,79 **	12,35 **
U X R	2	11,60 **	6,94 *	9,08 **	5,94 *
U X D	10	4,70 **	14,94 **	8,24 **	4,70 **
Erro b	109	-	-	-	-
Média	-	32,58	27,91	1,43	15,31
CV <sub>a</sub> (%)	-	17,08	12,90	11,17	39,05
CV <sub>b</sub> (%)	-	17,56	15,32	10,06	26,50

\* , \*\* significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Na tabela 3, está apresentado o resumo da análise de variância dos testes realizados no viveiro. Observa-se que houve efeito significativo a 1% de probabilidade para as fontes de variação umidade, reidratação e degradação nos testes avaliados. Somente a interação reidratação x degradação mostrou-se significativa a 5% de probabilidade para as avaliações porcentagem de emergência (EMERG) e índice de velocidade de emergência (IVE).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância dos dados dos testes de emergência (EMERG), índice de velocidade de emergência (IVE), e tempo médio de emergência (TME), obtidos para sementes de cafeeiro

FV	GL	TESTES DE QUALIDADE FISIOLÓGICA		
		VALORES DE F		
		EMERG	IVE	TME
Umidade (U)	2	10,37 **	20,18 **	10,01 **
Erro a	9	-	-	-
Reidratação (R)	1	13,12 **	13,35 **	45,61 **
Degradação (D)	5	20,41 **	48,18 **	90,04 **
R X D	5	3,72 *	3,63 *	1,70
U X R	2	0,41	0,13	1,48
U X D	10	1,21	1,74	1,47
Erro b	109	-	-	-
Média	-	85,36	0,58	65,66
CV <sub>a</sub> (%)	-	14,97	22,9	10,36
CV <sub>b</sub> (%)	-	9,06	9,29	2,63

\* , \*\* significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tendo em vista que a interação R X D foi significativa, pode-se estudar o efeito da reidratação em cada degradação empregada. As formas de degradação do pergaminho se comportaram de maneira diferente em relação a reidratação ou não das sementes. Na tabela 4, tem-se o desdobramento da reidratação em cada degradação. Verifica-se que todas as degradações foram influenciadas pela reidratação ou não das sementes nos testes de laboratório, exceto para o teste de germinação (TG) onde apenas a remoção manual do pergaminho não foi influenciada pela reidratação da semente. A ausência do pergaminho, quando efetuou-se a retirada manual, também não foi influenciada pela reidratação para os testes de IVG, IVE e EMERG. Nas avaliações de porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência, as degradações com concentrações de 3, 4 e 5% de cloro ativo não foram influenciadas pela reidratação das sementes.

De forma semelhante, já que as interações R X U e D X U foram significativas, nas Tabelas 5 e 6 encontram-se os desdobramentos, indicando que os graus de umidade se comportaram de maneira diferente em relação à reidratação e diferentes formas de degradação do pergaminho. Nota-se que os três graus de umidade estudados sofreram interferência do processo ou não de reidratação e também das diferentes formas de degradação do pergaminho para todas as análises realizadas em laboratório.

Tabela 4 – Análise do desdobramento da interação dos fatores Reidratação X Degradação, obtidos para sementes de cafeeiro

FV	GL	TESTES DE QUALIDADE FISIOLÓGICA					
		VALORES DE F					
		TG	TPC	IVG	PNF	EMERG.	IVE
Reidratação (R)	1	202,06 **	237,84 **	466,69 **	175,72 **	13,12**	13,35 **
Degradação (D)	5	662,29 **	1422,43 **	1181,90 **	756,67 **	20,41 **	48,18 **
R X D	5	8,42 **	32,33 **	45,79 **	12,35 **	3,72 *	3,63 *
R/0% cloro ativo	1	57,20*	16,00*	94,00*	25,00*	21,00*	1,50*
R/3% cloro ativo	1	60,50*	65,70*	230,00*	9,00*	0,00013	0,10
R/4% cloro ativo	1	70,90*	291,60*	326,00*	41,30*	1,60	0,02
R/5% cloro ativo	1	6,90*	7,13*	4,80*	16,90*	0,51	1,22
R/Remoção Manual	1	2,69	14,56*	0,27	140,70*	1,03	0,044
R/Com Pergaminho	1	46,00*	4,40*	71,70*	4,00*	8,27*	5,26*
Erro b	109	-	-	-	-	-	-
Média		32,58	27,91	1,43	15,31	85,36	0,58
CV <sub>a</sub> (%)	-	17,08	12,90	11,17	39,05	14,97	22,9
CV <sub>b</sub> (%)	-	17,56	15,32	10,06	26,50	9,06	9,29

\* , \*\* significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 5 – Análise do desdobramento da interação dos fatores Reidratação X Umidade, obtidos para sementes de cafeeiro

TESTES DE QUALIDADE FISIOLÓGICA					
FV	GL	VALORES DE F			
		TG	TPC	IVG	PNF
Reidratação (R)	1	202,06 **	237,84 **	466,69 **	175,72 **
Umidade (U)	2	11,95 **	20,43 **	5,50 *	3,43 **
R X U	2	11,60 **	6,94 *	9,08 **	5,94 *
R/12% umidade	1	23,00*	105,15*	103,50*	42,78*
R/16% umidade	1	69,00*	34,40*	141,62*	35,65*
R/20% umidade	1	134,68*	112,18*	261,00*	109,20*
Erro b	109	-	-	-	-
Média		32,58	27,91	1,43	15,31
CV <sub>a</sub> (%)	-	17,08	12,90	11,17	39,05
CV <sub>b</sub> (%)	-	17,56	15,32	10,06	26,50

\* , \*\* significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 6 – Análise do desdobramento da interação dos fatores Degradação X Umidade, obtidos para sementes de cafeeiro

TESTES DE QUALIDADE FISIOLÓGICA					
FV	GL	VALORES DE F			
		TG	TPC	IVG	PNF
Degradação (D)	5	662,29 **	1422,43 **	1181,90 **	756,67 **
Umidade (U)	2	11,95 **	20,43 **	5,50 *	3,43 **
D X U	10	4,70 **	14,94 **	8,24 **	4,70 **
D/12% umidade	5	210,60*	369,58*	344,50*	281,60*
D/16% umidade	5	207,30*	468,90*	394,50*	203,50*
D/20% umidade	5	253,90*	614,18*	511,50*	280,90*
Erro b	109	-	-	-	-
Média		32,58	27,91	1,43	15,31
CV <sub>a</sub> (%)	-	17,08	12,90	11,17	39,05
CV <sub>b</sub> (%)	-	17,56	15,32	10,06	26,50

\* , \*\* significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

## 4.2 Experimento I

Observa-se que sementes com pergaminho apresentaram percentagem de germinação bem inferior às sementes sem pergaminho (Tabela 7). Além da barreira natural exercida pelo pergaminho que pode dificultar a entrada de água (LIMA, 1999); a superioridade da percentagem de germinação das sementes sem pergaminho, pode ser relacionada com a eliminação de possíveis substâncias inibidoras presentes nesta estrutura (PEREIRA et al. 2002), ou pelo impedimento físico ao crescimento do embrião (VALIO, 1980). ARAUJO et al. (2004) também verificaram que a remoção manual do pergaminho é eficiente para promover a germinação e aumentar a velocidade de germinação das sementes de cafeeiro.

Tabela 7 – Germinação (%) de sementes de cafeeiro, de acordo com a reidratação e degradação do pergaminho de sementes com diferentes graus de umidade inicial

Reidratação	Degradação – Cloro Ativo (%)	Grau de Umidade Inicial		
		12%	16%	20%
Com Reidratação	0%	23,0	25,0	22,0
Com Reidratação	3%	14,0	29,5	20,5
Com Reidratação	4%	29,0	33,5	50,0
Com Reidratação	5%	24,0	34,0	53,5
Com Reidratação	Remoção Manual	93,0*	89,5*	97,5*
Com Reidratação	Com Pergaminho	19,0	26,0	25,5
Sem Reidratação	0%	9,5	4,0	3,5
Sem Reidratação	3%	4,0	1,0	4,5
Sem Reidratação	4%	16,5	25,5	11,5
Sem Reidratação	5%	30,0	26,0	37,0
Sem Reidratação	Com Pergaminho	11,0	8,0	4,0
Sem Reidratação (TESTEMUNHA)	Remoção Manual	83,5	91,5	93,5
CV (%)		20,97	18,53	15,79

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

Apenas o tratamento onde houve reidratação e remoção manual do pergaminho apresentou valor igual à testemunha (Tabela 7). Nos tratamentos em que se utilizou o hipoclorito de sódio, nas concentrações de 3 e 4%, este não degradou totalmente o pergaminho, o que pode ter resultado na percentagem de germinação muito baixa. Isto pode ser justificado pelo pergaminho ser rico em lignina e rígido. No presente trabalho, o teste de germinação foi realizado em laboratório, que se caracteriza pela assepsia, controle da temperatura, umidade, sem qualquer indício de microrganismos no substrato (papel germitest). Para a concentração de 5%, uma explicação para os baixos valores de germinação seria provavelmente, resíduo do NaClO. A permanência deste nas sementes, após lavagem em água corrente, pode ter prejudicado o processo de germinação.

O hipoclorito de sódio degrada a lignina existente em altas concentrações na parede celular das células do pergaminho. Acontecem reações de oxidação, substituição ou adição do cloro no anel aromático presente na molécula de lignina (HISE, 1996).

Pela Figura 2, pode-se observar o aspecto das sementes após imersão em hipoclorito de sódio durante três horas. Verificou-se a degradação total do pergaminho e da película prateada em solução com 5% de cloro ativo, enquanto nas concentrações de 3 e 4% houve degradação parcial do pergaminho. Em trabalho realizado por MEIRELES (2004), a eliminação do pergaminho e também da película prateada, ocorreu com o uso da concentração de 5% de cloro ativo por 6 horas em sementes com 28% de umidade. SOFIATTI (2006), utilizando solução de hipoclorito de sódio em sementes de café com concentrações inferiores a 5% de cloro ativo, não conseguiu completa degradação do pergaminho durante 3 horas. O mesmo autor

observou que, no tempo de pré-umbebição de 6 horas, o pergaminho foi degradado eficientemente nas concentrações de 4 a 7% de cloro.



Figura 2 – Sementes de cafeeiro após serem submetidas à solução aquosa de hipoclorito de sódio (NaClO), em diferentes concentrações, por um período de três horas.

As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), recomenda conduzir o teste de germinação, no período de 30 dias e com remoção manual do pergaminho, após este período as plântulas são avaliadas. As sementes que apenas iniciaram a germinação, mesmo com a possibilidade de se tornarem plântulas normais em um período maior e ainda não constituem das partes essenciais desenvolvidas, são classificadas como anormais (Figura 3); as sementes que não germinaram são classificadas como mortas. Desse modo, o tempo de 30 dias, provavelmente não foi suficiente para que as plântulas tornassem normais.



Figura 3 – Plântulas de café normais (A) e anormais (B), pelo teste de germinação.

No teste de primeira contagem de germinação (Tabela 8), pode-se observar a mesma tendência do teste de germinação, ou seja, com exceção do tratamento de reidratação e remoção manual do pergaminho, as sementes não apresentaram valores satisfatórios de germinação aos 15 dias. Possivelmente, a razão dos valores baixos seria a presença do pergaminho, conforme comentado anteriormente, uma vez que somente 15 dias não foi um período suficiente para o embrião vencer o impedimento físico imposto pelo pergaminho. Nos tratamentos onde as sementes, inicialmente com grau de umidade 12, 16 e 20% foram submetidas à reidratação até 33%, não houve ganho significativo no teste de primeira contagem. MOTTA (2001), trabalhando com sementes de café, observou que períodos de hidratação inferiores a três dias prejudicam o desempenho das sementes e que hidratações superiores a cinco dias (120 horas) chegando a 50-60% de umidade, seguida de redução para 30-40%, promovem aumento significativo na germinação. De acordo com NASCIMENTO (1998), sementes com alta qualidade fisiológica não respondem aos processos de condicionamento, pois o restabelecimento da integridade das membranas celulares

pode ser efetivado rapidamente, o que limita a lixiviação de substâncias para o meio da hidratação, podendo ser o principal fator responsável pelo aumento ou manutenção do vigor das sementes.

Tabela 8 – Resultados da primeira contagem de germinação (%) de sementes de cafeeiro, de acordo com a reidratação e degradação do pergaminho de sementes com diferentes graus de umidade inicial

Reidratação	Degradação – Cloro Ativo (%)	Grau de Umidade Inicial		
		12%	16%	20%
Com Reidratação	0%	12,0	6,0	6,5
Com Reidratação	3%	21,5	16,5	8,5
Com Reidratação	4%	35,0	32,0	50,0
Com Reidratação	5%	40,0	25,5	59,0
Com Reidratação	Remoção Manual	91,0	87,5*	98,0*
Com Reidratação	Com Pergaminho	6,0	5,0	1,5
Sem Reidratação	0%	3,5	0,0	0,0
Sem Reidratação	3%	2,0	0,0	2,0
Sem Reidratação	4%	12,0	8,5	7,0
Sem Reidratação	5%	39,5	30,5	40,5
Sem Reidratação	Com Pergaminho	1,5	0,0	0,0
Sem Reidratação	Remoção Manual	71,0	90,0	95,5
<b>(TESTEMUNHA)</b>				
CV (%)		16,23	17,19	14,40

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

Os resultados estimados pelo índice de velocidade de germinação (IVG) indicam que apenas o tratamento em que as sementes foram reidratadas e tiveram o pergaminho removido manualmente promoveu resultado estatisticamente semelhante à testemunha para todos os graus de umidade iniciais estudados (Tabela 9). Como esse teste foi realizado em condições de laboratório, com reduzida presença de microrganismos importantes para acelerar a degradação do pergaminho, houve uma redução da velocidade de germinação.

A baixa velocidade de germinação para as concentrações de 3 e 4%, onde não houve remoção total do pergaminho, um fato já relatado, seria que sementes de café

com pergaminho não germinam em meio asséptico, pois esta estrutura não é degradada na ausência de microrganismo (FRANCO, 1970). Como em laboratório as condições são desfavoráveis ao desenvolvimento de microrganismos, não houve interferência destes no pergaminho. Já para a concentração de 5%, apesar da degradação total do pergaminho, uma possível justificativa para os baixos valores da primeira contagem de germinação seria a lavagem insuficiente das sementes, após imersão em solução de hipoclorito de sódio, por três horas; permanecendo hipoclorito em contato com a semente, comprometendo a germinação.

Resultado diferente foi obtido por MEIRELES et al. (2007), que observou efeito benéfico, ao utilizar hipoclorito de sódio a 5%, durante 6 horas; em sementes com 28% de teor de água.

Tabela 9 – Índice de velocidade de germinação de sementes de cafeeiro, de acordo com a reidratação e degradação do pergaminho de sementes com diferentes graus de umidade inicial

Reidratação	Degradação – Cloro Ativo (%)	Grau de Umidade Inicial		
		12%	16%	20%
Com Reidratação	0%	0,93	0,86	0,70
Com Reidratação	3%	1,35	1,23	0,95
Com Reidratação	4%	2,05	1,95	2,28
Com Reidratação	5%	1,91	1,67	2,52
Com Reidratação	Remoção Manual	3,11*	3,10*	3,25*
Com Reidratação	Com Pergaminho	0,81	0,90	0,87
Sem Reidratação	0%	0,54	0,18	0,10
Sem Reidratação	3%	0,39	0,22	0,30
Sem Reidratação	4%	1,29	1,11	0,74
Sem Reidratação	5%	1,99	1,80	1,93
Sem Reidratação	Com Pergaminho	0,48	0,34	0,29
Sem Reidratação	Remoção Manual	2,97	3,15	3,25
(TESTEMUNHA)				
CV (%)		8,90	12,11	10,51

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

Analisando os resultados de plântulas normais fortes foi possível observar que, diferentemente dos demais testes conduzidos em laboratório, não houve tratamento com médias semelhantes ao tratamento testemunha (Tabela 10). As sementes embebidas em água e que tiveram o pergaminho retirado manualmente superaram estatisticamente os valores da testemunha. A superioridade das sementes reidratadas anteriormente à retirada do pergaminho manual pode ser explicada pela elevação do teor de água para 33%. Provavelmente, estas sementes passaram mais rapidamente pelas fases iniciais de embebição, emitiram radícula e o período para desenvolverem e expressarem seu potencial como plântulas normais foi mais extenso. Provavelmente, houve rápida degradação de reservas e início das reações de síntese, fazendo com que o processo de retomada do crescimento aconteça de maneira mais rápida e uniforme, propiciando maior número de plântulas com características desejáveis.

Tabela 10 – Porcentagem de plântulas normais fortes de cafeeiro, de acordo com a reidratação e degradação do pergaminho de sementes com diferentes graus de umidade inicial

Reidratação	Degradação – Cloro Ativo (%)	Grau de Umidade Inicial		
		12%	16%	20%
Com Reidratação	0%	9,5	11,5	7,0
Com Reidratação	3%	4,5	6,5	5,5
Com Reidratação	4%	8,0	13,0	23,5
Com Reidratação	5%	10,0	11,5	21,0
Com Reidratação	Remoção Manual	74,0	60,0	79,5
Com Reidratação	Com Pergaminho	5,5	3,0	3,0
Sem Reidratação	0%	2,0	0,5	0,5
Sem Reidratação	3%	0,5	0,0	1,0
Sem Reidratação	4%	2,5	5,0	5,0
Sem Reidratação	5%	6,5	6,0	9,5
Sem Reidratação	Com Pergaminho	0,5	1,0	0,0
Sem Reidratação (TESTEMUNHA)	Remoção Manual	53,5	51,0	50,0
CV (%)		28,56	35,00	41,43

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

A absorção de água desencadeia eventos na semente como ativação de enzimas, degradação, translocação e consumo de reservas armazenadas, resultando na retomada do crescimento do embrião (BEWLEY & BLACK, 1994). Sementes com teor de água maior tendem a se desenvolver mais rapidamente e resultar em plântulas normais com a parte aérea desenvolvida e raízes secundárias presentes em abundância (Figura 4), porém ainda o pergaminho funciona como mecanismo de resistência ao embrião, como nos tratamentos onde o pergaminho permaneceu ou foi parcialmente degradado.

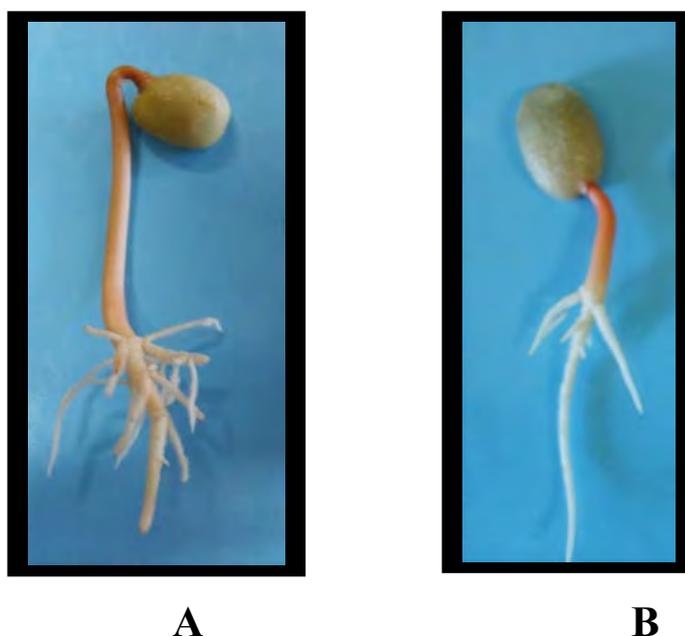


Figura 4 - Plântulas normais de café classificadas como forte (A) e fraca (B).

Os resultados revelaram tendência de aumento da porcentagem de germinação, germinação na primeira contagem, plântulas normais fortes e índice de velocidade de germinação quando as sementes foram submetidas ou não a períodos de reidratação, até atingirem o valor de 33% de teor de água, à medida que aumentou a concentração de cloro ativo (Figura 5). No presente trabalho, verificou-se, para os testes realizados

em laboratório, que o desempenho das sementes reidratadas foi maior. Resultados semelhantes também foram encontrados por SOFIATTI (2006), onde houve aumento da germinação quando as sementes inicialmente com 15 e 20% de umidade foram reidratadas em água corrente até 33% de umidade.

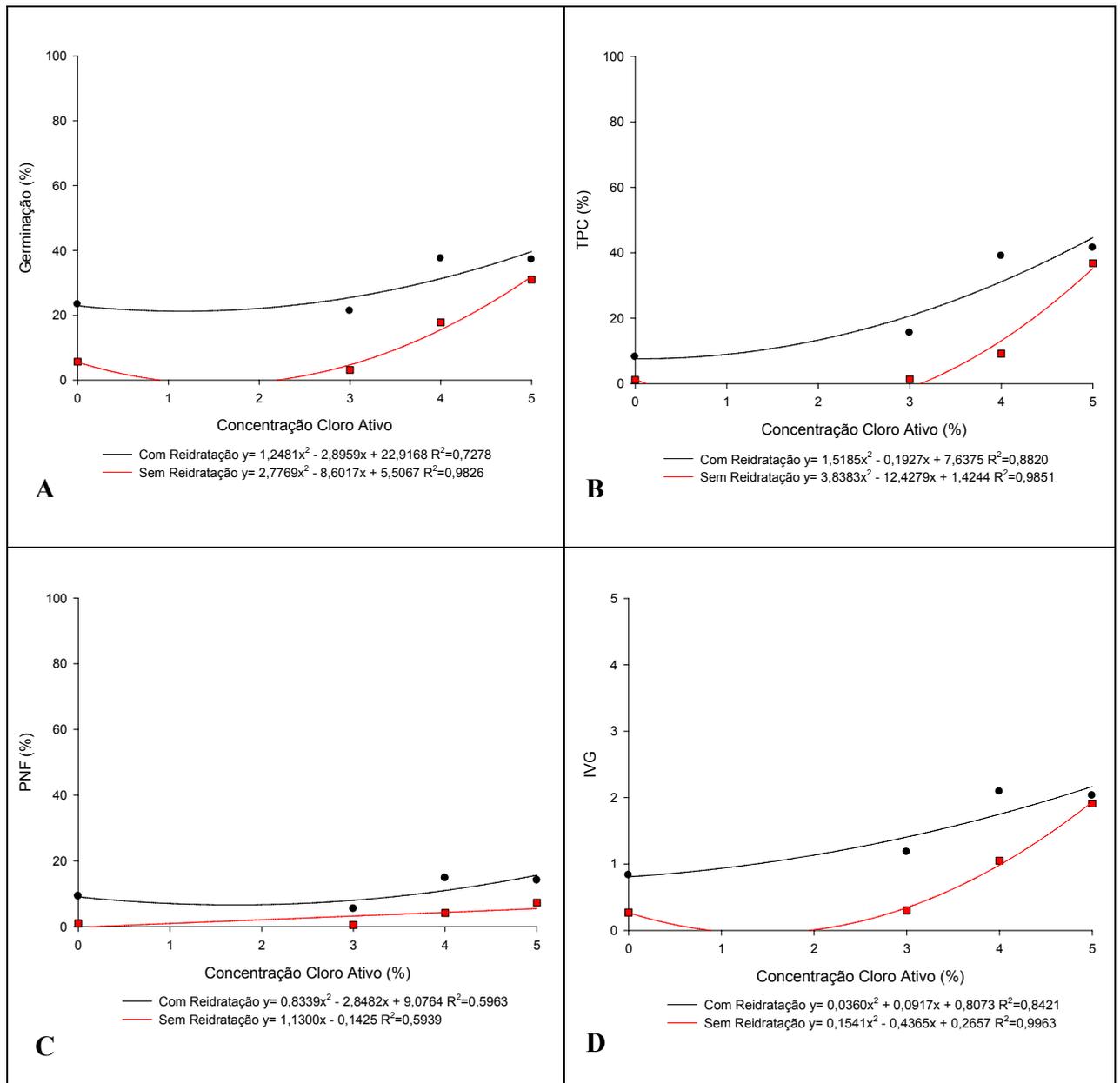


Figura 5 – Médias estimadas da porcentagem de germinação (A), primeira contagem (B), plântulas normais fortes (C) e índice de velocidade de germinação (D), em função da reidratação e concentrações de cloro ativo.

De acordo com os gráficos de regressão referentes aos fatores degradação em função da umidade, os testes de laboratório indicaram que as sementes com maior grau de umidade responderam melhor ao processo de imersão em solução aquosa de hipoclorito de sódio (Figura 6). Houve um acréscimo nas percentagens dos testes analisados para todas as sementes, contudo, sementes com 20% obtiveram maiores ganhos.

Com o aumento da concentração de hipoclorito de sódio, houve melhoria na germinação e vigor das sementes, reidratadas ou não. Entretanto, os resultados foram sempre inferiores àqueles obtido nas sementes sem pergaminho retirado manualmente. O uso do hipoclorito de sódio não proporcionou resultados semelhantes à retirada manual do pergaminho, conseqüentemente, a imersão de sementes de cafeeiro em solução aquosa de hipoclorito de sódio, não promoveu efeito benéfico na germinação e vigor no presente trabalho. MEIRELES (2004) e SOFIATTI (2006) obtiveram resultados favoráveis na utilização do hipoclorito de sódio em sementes de café, assim, provavelmente, ocorreram problemas na condução deste experimento, necessitando da repetição dos testes de laboratório para descartar possíveis dúvidas.

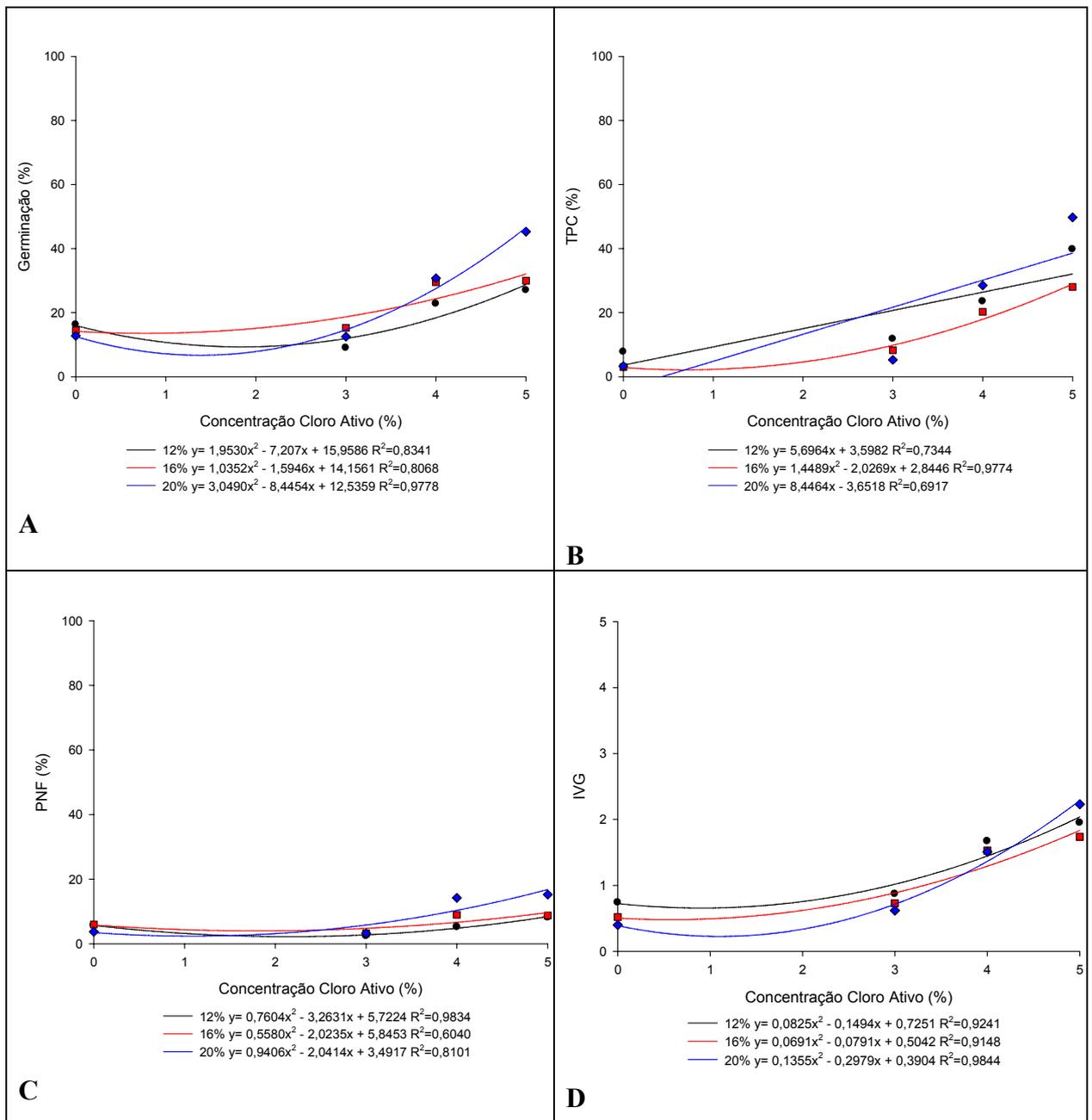


Figura 6 – Médias estimadas da porcentagem de germinação (A), primeira contagem (B), plântulas normais fortes (C) e índice de velocidade de germinação (D), em função dos graus de umidade e concentrações de cloro ativo.

### 4.3 Experimento II

Pela Tabela 11, no tratamento sem reidratação, observa-se que as sementes sem pergaminho, tiveram valores de emergência maiores que 90%, enquanto nas sementes onde o pergaminho não foi removido, os valores foram menores, próximos a 70% e diferentes da testemunha. Com isso, pode-se constatar a eficiência da retirada do pergaminho manualmente. A presença do pergaminho é a principal causa de redução da velocidade de emergência das plântulas de cafeeiro e, normalmente, causa redução do percentual de emergência (CARVALHO et al., 1999). A ação positiva da eliminação do pergaminho foi observada em laboratório, aumentando a porcentagem e a velocidade de germinação (ARAUJO et al., 2004) e também em condições de viveiro onde a retirada manual do pergaminho promoveu acréscimo na emergência de plântulas (CARVALHO et al. 1999). Ainda nos mesmos trabalhos os autores concluíram que a retirada mecânica afeta negativamente a germinação de sementes de café, sendo necessário, a substituição da remoção manual por um método eficiente, prático e economicamente viável.

SOFIATTI (2006) concluiu que a pré-embebição das sementes em solução de hipoclorito de sódio foi eficiente na degradação do pergaminho e promoção da germinação apenas com graus de umidade acima de 23%, com 6% de cloro, durante 3 horas.

Analisando a Tabela 11, para os três níveis de umidades iniciais, nos tratamentos em que as sementes foram reidratadas ou não e submetidas às concentrações de 3, 4 e 5% tiveram valores de emergência estatisticamente iguais à testemunha (sementes sem reidratação e retirada manual do pergaminho), exceto o tratamento onde as sementes com teor de água inicial de 12%, submetidas à reidratação e pré-embebidas em NaClO, na concentração de 5%.

Tabela 11 – Emergência (%) de plântulas de cafeeiro, de acordo com a reidratação e degradação do pergaminho de sementes com diferentes graus de umidade inicial

Reidratação	Degradação – Cloro Ativo (%)	Grau de Umidade Inicial		
		12%	16%	20%
Com Reidratação	0%	85,50*	88,25*	80,00
Com Reidratação	3%	84,00*	88,50*	90,50*
Com Reidratação	4%	85,00*	89,00*	91,25*
Com Reidratação	5%	74,75	95,00*	90,50*
Com Reidratação	Remoção Manual	95,50*	91,75*	92,25*
Com Reidratação	Com Pergaminho	83,25*	76,50	75,50
Sem Reidratação	0%	73,75	73,25	70,00
Sem Reidratação	3%	84,25*	92,75*	89,50*
Sem Reidratação	4%	86,00*	91,25*	89,50*
Sem Reidratação	5%	92,75*	85,50*	92,50*
Sem Reidratação	Com Pergaminho	70,50	71,25	71,75
Sem Reidratação	Remoção Manual	94,00	91,75	95,75
(TESTEMUNHA)				
CV (%)		12,11	9,80	7,75

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

Nota-se também que, nos tratamentos onde as sementes foram reidratadas e tiveram o pergaminho foi removido manualmente, as médias não foram significativamente superiores à testemunha, ou seja, mantendo-se o grau de umidade em 12, 16 e 20% não é necessário a reidratação das sementes, anteriormente à pré-embebição em solução aquosa de hipoclorito de sódio.

Resultado diferente foi obtido por SOFIATTI (2006), que observou a danificação das estruturas vitais das sementes de café, após imersão em cloro ativo, nas concentrações de 5 e 6%, em sementes com grau de umidade de 13 e 18%, com conseqüente prejuízo na germinação. No presente trabalho, o processo de reidratação seria uma alternativa para sementes com baixo grau de umidade, antes de serem submetidas ao tratamento de degradação do pergaminho com hipoclorito de sódio; porém, a reidratação não acrescentou ganhos na percentagem de emergência. É necessário mencionar que, o hipoclorito de sódio não causou prejuízos às estruturas

essenciais da semente, pelo resultado satisfatório de percentagem de emergência. Contudo, não foi suficiente para remover por completo o pergaminho e aumentar a germinação de modo satisfatório (Experimento I).

Na ausência de hipoclorito de sódio (0% de cloro ativo), nos tratamentos em que as sementes foram reidratadas apresentaram valores de emergência iguais à testemunha nos graus de umidade iniciais 12 e 16% (Tabela 11). Provavelmente a reidratação das sementes até 33% e também a imersão em água destilada por mais 3 horas (0% de cloro ativo) umedeceu o pergaminho tornando-o mais facilmente degradado por microrganismos presentes no substrato de desenvolvimento das mudas. Organismos decompositores que vivem no solo, agem em estruturas mais úmidas. De acordo com OLIVEIRA et al.(1999), nos meses de maior temperatura e disponibilidade hídrica, materiais ricos em lignina, celulose e hemicelulose são facilmente decompostos pela flora microbiana.

Embora a média das sementes reidratadas e com pergaminho, inicialmente com grau de umidade 12%, não tenha diferido da testemunha nos resultados de emergência (Tabela 11), o mesmo não ocorreu quanto ao índice de velocidade de emergência (Tabela 12, Figura 7). Resultados semelhantes foram obtidos por SOFIATTI (2006), na percentagem de emergência de plântulas de cafeeiro.

Tabela 12 – Índice de Velocidade de Emergência de plântulas de cafeeiro, de acordo com a reidratação e degradação do pergaminho de sementes com diferentes graus de umidade inicial

Reidratação	Degradação – Cloro Ativo (%)	Grau de Umidade Inicial		
		12%	16%	20%
Com Reidratação	0%	0,47	0,58	0,52
Com Reidratação	3%	0,58*	0,61*	0,63*
Com Reidratação	4%	0,62*	0,65*	0,65*
Com Reidratação	5%	0,63*	0,68*	0,65*
Com Reidratação	Remoção Manual	0,70*	0,66*	0,68*
Com Reidratação	Com Pergaminho	0,54	0,48	0,49
Sem Reidratação	0%	0,46	0,45	0,44
Sem Reidratação	3%	0,57*	0,64*	0,61*
Sem Reidratação	4%	0,58*	0,62*	0,63*
Sem Reidratação	5%	0,64*	0,63*	0,64*
Sem Reidratação	Com Pergaminho	0,44	0,45	0,44
Sem Reidratação (TESTEMUNHA)	Remoção Manual	0,67	0,63	0,68
CV (%)		13,82	11,99	8,89

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

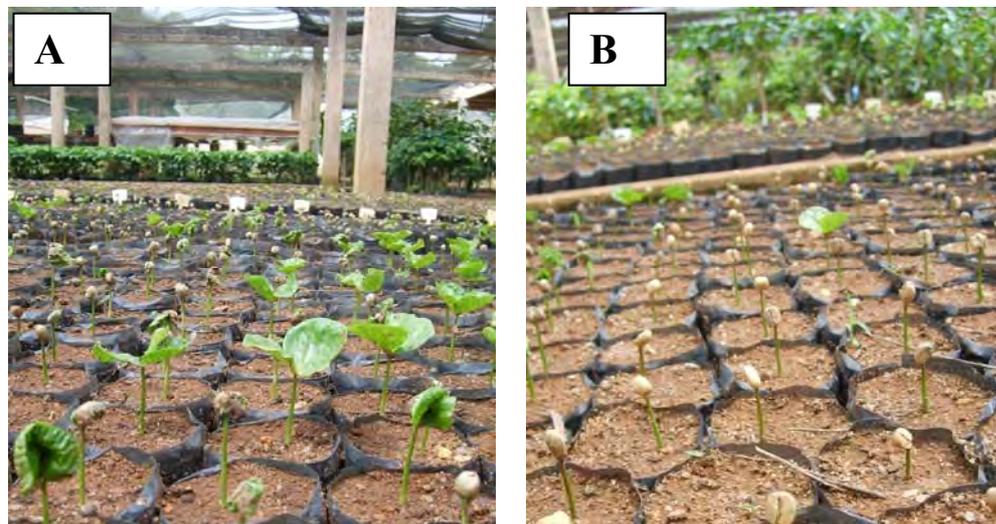


Figura 7 – Emergência de plântulas provenientes de sementes de cafeeiro sem pergaminho, removido manualmente (A) e com pergaminho (B) aos 80 dias após semeadura.

Na Figura 8 pode-se verificar que sementes imersas em hipoclorito de sódio nas concentrações 3, 4 e 5% produziram mudas com desenvolvimento semelhante às mudas onde o pergaminho foi removido manualmente em todos os graus de umidade.

Verifica-se que sementes sem pergaminho apresentaram IVE superior às sementes com pergaminho em todos os graus de umidade (Tabela 12). Segundo LIMA (1999), sementes de cafeeiro com pergaminho absorvem menor quantidade de água em relação às sementes sem pergaminho, atrasando sua emergência. As sementes sem pergaminho absorvem mais rapidamente a água necessária para passagem pelas fases iniciais da germinação, ocorrendo a protrusão da radícula mais rapidamente. Seguindo a mesma tendência dos resultados de emergência, o índice de velocidade de emergência (IVE) mostra valores semelhantes à testemunha dos tratamentos pré-germinativos nas concentrações de 3, 4 e 5% de cloro ativo, para sementes que permaneceram com o grau de umidade inicial e aquelas submetidas à reidratação (Tabela 12).

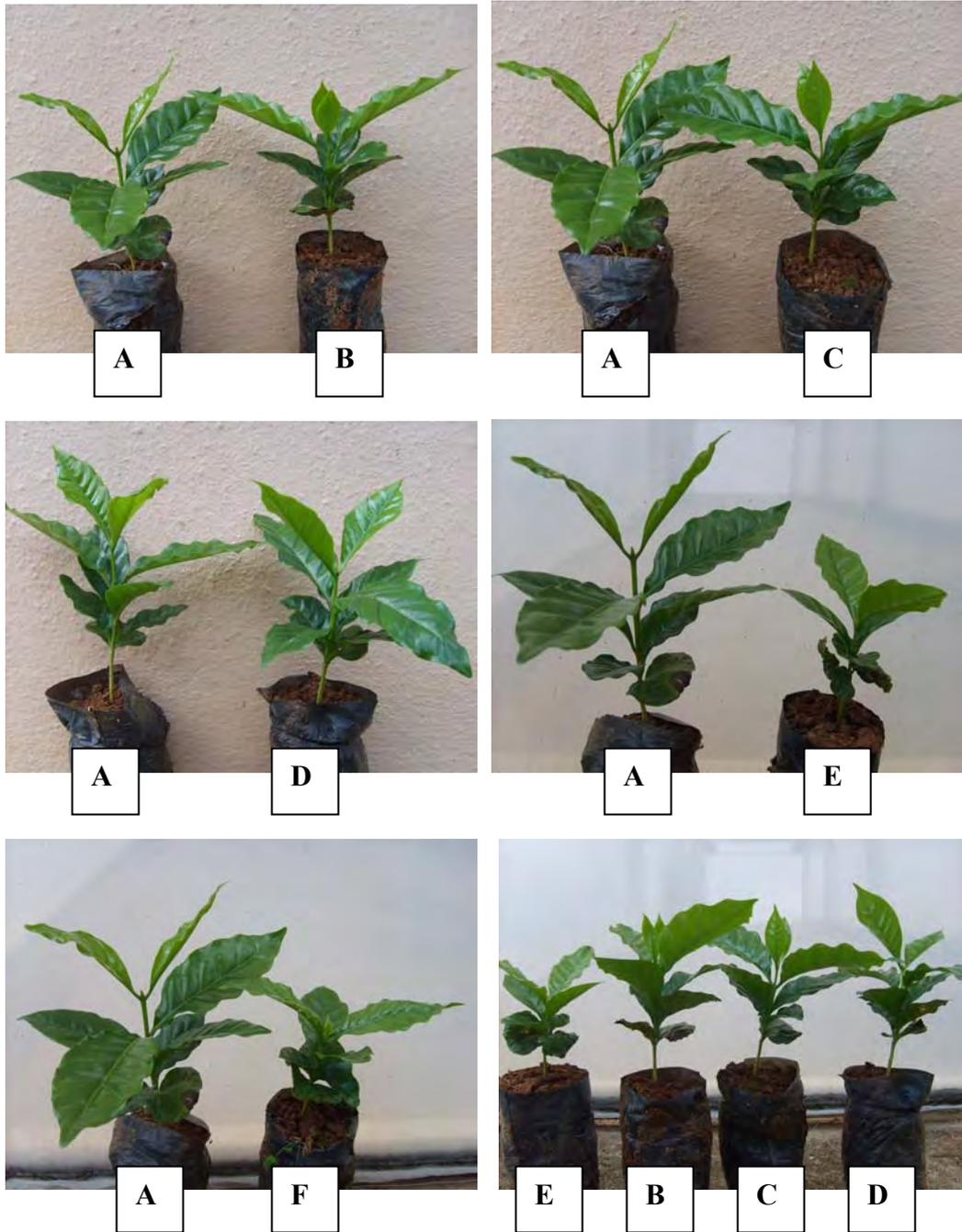


Figura 8 – Aspecto das mudas de cafeeiro aos 150 dias após semeio, provenientes de sementes sem pergaminho, retirado manualmente (A), sementes imersas em 3% de cloro ativo (B), 4% (C), 5%(D), sementes com pergaminho (E) e sementes com 0% de cloro ativo (F).

À semelhança dos resultados observados para a emergência e o índice de velocidade de emergência, a utilização do hipoclorito de sódio nas concentrações estudadas é satisfatória para a redução do tempo médio de emergência. A redução do tempo para formação da muda também foi verificada por SOFIATTI (2006), que obteve maior porcentagem e velocidade de emergência de plântulas de café com a concentração de 4% de cloro ativo; porém, a eficiência do hipoclorito de sódio foi apenas em sementes com grau de umidade igual ou superior a 23%.

Os valores do tempo médio de emergência foram semelhantes à testemunha, independente da concentração e reidratação utilizados (Tabela 13). O tempo necessário para emergência das plântulas oriundas de sementes com pergaminho foi de 71 dias, valor este superior e diferente estatisticamente dos demais tratamentos. As sementes sem o pergaminho apresentaram ganho de aproximadamente 7 dias em relação às sementes com pergaminho. Na Figura 8 observa-se a superioridade no desenvolvimento das mudas provenientes de sementes sem pergaminho em relação às com pergaminho. Nota-se também que as sementes imersas em solução de NaClO, nas concentrações de 3, 4 e 5%, originaram mudas com o desenvolvimento semelhante às oriundas de sementes onde o pergaminho foi retirado manualmente e assim, superiores às provenientes de sementes com pergaminho (Figura 8). O uso do hipoclorito de sódio reduziu o período entre o semeio do viveiro e a emergência das plântulas. Uma vantagem em acelerar a emergência e reduzir o período de permanência das mudas no viveiro é evitar a longa exposição das sementes a condições adversas, as quais podem levar à sua deterioração, e ao ataque de patógenos e insetos. Vale mencionar sobre a diminuição de custo com a mão-de-obra, possível gasto com produtos químicos e água nas irrigações diárias. Além disso, promove acréscimos na velocidade e uniformidade da emergência que

contribuem para favorecer a competição das mudas com as plantas daninhas (KHAN, 1992).

Foi observado também que não houve diferença entre o tempo médio para a emergência das sementes reidratadas e aquelas que permaneceram com a umidade inicial, constatando assim que mesmo as sementes com grau de umidade baixo não foram prejudicadas pelo tratamento com hipoclorito de sódio nas concentrações de 3, 4 e 5% de cloro ativo (Tabela 13).

Tabela 13 – Tempo Médio de Emergência (dias) de plântulas de cafeeiro, de acordo com a reidratação e degradação do pergaminho de sementes com diferentes graus de umidade inicial

Reidratação	Degradação – Cloro Ativo (%)	Grau de Umidade Inicial		
		12%	16%	20%
Com Reidratação	0%	67,00	68,50	69,25
Com Reidratação	3%	64,75*	65,00*	64,00*
Com Reidratação	4%	62,25*	61,25	62,75*
Com Reidratação	5%	63,25*	63,00*	62,75*
Com Reidratação	Remoção Manual	61,00*	62,00*	60,50*
Com Reidratação	Com Pergaminho	68,25	70,25	68,75
Sem Reidratação	0%	71,25	71,50	70,00
Sem Reidratação	3%	66,00*	65,00*	65,75*
Sem Reidratação	4%	65,75*	65,25*	64,00*
Sem Reidratação	5%	65,00*	61,25	64,75*
Sem Reidratação	Com Pergaminho	71,50	70,50	71,25
Sem Reidratação (TESTEMUNHA)	Remoção Manual	62,75	65,25	62,75
CV (%)		3,60	4,91	3,67

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

No Experimento I, a utilização do hipoclorito de sódio não resultou em valores de germinação semelhantes à testemunha, sugerindo a ação negativa do hipoclorito de sódio nas partes vitais das sementes de café, interferindo nos resultados de germinação. Contudo, ao analisar os resultados em viveiro, onde o hipoclorito de sódio resultou em efeito benéfico na velocidade e percentagem de emergência, essa possibilidade foi descartada.

O tratamento pré-germinativo com NaClO nas concentrações 3, 4 e 5% de cloro ativo, sendo as sementes reidratadas ou não, proporcionou resultados promissores de percentagem de emergência, IVE e tempo necessário à emergência das plântulas em todos os graus de umidade das sementes. Estes tratamentos proporcionaram resultados semelhantes àqueles do tratamento remoção manual do pergaminho (testemunha) em condições de viveiro e superiores aos resultados das sementes com pergaminho, as quais são utilizadas pelos viveiristas na prática. Resposta diferente foi observada por SOFIATTI (2006), que ao reidratar as sementes até atingirem grau de umidade de 33% e em seguida, pré-embeber em hipoclorito de sódio, na concentração de 6%, houve eficiente degradação do pergaminho e aceleração da germinação de sementes com grau de umidade inicial de 15 e 20%. Contudo, o autor realizou o experimento em condições de laboratório.

Na Figura 9 observam-se as equações estimadas de regressão para os testes de velocidade de emergência em função da reidratação e concentrações de cloro ativo. Nas avaliações realizadas no viveiro, o processo de reidratação das sementes não acrescentou ganhos expressivos na percentagem e velocidade de emergência. Para sementes reidratadas, observa-se que a concentração de 3,21% foi a que proporcionou melhor resultado (ponto de máxima), com germinação máxima de 88% (Figura 9A). Já para as sementes sem reidratação a concentração de 4,47% de cloro ativo levou ao melhor resultado com resposta máxima de 90% de germinação. Com base na Figura 9B, para o índice de velocidade de emergência (IVE), as concentrações de 4,42% e 4,73% resultaram em melhores efeitos com resposta máxima de 0,63 e 0,62 para sementes reidratadas e não reidratadas, respectivamente. Em relação à velocidade de emergência estabelecida pelo tempo médio de emergência em dias, houve decréscimo no decorrer do aumento da concentração de

cloro ativo para as sementes reidratadas e não reidratadas, ou seja, de 70 dias para aproximadamente 62 dias (Figura 9C).

Analisando os testes de emergência e velocidade de emergência das sementes, de acordo com os graus de umidade e as concentrações de cloro ativo, não houve superioridade nítida dos graus de umidade mais elevados (Figura 10). Nas três umidades estudadas, houve uma tendência semelhante em aumentar as percentagens de emergência e IVE e também reduzir o tempo na emergência com um aumento da concentração de cloro ativo. Na Figura 10A, as concentrações de 3,63%, 3,92% e 4,53% de cloro ativo resultaram em melhores efeitos, com resposta máxima de 84,77%, 90,68% e 91,37% de percentagem de emergência para sementes com grau de umidade de 12, 16 e 20%, respectivamente.

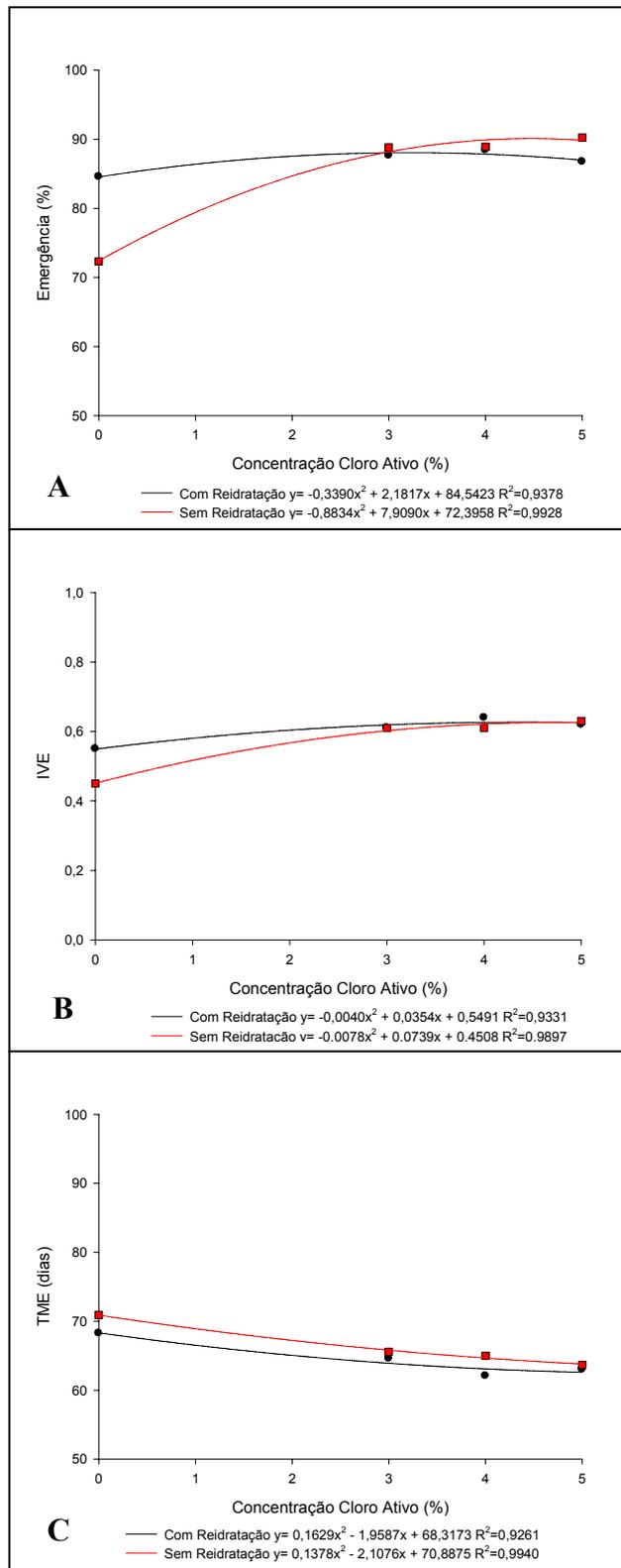


Figura 9 – Médias estimadas da porcentagem de emergência (A), índice de velocidade de emergência (B) e tempo médio de emergência (C), em função da reidratação e concentrações de cloro ativo.

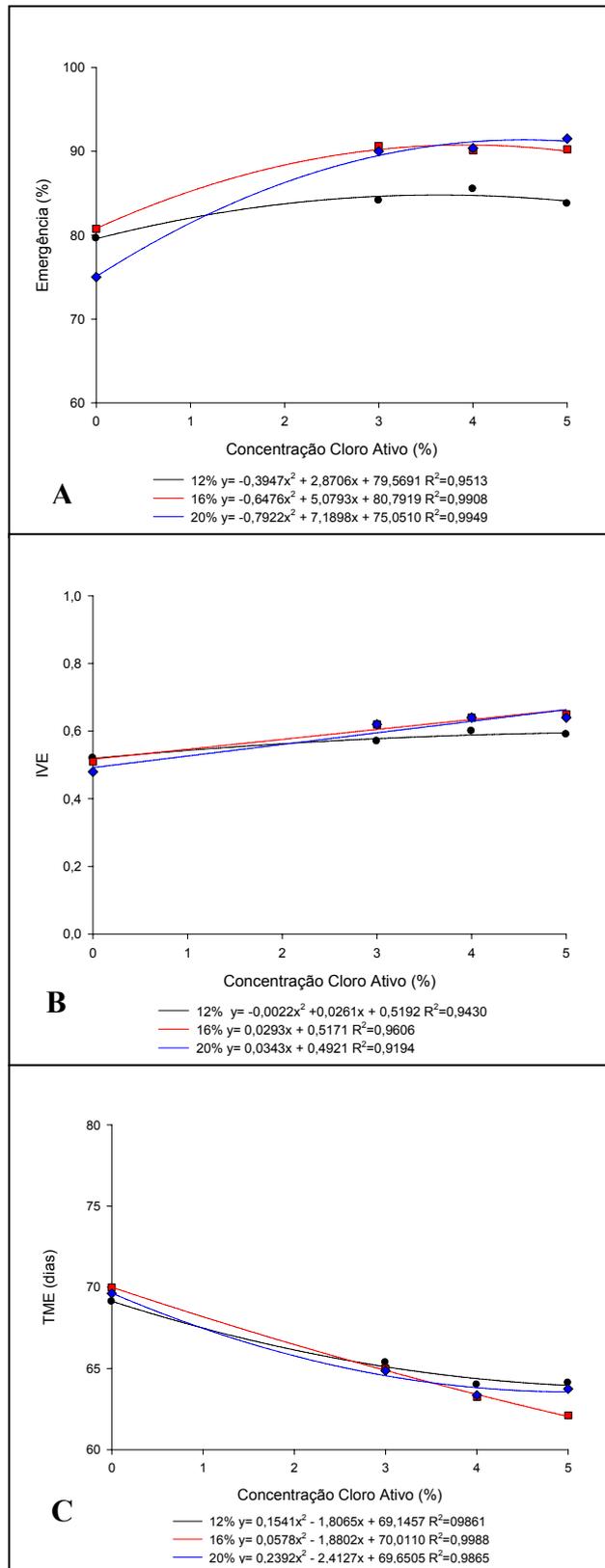


Figura 10 – Médias estimadas da porcentagem de emergência (A), índice de velocidade de emergência (B) e tempo médio de emergência (C), em função dos graus de umidade e concentrações de cloro ativo.

Diferente dos resultados encontrados no Experimento II, a reidratação e o uso do hipoclorito de sódio não proporcionaram melhora na germinação das sementes (Experimento I), onde provavelmente, a barreira física imposta pelo pergaminho comprometeu os resultados. No viveiro (Experimento II), a utilização do substrato pode ter acelerado a emergência, devido à acidez e à presença de microrganismos que atuam na degradação do pergaminho. Com relação ao período de conclusão do teste de emergência, no Experimento II as contagens diárias foram realizadas a partir da emergência da plântula até que o valor permanecesse constante, no caso aos 80 dias após semente do viveiro.

No experimento II, observou-se que o hipoclorito de sódio proporcionou melhora na emergência e na velocidade de emergência de plântulas de cafeeiro em relação à prática realizada por viveiristas, em utilizar sementes com pergaminho. A reidratação não é uma técnica fundamental por não ter mostrado superioridade quando comparada às sementes com graus de umidade inicialmente baixos, antes da imersão em solução aquosa de hipoclorito de sódio. É viável o emprego de concentrações de 3, 4 ou 5% de cloro ativo em sementes de café, mesmo em sementes com teor de água de 12%, para promover aceleração na emergência de plântulas e antecipação na formação de mudas vigorosas. O tratamento em que as sementes não foram submetidas à reidratação, com grau de umidade de 12, 16 e 20% e imersas em solução aquosa de hipoclorito de sódio, na concentração de 3%, mostrou-se o menos oneroso e de fácil execução, para formação de mudas (viveiro).

## 5. CONCLUSÕES

- A remoção manual do pergaminho favoreceu a germinação das sementes e a emergência das plântulas de cafeeiro.
- A imersão das sementes com teor de água inicial de 12, 16 e 20%, em solução aquosa de hipoclorito de sódio, nas concentrações de 3, 4 e 5% foi tão eficiente quanto à remoção manual do pergaminho, para aumentar e acelerar a emergência das plântulas, em condições de viveiro.
- O processo de reidratação, antes da imersão das sementes em solução aquosa de hipoclorito de sódio, não foi eficiente para melhoria da emergência das plântulas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BAUMANN, T.W.; GABRIEL, H. Metabolism and excretion of caffeine during germination of *Coffea arabica* L. **Plant e Cell Physiology**, Zurich, v.25, n.8, p.1431-1436, 1984.

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

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

BRANDÃO JÚNIOR, D. da S.; VIEIRA, M das G.G.C.; GUIMARÃES, R.M.; HILHORST, H.W.M. Tolerância à Dessecação de Sementes de Cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.24, n.2, p.17-23, 2002.

BRESSANI, R.; ESTRADA, E.; JARQUIN, R. Pulpa y pergaminho de café. I **Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa**. Turrialba, v.22, n.3, p.299-304., 1972.

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

CARVALHO, G.R.; PASQUAL, M.; GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G.; BEARZOTI, E.; FALCO, L. Efeito do tratamento de sementes na emergência e desenvolvimento de mudas de cafeeiro *Coffea arabica* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.4.p. 799-807, 1999.

DIAS, M.C.L.L.; SHIOGA, P.S. Tratamentos para superar a dormência em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 19, n 1, p.52-57, 1997.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand soil and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings American Society for Horticultural Science**, v.71, p. 428-434, 1958.

**Economia Cafeeira**. Disponível em: [www22.sede.embrapa.br/café/consorcio/home-4.html](http://www22.sede.embrapa.br/café/consorcio/home-4.html). Acesso em: 10 de Janeiro 2008.

ELÍAS, L.G. Composición química de la pulpa de café y otros subproductos. In: BRAHAM, J.E.; BRESSANI, R. **Pulpa de café - composición, tecnología y utilización**. Bogotá, Colombia: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1978. cap.2, p.19-29.

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

FAVARIN, J.L.; COSTA, J.D.; NOVENBRE, A.D.C.; FAZUOLI, L.C.; FAVARIN, M. da G.G. Características da semente em relação ao seu potencial fisiológico e a qualidade de mudas de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.25, n.2, p.13-19, 2003.

FRANCO, C.M. **Apontamentos de fisiologia do cafeeiro**. Instituto agrônômico de Campinas, 1970. 32p.

FRIEDMAN, J.; WALLER, G. Caffeine hazards and their prevention in germinating seeds of coffee (*Coffea arabica* L.). **Journal of Chemical Ecology**, v.9, n.8, p.1099-1106, 1983.

GUIMARÃES, R.J. **Formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.): efeitos de reguladores de crescimento e remoção do pergaminho na germinação de**

**sementes e do uso de N e K em cobertura, no desenvolvimento de mudas.** 1995. 133p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GUIMARÃES, R.J.; FRAGA, A.C.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, M.L.M.D.; PASQUAL, M.; CARVALHO, G.R. Efeitos da citocinina, giberelina e remoção do endocarpo na germinação de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.22, n.3, p.390-396, 1998.

HISE, R. Chlorination. In: DENCE, C.W. REEVE, D.W. **Pulp bleaching – principles and practice**. Atlanta, Georgia – USA: Tappi Press, 1996. Seção IV, cap.2, p.241-259.

KHAN, A.A. Preplant physiological seed conditioning. **Horticultural Review**, Edinburgh, v.13, n.1, p.217-223, 1992.

KIKUTI, A.N.P.; GUIMARÃES R.M.; VON PINHO, E.V. de R.; OLIVEIRA, J.A. Aplicação de antioxidantes em sementes de cafeeiro visando à preservação da qualidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.4, p.663-672, 2002.

LIMA, W. A. A. **Condicionamento fisiológico, germinação e vigor de sementes de café (*Coffea arabica* L.)**. 1999. 69p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p. 176-177, 1962.

MARTINEZ, H.E.P; TOMAZ, M.A.; SAKIYAMA, N.S. **Guia de acompanhamento das aulas práticas de cafeeicultura**. Viçosa: Editora da UFV, 2004.

MARCONDES, D.M.S.S.V.; SILVA, D.M.; VITTI, L.S.S.; SILVA, J.C. Celulase do extrato de rúmen bovino. **Energia nuclear e agricultural**, Piracicaba, v.5, n.2, p.145-160, 1983.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005, 495p.

MATIELLO, J.B. **O café do cultivo ao consumo**. São Paulo: Editora Globo, 1991, 320p.

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

MEIRELES, R.C.; ARAUJO, E.F.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SAKIYAMA, N.S.; REIS, L.S. Secafé: metodologia para acelerar a germinação das sementes de café. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.29, n.3, p.80-86, 2007.

MOTTA, C.A.P. Recuperação da viabilidade de sementes de café após tratamentos de hidratação e desidratação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.5, p.1142-1149, 2001.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.6, n.2, p.106-109, 1998.

**O aumento do consumo em 2007**. Disponível em: <http://www.abic.com.br/estatisticas.html>. Acesso em: 10 de janeiro 2008.

OLIVEIRA, M.W.; TRIVELIN, P.C.O.; PENATTI, C.P.; PICCOLO, M.C. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.12, p.2359-2362, 1999.

PEREIRA, C.E.; VON PINHO, E.V.R.; 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.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, 2000, 477p.

QUEIROZ, T.F.N.; FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Superação da dormência em sementes de pimenta-malagueta. (*Capsicum frutescens* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n 2, p.309-312, 2001.

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: POTAFÓS, 1986. p. 13-85.

SALES, J.F. **Atividade da celulase sobre o processo germinativo de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2002. 113p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SALES, J.F.; ALVARENGA, A.A.; OLIVEIRA, J.A.; NOGUEIRA, F.D.; REZENDE, L.C.; SILVA, F.G. Germinação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes concentrações e tempos de embebição em celulase. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. v.27, n.3, p.557-564, 2003.

SQUAREZI, C.N.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L.; DALPASQUALE, V.A. Avaliação do 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.

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, 72p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

VALIO, I.F.M. Inhibition of germination of coffee seeds (*Coffea arabica* L.) cv. Mundo Novo by the endocarp. **Journal of Seed Technology**, East Lansing, v.5, n.1, p. 32-39. 1980.

VIEIRA, A.R. **Efeitos de compostos fenólicos na dormência de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) e eficiência de tratamentos pré-germinativos.** 1991. 58p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.