

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO EM
MATRIZ SÓLIDA DURANTE O
ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE
CAFÉ (*Coffea arabica* L.) COM DIFERENTES
GRAUS DE UMIDADE**

CARLOS ALBERTO MACHADO CARVALHO

2009

CARLOS ALBERTO MACHADO CARVALHO

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO EM MATRIZ SÓLIDA
DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CAFÉ (*Coffea
arabica* L.) COM DIFERENTES GRAUS DE UMIDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Sementes, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Renato Mendes Guimarães

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

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

Carvalho, Carlos Alberto Machado.

Condicionamento fisiológico em matriz sólida durante o armazenamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) com diferentes graus de umidade / Carlos Alberto Machado Carvalho. – Lavras : UFLA, 2009.

217 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Renato Mendes Guimarães.

Bibliografia.

1. Priming. 2. Vigor. 3. Padrões protéicos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.7321

CARLOS ALBERTO MACHADO CARVALHO

**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO EM MATRIZ SÓLIDA
DURANTE O ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CAFÉ (*Coffea
arabica* L.) COM DIFERENTES GRAUS DE UMIDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Sementes, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 02 de julho de 2009

Prof. ^a Édila Vilela de Resende Von Pinho	UFLA
Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa	Embrapa
Prof. Rubens José Guimarães	UFLA
Antônio Rodrigues Vieira	EPAMIG

Prof. Renato Mendes Guimarães
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A DEUS.

Aos meus pais Paulo e Terezinha (in memória), pelo exemplo de “luta”, dedicação e dignidade.

Aos meus irmãos, Fernando, Imaculada, José Ricardo, Paulo e Beatriz, pelos exemplos de perseverança.

Aos amigos, por tudo que pôde sobrepor o conceito de amizade.

OFEREÇO

À minha esposa Bia e meus filhos Pedro Henrique e Carlos Eduardo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e seu Departamento de Agricultura, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Instituto Federal do Sul de Minas Gerais (IF Sul de MG) Campus Muzambinho, pela oportunidade a mim concedida.

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

Ao Professor Renato Mendes Guimarães pela orientação, atenção, amizade e paciência.

Aos professores, João Almir de Oliveira, Édila Vilela de Resende Von Pinho e Maria Laene Moreira de Carvalho, pelos esclarecimentos e auxílio na execução deste trabalho.

Aos pesquisadores doutores, Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa (Embrapa) e Antônio Vieira Rodrigues (EPAMIG), pelas contribuições conselhos e amizade.

À coordenadoria de pós-graduação do curso de Fitotecnia da UFLA nas pessoas do seu coordenador prof. Dr. Moacir Pasqual e as funcionárias Marli e Neusi, pelo sempre excelente atendimento.

Aos funcionários do Laboratório de Sementes, Andréia, Aline, Elza, Dalva, Laís e Elenir, pelo auxílio na execução dos experimentos e amizade.

Aos estagiários do Laboratório de Sementes e alunos da Iniciação Científica, em especial à Michelle, por todo o auxílio e dedicação na execução do experimento.

À colega doutoranda Tanismare Tatiana de Almeida Silva, pelo valioso auxílio nas análises moleculares.

Aos amigos e colegas de trabalho do IF Sul de MG Campus Muzambinho, pelo incentivo constante.

À minha esposa Bia e meus filhos Pedro Henrique e Carlos Eduardo, pelo amor, expressado aqui na presença, compreensão e paciência.

Aos amigos professores, Renato Mendes Guimarães e Rubens José Guimarães, pela confiança, apoio e atenção à minha pessoa.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

O grande mérito da ciência não é a descoberta em si, mas a capacidade de gerar perguntas a partir de respostas.

Carlos Alberto Machado Carvalho

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	04
2.1 Caracterização da semente de café	04
2.2 Qualidade e deterioração de sementes	06
2.3 Germinação das sementes de café.....	16
2.4 Reidratação de sementes.....	21
2.5 Condicionamento fisiológico de sementes de café	24
2.6 Umidade de armazenamento de Sementes de café	33
3 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1 Obtenção e preparo das sementes	39
3.1.1 Secagem das sementes e obtenção dos níveis de umidade	39
3.1.2 Tratamento e armazenamento das amostras	40
3.2 Condicionamento fisiológico das sementes	41
3.3 Avaliação da qualidade das sementes	45
3.3.1 Determinação do grau de umidade das sementes.....	46
3.3.2 Teste de germinação	46
3.3.3 Teste de velocidade de emergência de plântulas	46
3.3.4 Porcentagem de emergência de plântulas	47
3.3.5 Teste de condutividade elétrica.....	47
3.4 Análises de proteínas.....	47
3.4.1 Análise eletroforética de enzimas	48
3.4.2 Análise eletroforética de proteínas resistentes ao calor	48

3.5 Procedimentos e análise estatística	49
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4.1 Conteúdos de água das sementes durante o armazenamento	51
4.2 Avaliação da qualidade fisiológica das sementes	53
4.2.1 Germinação	53
4.2.1.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de umidade	53
4.2.1.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de umidade	60
4.2.1.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de umidade	67
4.2.2 Porcentagem de Emergência de Plântulas	74
4.2.2.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de umidade	74
4.2.2.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de umidade	82
4.2.2.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de umidade	90
4.2.3 Índice de Velocidade de Emergência de Plântulas (I.V.E.)	96
4.2.3.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de umidade	96
4.2.3.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de umidade	102
4.2.3.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de umidade	108
4.2.4 Condutividade Elétrica	115
4.2.4.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de umidade	115
4.2.4.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de umidade	123
4.2.4.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de umidade	131
4.3 Avaliação dos padrões protéicos	134
4.3.1 Atividade das enzimas	134
4.3.1.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de umidade	134
4.3.1.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de umidade	139
4.3.1.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de umidade	145
4.3.2 Proteínas Resistentes ao Calor	149
4.3.2.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de umidade	151
4.3.2.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de umidade	152

4.3.2.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de umidade.....	153
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	155
6 CONCLUSÕES	161
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	162
ANEXOS	182

LISTA DE TABELAS

	Páginas	
TABELA 1	Arranjo fatorial dos tratamentos para o condicionamento fisiológico das sementes, utilizado nas 5 épocas de armazenamento para os 3 experimentos com sementes com diferentes conteúdos de água (13,0; 24,0 e 36,0%).....	45
TABELA 2	Resultados médios de teores de água das sementes de <i>Coffea arabica</i> L. cv Acaiá Cerrado – MG 1474, acondicionadas em embalagens plásticas de polietileno e armazenadas durante 12 meses em câmara fria.....	52
TABELA 3	Valores médios de Germinação (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	55
TABELA 4	Valores médios de Germinação (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	62
TABELA 5	Valores médios de Germinação (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.....	68
TABELA 6	Valores médios de Emergência (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	75
TABELA 7	Valores médios de Emergência (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	83
TABELA 8	Valores médios de Emergência (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.....	91
TABELA 9	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	97

TABELA 10	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	103
TABELA 11	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.....	109
TABELA 12	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	116
TABELA 13	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	124
TABELA 14	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), em função das temperaturas (°C) e dos Período (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.....	131
TABELA 15	Valores médios de Germinação (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	132
TABELA 16	Tratamentos de condicionamento que superaram as sementes não condicionadas, avaliados por testes fisiológicos, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0; 24,0 e 36,0%.....	158

LISTA DE FIGURAS

		Páginas
FIGURA 1	Aspecto geral (A) e detalhe (B) da secagem natural das sementes em camadas finas, com destaque para a disposição das amostras utilizadas no monitoramento da redução da umidade.....	40
FIGURA 2	Aspecto geral (A) e detalhe (B) das bandejas plásticas com uma camada de 2cm de espessura de substrato.....	42
FIGURA 3	Aspecto geral (A) e detalhe (B) das sementes de café (<i>Coffea arabica</i> L.), dispostas em camada única, sobre leito de substrato com 2cm de espessura.....	42
FIGURA 4	Aspecto geral (A) e detalhe (B) das sementes de café (<i>Coffea arabica</i> L.) cobertas e envolvidas com camada de 2cm de substrato com umidade de 100% da capacidade de retenção de água.....	42
FIGURA 5	Aspecto geral (A) e detalhe (B) das bandejas plásticas, com sementes de café (<i>Coffea arabica</i> L.) envolvidas com camadas de substrato umedecido, identificadas e acondicionadas em sacos de polietileno transparente	43
FIGURA 6	Aspecto geral (A) e detalhe (B) da disposição das bandejas no interior de câmaras tipo BOD, durante o condicionamento fisiológico das sementes	43
FIGURA 7	Aspecto geral (A) e detalhe (B) da disposição das bandejas no interior de câmaras tipo BOD, durante o condicionamento fisiológico das sementes.....	44
FIGURA 8	Acondicionamento (A), aspecto geral (B) e detalhe (C) da secagem das sementes de café (<i>Coffea arabica</i> L.) em saquinhos de filó, em ambiente controlado, após a separação e lavagem, para retorno dos níveis de umidade anteriores ao condicionamento.....	44
FIGURA 9	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%...	58
FIGURA 10	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%...	59
FIGURA 11	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%...	60

FIGURA 12	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%...	65
FIGURA 13	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%...	66
FIGURA 14	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%...	67
FIGURA 15	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%...	71
FIGURA 16	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%...	72
FIGURA 17	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%...	73
FIGURA 18	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%...	77
FIGURA 19	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%...	78
FIGURA 20	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%...	79
FIGURA 21	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%...	85

FIGURA 22	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%...	86
FIGURA 23	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%...	87
FIGURA 24	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%...	93
FIGURA 25	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%...	94
FIGURA 26	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%...	95
FIGURA 27	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	100
FIGURA 28	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (I.V.E.) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	101
FIGURA 29	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	102
FIGURA 30	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (I.V.E.) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	106

FIGURA 31	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	107
FIGURA 32	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	108
FIGURA 33	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.....	112
FIGURA 34	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.....	113
FIGURA 35	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.....	114
FIGURA 36	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	121
FIGURA 37	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	122
FIGURA 38	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	123

FIGURA 39	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	128
FIGURA 40	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	129
FIGURA 41	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	130
FIGURA 42	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para cada temperatura, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.....	133
FIGURA 43	Perfis enzimáticos da Superóxido dismutase (E.C. 1.15.1.1 - SOD) (A); Catalase (E.C. 1.11.1.6 - CAT) (B); Malato desidrogenase (E.C. 1.1.1.37 - MDH) (C) e Álcool desidrogenase (E.C. 1.1.1.1 - ADH) (D) de sementes de <i>Coffea arabica</i> L. armazenadas durante 0, 3, 6, 9 e 12 meses com 13,0% de umidade inicial. Com base nos resultados do teste de Condutividade Elétrica (Tabela 12) e partir dos períodos de tempo de 2, 4 e 6 dias, aqueles sublinhados, dentro de cada temperatura de condicionamento, não diferem entre si pelo teste Scott Knott no nível nominal de significância de 5%. Para aqueles não sublinhados se encontram dispostos na ordem melhor/pior, segundo o mesmo teste, quando comparados dentro de cada temperatura.....	136
FIGURA 44	Perfis enzimáticos da Superóxido dismutase (E.C. 1.15.1.1 - SOD) (A); Catalase (E.C. 1.11.1.6 - CAT) (B); Malato desidrogenase (E.C. 1.1.1.37 - MDH) (C) e Álcool desidrogenase (E.C. 1.1.1.1 - ADH) (D) de sementes de <i>Coffea arabica</i> L. armazenadas durante 0, 3, 6, 9 e 12 meses com 24,0% de umidade inicial. Com base nos resultados do teste de Condutividade Elétrica (Tabela 13) e partir dos períodos de tempo de 2, 4 e 6 dias, aqueles sublinhados, dentro de cada temperatura de	

	condicionamento, não diferem entre si pelo teste Scott Knott no nível nominal de significância de 5%. Para aqueles não sublinhados se encontram dispostos na ordem melhor/pior, segundo o mesmo teste, quando comparados dentro de cada temperatura.....	141
FIGURA 45	Perfis enzimáticos da Superóxido dismutase (E.C. 1.15.1.1 - SOD) (A); Catalase (E.C. 1.11.1.6 - CAT) (B); Malato desidrogenase (E.C. 1.1.1.37 - MDH) (C) e Álcool desidrogenase (E.C. 1.1.1.1 - ADH) (D) de sementes de <i>Coffea arabica</i> L. armazenadas durante 0, 3, 6, 9 e 12 meses com 36,0% de umidade inicial. Com base nos resultados do teste de Condutividade Elétrica (Tabela 20A) e partir dos períodos de tempo de 2, 4 e 6 dias, aqueles sublinhados dentro de cada temperatura de condicionamento, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott no nível nominal de significância de 5%. Para aqueles não sublinhados se encontram dispostos na ordem melhor/pior, segundo o mesmo teste, quando comparados dentro de cada temperatura.....	146
FIGURA 46	Padrões eletroforéticos de proteínas resistentes ao calor de sementes de <i>Coffea arabica</i> L. armazenadas durante 0, 3, 6, 9 e 12 meses com 13,0% (A), 24,0% (B) e 36,0% (C) de umidade inicial. Com base nos resultados do teste de Condutividade Elétrica (Tabelas 12, 13 e 20A) e partir dos períodos de tempo de 2, 4 e 6 dias, aqueles sublinhados dentro de cada temperatura de condicionamento, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott no nível nominal de significância de 5%. Para aqueles não sublinhados se encontram dispostos na ordem melhor/pior, segundo o mesmo teste, quando comparados dentro de cada temperatura.....	150

RESUMO

CARVALHO, Carlos Alberto Machado. **Condicionamento fisiológico em matriz sólida durante o armazenamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) com diferentes graus de umidade**. 2009. 217 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A semente de café apresenta baixa armazenabilidade com perda de vigor em poucos meses, o que limita sua utilização, restringindo a época de produção das mudas. O condicionamento fisiológico ou priming é uma técnica que tem por objetivo promover melhoria no desempenho das sementes. Avaliar o efeito de diferentes temperaturas e períodos de tempo, no condicionamento fisiológico em matriz sólida sobre a qualidade fisiológica de sementes de *Coffea arabica* L. armazenadas com diferentes umidades, foi o objetivo neste trabalho de tese, realizado no Laboratório Central de Sementes da Universidade Federal de Lavras, MG, no período de 2006 a 2008. Foram utilizadas sementes com três graus de umidade (13,0; 24,0 e 36,0% bu), classificadas, tratadas, acondicionadas em embalagens de papel Kraft, envolvidos por embalagens de polietileno lacradas e armazenadas em câmara fria por 0, 3, 6, 9 e 12 meses. Após cada época de armazenamento, as sementes foram submetidas ao condicionamento e imediatamente avaliadas. Os ensaios, para cada umidade, foram realizados em blocos casualizados, com 50 tratamentos arrançados em esquema fatorial 5x3x3+5 e quatro repetições. O condicionamento foi realizado envolvendo as sementes, com endocarpo, em substrato orgânico comercial com umidade de 100% da capacidade de retenção de água. As sementes envolvidas pela matriz sólida foram mantidas em bandejas plásticas no interior de câmaras tipo BOD a 20, 30 e 40 ± 1°C durante 2, 4 e 6 dias. Após avaliação concluiu-se que houve aumento na porcentagem e na velocidade de germinação, na emergência de plântulas e no vigor, principalmente nas sementes com umidade inicial de 24,0 e 36,0%. O condicionamento a 40°C prejudica o desempenho das sementes. A temperatura de 30°C é a mais adequada para os três períodos de tempo estudados. O condicionamento é mais eficiente para sementes de menor qualidade fisiológica, interferindo na atividade das enzimas SOD, CAT, MDH e ADH, sobretudo da primeira e promove a expressão de proteínas resistentes ao calor de diferentes pesos moleculares.

Palavras chave: priming, vigor, padrões protéicos.

*Comitê orientador: Dr. Renato Mendes Guimarães (orientador) – UFLA, Dr. João Almir Oliveira – UFLA, Dr^a. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA, Dr. Antônio Rodrigues Vieira – EPAMIG.

ABSTRACT

CARVALHO, Carlos Alberto Machado. **Physiological conditioning on solid matrix during storage of coffee seeds (*Coffea arabica* L.) with different moisture contents**. 2009. 217 p. Thesis (Doctorate in Crop Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Coffee seeds present poor storability with vigor loss in few months, which limits its use, restricting the seedling-producing time. The physiological conditioning or priming is a technique which is intended to promote improvement in seed performance. Evaluating the effect of different temperatures and periods of time in the physiological conditioning of solid matrix upon the physiological *Coffea arabica* L. seed quality stored with different moisture contents was the objective in this thesis work conducted in the Central Laboratory of Seeds at Federal University of Lavras (Universidade Federal de Lavras MG) from 2006 to 2008. Seeds with three moisture contents (13.0; 24.0 and 36.0% wb), classified, treated, packed in Kraft paper packages, wrapped by sealed polyethylene packages and stored in cold room for 0, 3, 6, 9 and 12 months were used. After each storage time, the seeds were submitted to conditioning and evaluated immediately. The trials for the moisture content were conducted in randomized blocks with 50 treatments arranged in a factorial scheme 5x3x3+5, and four replicates. Conditioning was conducted involving the seeds with endocarp into commercial organic substrate with moisture of 100% of the water holding capacity. The seeds involved by the solid matrix were maintained on plastic trays inside the BOD type chambers at 20, 30 and 40 ± 1°C for 2, 4 and 6 days. After evaluation, it was concluded there was increase in the germination percentage, emergence speed index and vigor, mainly in the seeds with initial moisture content of 24.0 and 36.0%. Conditioning at 40°C harmed the performance of the seeds. The temperature of 30°C is the most adequate temperature for all the time periods studied. Conditioning is more efficient for seeds of poorer physiological quality, interfering in the activities of enzymes SOD, CAT, MDH and ADH, above all, of the former and promotes the expression of heat-resistant proteins of different molecular weights.

Key words: priming, vigor, protein pattern.

*Guidance Committee: Dr. Renato Mendes Guimarães (adviser) – UFLA, Dr. João Almir Oliveira – UFLA, Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA, Dr. Antônio Rodrigues Vieira – EPAMIG.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café e o segundo mercado consumidor. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA, o consumo interno do ano de 2008 foi de 17,5 milhões de sacas para uma produção de 45,992 milhões de sacas, sendo 77,15% de café arábica (Brasil, 2008).

Atualmente com um parque cafeeiro estimado em 6.088 milhões de plantas e uma área de quase 2,35 milhões de ha, o Brasil exportou 29,5 milhões de sacas de 60 Kg em 2008, o que neste ano, manteve o país com pouco mais de 30% do mercado externo, gerando 3,9 bilhões de dólares em divisas. A importância social desta atividade reflete nos 8,4 milhões de empregos gerados direta ou indiretamente em 11 estados da federação, 1850 municípios e 300 mil propriedades agrícolas.

O Estado de Minas Gerais destaca-se como principal produtor. Segundo a CONAB/MAPA o Estado produziu 23,58 milhões de sacas em 2008, ou seja, 51,27% da produção total do país. Nas regiões sul e centro-oeste do Estado foram produzidos neste ano, aproximadamente 12,12 milhões de sacas, o que representa em termos percentuais 26,35% de toda a produção nacional de café.

Estas regiões, e principalmente a região sul mineira caracteriza-se pela topografia acidentada e pela susceptibilidade periódica e cíclica à formação de geadas, com lavouras localizadas nas partes mais altas dos terrenos, entre 600 e 1400m de altitude, e via de regra, não irrigadas. A implantação das lavouras é realizada comumente a partir do plantio de mudas de “meio ano” produzidas em viveiros provisórios, localizados próximos às propriedades agrícolas produtoras. Neste sistema de produção de mudas, a semeadura é realizada nos meses de maio/junho, a partir de sementes obtidas de frutos maduros colhidos no mesmo ano, considerando o baixo potencial de armazenamento das sementes.

Em condições ideais, as sementes de *Coffea arabica* L. normalmente germinam em tempo inferior a 30 dias. Em temperatura constante de 32°C, este processo pode se completar em apenas 15 dias para sementes sem endocarpo (Rena & Maestri, 1986). No entanto, as temperaturas nesta região por ocasião da semeadura, nos meses de maio/junho por vezes atingem valores mínimos inferiores a 6°C. A ocorrência de significativo gradiente térmico noite/dia interfere nos processos fisiológicos e metabólicos, conferindo uma germinação ainda mais lenta e desuniforme, não raro requerendo nestas condições, até 60 dias para completar todo o processo.

Algumas técnicas de tratamentos pré-germinativos tem sido investigadas por diversos trabalhos de pesquisa, com intuito de melhorar de alguma forma a lenta e desuniforme germinação das sementes de café. Dentre estas técnicas, o condicionamento fisiológico das sementes ou priming apresenta entre outros objetivos a possibilidade de uma germinação mais rápida, tanto em condições de baixas como altas temperaturas, além de um maior sincronismo da germinação resultando em estandes mais uniformes (Heydecker et al., 1975).

Nos últimos anos, diversos autores têm trabalhado com a técnica de condicionamento fisiológico, e mais precisamente, com condicionamento osmótico em sementes de café arábica, procurando determinar as melhores condições para a sua aplicação. Dentre os autores que mais se destacam nesta linha de pesquisa, podem ser citados: Guimarães (2000), Lima (2001), Motta (2001), Pertel et al. (2001), Sguarezi et al. (2001a,b), Altoé et al. (2003), Souza et al. (2003), Lima et al. (2004), Sá et al. (2004) e Braz & Rsetto (2008). No entanto, não se encontra na literatura, até o presente momento, referências de trabalhos realizados utilizando a técnica de matriz sólida para o condicionamento fisiológico de sementes de café, o que faz do presente trabalho uma pesquisa de caráter inédito.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes temperaturas e períodos de tempo no condicionamento fisiológico em matriz sólida sobre a qualidade fisiológica de sementes de *Coffea arabica* L., armazenadas com diferentes graus de umidade iniciais por até doze meses.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização da semente de café (*Coffea arabica* L.)

A semente do cafeeiro é plano-convexa, elíptica ou oval, sulcada longitudinalmente na face plana sendo constituída por embrião, endosperma e um envoltório, representado por uma película prateada ou espermoderma.

O endosperma é formado por células poliédricas de paredes muito espessas onde as hemiceluloses apresentam uma função de reserva (Dedeca, 1957, citado por Rena & Maestri, 1985). Segundo Shimizu & Mazafera (1999), o endosperma é o principal tecido de reserva em sementes de café, representando 95% da massa seca da semente, contendo cerca de 10 a 14% de proteínas e 0,5 a 2% de aminoácidos. Segundo Pimenta (2003), o grão de café arábica apresenta teores entre 55 a 65,5% de carboidratos; 8 a 11% de ácidos, entre os quais destacam-se: ácidos cítrico, málico, clorogênico, acético, butírico e valérico; 1 a 3% de lignina; 15 a 18% de lipídeos; 11 a 15% de compostos nitrogenados; 8,5 a 12% de proteína; 0,8 a 1,4% de cafeína; 3 a 5,4% de minerais.

A composição química do grão é notadamente influenciada por aspectos genéticos, ambientais, culturais, métodos de colheita, processamento e armazenamento, podendo variar também com as condições climáticas de cada região (Godinho et al., 2000; Pimenta et al., 2000). Aguiar (2001), observou diferenças significativas para os teores de sacarose, proteína, ácido clorogênico, trigonelina e cafeína entre diversas cultivares e linhagens de café arábica.

A fração lipídica do café é composta principalmente de triacilgliceróis, esteróis e tocoferóis, componentes típicos encontrados em todo óleo vegetal comestível comum. Adicionalmente, o chamado óleo de café contém diterpenos da família dos kaurenos, em proporção de até 20 % dos lipídeos totais (Speer & Kolling-Speer, 2006). O teor de óleo em sementes de várias espécies de café foi

determinado por Mazzafera et al. (1998), situando-se na faixa de 9 a 15%, com predominância dos ácidos graxos palmítico e linoléico (Braham & Bressani, 1978).

Dentre os açúcares presentes nas sementes de café arábica predominam os não-redutores, particularmente a sacarose, sendo os redutores encontrados em pequenas quantidades (Carvalho et al., 1989). Dentre os açúcares livres predominantes estão a glicose, frutose e sacarose, com maior proporção de sacarose (Rogers et al., 1999).

As reservas de polissacarídeos podem estar presentes nas paredes das células dos cotilédones e dos endospermas, denominadas paredes de reserva (Buckeridge et al., 2000b). Como em muitas outras espécies, a fração de hemicelulose das paredes celulares do endosperma, consiste principalmente de mananas e de galactomananas, que são polissacarídeos depositados como fonte de reserva das sementes.

Segundo Buckeridge et al. (2000a), os polissacarídeos de reserva presentes na parede celular são classificados em três grupos distintos: os mananos, os xiloglucanos e os galactanos, sendo os mananos subdivididos em mananos puros, glucomananos e galactomananos. As substâncias de reserva presentes no tecido servirão como fontes nutritivas utilizadas para o desenvolvimento da plântula, sendo degradado durante a germinação (Bewley & Black, 1994).

Devido a grande importância que o aroma representa na qualidade e aceitação do café, seus constituintes voláteis têm sido objeto de muitas pesquisas, sendo que centenas de compostos funcionais já foram identificados, como aldeídos, cetonas, ésteres, mercaptanas, sulfetos, dissulfetos, tiofenos e tiazóis (Shimoda & Shibamoto, 1990).

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários envolvidos na adaptação de plantas às condições de estresse ambiental. Nos frutos de café,

existe um alto teor de compostos fenólicos, em particular o ácido clorogênico (Carvalho et al., 1989), que juntamente com os seus compostos relacionados são os principais componentes da fração fenólica, alcançando teores, em peso seco, de até 14 % (Farah & Donangelo, 2006).

Sob o ponto de vista químico, as inúmeras substâncias que constituem a semente do cafeeiro confere a esta uma complexidade significativa, e conseqüentemente, uma diversificação de expressões quanto ao comportamento fisiológico das sementes.

2.2 Qualidade e deterioração de sementes

A qualidade de sementes é o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que afetam a capacidade de originar plantas de alta produtividade. A determinação da qualidade fisiológica de sementes de café tem sido realizada, rotineiramente, pelo teste de germinação em virtude de sua reprodutibilidade e confiabilidade. No entanto, para café, esse teste tem demonstrado limitações, em razão das sementes apresentarem baixa longevidade, desuniformidade de germinação e requererem tempo relativamente longo para germinar, retardando o fornecimento dos resultados.

De acordo com Matthews & Powell (1986), o envelhecimento ou deterioração de sementes envolve uma sequência de eventos fisiológicos e bioquímicos, que levam a um progressivo declínio na qualidade de sementes, e finalmente, a perda da viabilidade. As sementes são consideradas não viáveis, quando, mesmo livre de dormência, não são capazes de germinar mesmo sob condições favoráveis de ambiente.

A viabilidade de sementes de café é avaliada principalmente pelos testes de germinação e tetrazólio, sendo que no primeiro é avaliada a germinação das sementes sob condições ideais, e o segundo, o potencial germinativo das sementes. Estes testes não refletem o desempenho das sementes no campo e por

isto torna-se necessário o uso de testes de vigor (Carvalho & Nakagawa, 1986). Sob o aspecto fisiológico, o monitoramento da deterioração das sementes por ocasião do armazenamento é realizado por meio de testes de germinação e vigor (Popinigis, 1985) e ainda, por observações e determinações de modificações bioquímicas ou metabólicas na respiração, na atividade enzimática e nas organelas do sistema de membranas (Bewley & Black, 1994).

Segundo Smith & Berjack (1995), o vigor e a viabilidade de sementes são afetados por fatores genéticos, climáticos, do ambiente de armazenamento (temperatura e umidade, principalmente), fatores intrínsecos (mudanças em macromoléculas e metabólitos essenciais, acumulação de substâncias tóxicas) e também fatores patogênicos.

Os mecanismos de deterioração das sementes podem manifestar-se basicamente por modificações bioquímicas e ou fisiológicas. A intensidade, bem como, a velocidade do processo de deterioração de sementes dependem de fatores genéticos e ambientais, estando relacionadas principalmente ao manejo pós-colheita das sementes. A dimensão das mudanças que ocorrem neste processo depende especialmente do período de tempo e das condições de armazenamento das sementes (Bingham et al., 1994).

A carência de informações em relação às causas da deterioração está associada em grande parte, ao elevado número de mudanças metabólicas e citológicas que acontecem durante este processo (Roberts, 1973).

A peroxidação de lipídios e perda da integridade das membranas celulares, os danos genéticos, as mudanças na respiração das sementes, as modificações na atividade enzimática e síntese de proteínas, o acúmulo de substâncias tóxicas, dentre outros, são alterações de natureza bioquímica.

Para Abdul-Baki & Anderson (1972), a deterioração das sementes pode ser considerada como toda e qualquer transformação degenerativa irreversível na sua qualidade fisiológica. A sequência hipotética do processo de

deterioração, a partir do ponto de maturidade fisiológica, envolve: degradação das membranas celulares, redução da atividade respiratória e biossintética, germinação mais lenta, redução do potencial de conservação, menor taxa de crescimento e desenvolvimento, menor uniformidade, maior sensibilidade às adversidades do ambiente, redução da emergência no campo, aumento da ocorrência de plântulas anormais e, finalmente, a perda do poder germinativo da semente (Delouche & Baskin, 1973).

As primeiras mudanças que afeta a qualidade das sementes tem sido atribuídas a vários processos bioquímicos, como a desnaturação de biomoléculas e a acumulação de substâncias tóxicas, em adição a queda da integridade de membranas (Basavarajappa et al., 1991). De acordo com Koostra & Harrington (1973), o processo de deterioração teria como alteração bioquímica inicial à desestruturação do sistema de membranas em nível celular, por meio da ação de radicais livres. Uma considerável variedade de oxidações enzimáticas e espontâneas podem ocorrer e gerar radicais livres, que podem causar a destruição de grandes polímeros, incluindo os lipídios de membranas.

O processo pelo qual os radicais se formam é consequência da oxidação de lipídios estruturais, principalmente os polinsaturados, razão pela qual esse processo é designado como “peroxidação de lipídios”. Assim, a peroxidação é um processo degradativo que ocorre quando o oxigênio molecular entra em contato com a molécula de triglicéide (Wilson Junior & McDonald Junior, 1986).

Os danos nas membranas podem ser resultantes da ocorrência de peroxidação de lipídios, mudanças na composição dos ácidos graxos, perdas dos fosfolipídios das membranas, mudanças ultraestruturais e consequente aumento na condutividade dos lixiviados (Coolbear, 1995). A consequência básica seria a desestruturação dos sistemas de membranas em nível celular,

tendo a peroxidação de lipídios como uma causa direta durante o armazenamento (Wilson Junior & McDonald Junior, 1986).

Deficiências na integridade de membranas podem ser manifestadas pela quebra da permeabilidade celular, resultando em um aumento da lixiviação de eletrólitos (Paula et al., 1994, citados por Paula et al., 1996). Alvarenga-Mantovani et al. (2001) relacionaram a liberação de exsudato pelas sementes de café (*Coffea arabica* L.) com a qualidade, sugerindo que este fato é uma boa indicação para avaliar a condição fisiológica das sementes.

Segundo Powell (1986), ocorre alterações bioquímicas nas membranas que resultam em um aumento de lixiviação de metabólitos já no início do processo de deterioração, quando as sementes ainda são viáveis. A quantidade de lixiviados é influenciada pela condição da semente na época de colheita, pela idade da semente e também pela incidência de danificações.

As sementes mais deterioradas ou danificadas liberam maiores quantidades de solutos citoplasmáticos para a solução de embebição, pois seu sistema de membranas encontra-se num estado mais desorganizado. Assim, os valores de condutividade elétrica são maiores, por causa da maior presença de íons condutores de eletricidade nessa solução. Woodstock (1973) destacou que a lixiviação de metabólitos das sementes está inversamente associada ao seu vigor, uma vez que reflete a perda da integridade das membranas, perda de constituintes essenciais da célula, além da possibilidade de favorecer a associação de microorganismos.

Amorin et al. (1977) e Amorin (1978), citam que a perda do poder germinativo em sementes de café é devido às alterações impostas à estrutura das membranas celulares, com conseqüente perda na permeabilidade seletiva, ocasionadas por exposição a temperaturas elevadas ou muito baixas, por variação na umidade do ar e por injúrias. Simon (1974) relata que permeabilidade seletiva das membranas varia de acordo com a fase da

vida da célula e com as condições ambientais em que for exposta; assim, tanto a senescência como a exposição a uma condição de estresse, tal como a desidratação, podem alterar a sua permeabilidade.

Os açúcares solúveis podem manter a integridade da estrutura das membranas e proteínas em condição de baixa umidade das sementes (Carpenter et al., 1987). Estes açúcares também previnem danos durante a secagem das sementes, pelo aumento dos íons como Na^+ , K^+ ou Cl^- , dentro do citoplasma (Coughlan & Heber, 1982). Açúcares solúveis, particularmente sacarose, rafinose e estaquiose, são considerados os maiores agentes vitrificantes nas sementes (Koster, 1991). Variações nos teores de açúcares promovem alteração do estado vítreo das sementes. A perda do estado vítreo da membrana ou a transformação para um estado menos viscoso pode estar relacionada com a perda da viabilidade e com o envelhecimento das sementes, portanto com todo um conjunto de transformações bioquímicas nos constituintes destas.

As sementes podem ser classificadas em dois grandes grupos: aquele cujo material de reserva são os lipídeos e o outro, que são os carboidratos. As proteínas de reserva podem existir em grandes quantidades tanto em sementes amiláceas (com alto teor de carboidratos), quanto em sementes oleaginosas (com alto teor de lipídeos).

Geralmente as sementes oleaginosas apresentam problemas durante o armazenamento e assim, baixa capacidade de conservação pois os óleos, que são mais instáveis que o amido podem fazer com que a semente se autodeteriore mais rapidamente (Kramer & Kozlowski, 1972).

O alto teor de óleos presente nessas sementes as torna mais susceptíveis à deterioração das membranas celulares, provocadas pela peroxidação dos lipídeos e conseqüente, formação de radicais livres, que por sua vez induzem à inativação progressiva de enzimas importantes durante a germinação,

desnaturação de outras proteínas, perda da integridade de moléculas de DNA e RNA, levando à perda de vigor e, em último caso, perda de viabilidade das sementes.

A presença dos óleos em grande quantidade faz com que as sementes sejam menos tolerantes à dessecação, porém, as sementes armazenadas com maior teor de água ficam mais sujeitas às infestações, principalmente, com fungos e insetos. Outro aspecto que demonstra a menor capacidade de conservação de sementes oleaginosas, é que muitas das sementes recalcitrantes possuem alto teor de óleos de reserva. Sementes recalcitrantes são aquelas que não podem ser armazenadas em umidade relativa do ar e temperaturas baixas, mas requerem ambientes ou embalagens que permitam uma UR por volta de 50% e temperaturas de aproximadamente 20°C (Dantas, 2006).

Alterações qualitativas e quantitativas em carboidratos, lipídios e proteínas, nos fornecem informações sobre mudanças metabólicas associadas à deterioração durante o armazenamento (Anderson, 1973). Diversos autores (Ray et al., 1990; Bernal-Lugo & Leopold, 1992; Locher & Bucheli, 1998; Perdomo & Burris, 1998) relatam alterações em carboidratos de reserva em sementes armazenadas de várias espécies cultivadas.

Modificações expressivas nas principais reservas ocorrem quando as sementes se deterioram. Uma das alterações associadas com a deterioração de sementes, em geral, e de sementes oleaginosas, em particular, é a sua acidificação (Abudul-Baki & Anderson, 1972). Em alguns estudos observou-se que esta acidificação é o resultado do aumento de ácidos graxos livres, de fosfatos ácidos e de aminoácidos, produzidos pela ação de lipases, fitases e proteases, respectivamente.

A perda de viabilidade é acompanhada por uma redução na capacidade de sintetizar proteínas, e dentre essas, as enzimas que desempenham um papel importante na evolução da deterioração das sementes. Uma vez reduzida a

síntese protéica, haverá redução das enzimas atuantes no processo germinativo, promovendo uma germinação mais lenta ou, até mesmo a inviabilidade das sementes.

Várias enzimas degradam as membranas celulares, gerando a perda de compartimentalização celular, podendo afetar a qualidade fisiológica das sementes (Wilson Junior & McDonald Junior, 1986). Deste modo, a avaliação das alterações na composição protéica lipídica e na atividade de enzimas específicas, especialmente aquelas envolvidas no processo de peroxidação de lipídios, e no sistema de membranas celulares podem ser uma ferramenta eficiente para o monitoramento da qualidade das sementes, principalmente durante o armazenamento.

A taxa respiratória diminui com a evolução do processo de deterioração culminando com a perda do poder germinativo. Portanto, a redução na qualidade das sementes pode ser monitorada também pela avaliação de enzimas específicas (Brandão Júnior, 1996), tais como: malato desidrogenase (MDH), glutamato desidrogenase (GDH) e a álcool desidrogenase (ADH), as quais participam da respiração das sementes, estando envolvidas no ciclo de Krebs e no movimento do malato através da membrana mitocondrial (Conn & Stumpf, 1980).

Alta atividade da enzima álcool desidrogenase foi verificada por Bock (1999) em sementes de soja, indicando aumento na respiração em função do acréscimo no grau de hidratação das sementes. A enzima álcool desidrogenase (ADH) atua no metabolismo anaeróbico de plantas removendo substâncias tóxicas às sementes, que são produzidas em condições anaeróbicas, reduzindo o acetaldeído a etanol (Vantoi et al., 1987). Sachs et al. (1980) relatam que esta enzima está incluída em um pequeno grupo de polipeptídeos que é sintetizado em resposta às condições anaeróbicas quando o ciclo de Krebs é bloqueado com conseqüente acúmulo de piruvato, cujo excesso é descarboxilado para

acetaldeído que vem a ser o substrato para a álcool desidrogenase.

A produção de acetaldeído pelas sementes durante o armazenamento pode ser um importante fator que acelera a deterioração (Zhang et al., 1994). Brandão Júnior et al. (1999) observaram correlação positiva entre a atividade da ADH e a viabilidade de sementes de milho.

A enzima malato desidrogenase (MDH), envolvida na respiração aeróbica com importante função no ciclo de Krebs, está presente em uma grande variedade de plantas catalizando a reação de conversão de malato a oxalacetato, além de participar do movimento de malato através da membrana mitocondrial e outros compartimentos celulares, geralmente de natureza constitutiva (Spinola et al., 2000). Esta enzima apresenta ainda outras importantes funções fisiológicas dentro das células, atuando na maioria das rotas bioquímicas e também como parte integrante do malato, que transfere equivalentes reduzidos sobre as membranas da mitocôndria, podendo participar da fixação de gás carbônico em plantas superiores (Scandalios, 1974; Taiz & Zeiger, 1991).

A catalase (CAT) é o sistema enzimático mais estudado em plantas superiores e, embora sua rota biológica permaneça desconhecida sua ação parece ser importante no consumo de oxigênio pelos organismos (Scandalios, 1974). Danos celulares causados pela peroxidação de lipídeos podem ser reduzidos ou prevenidos por sistemas antioxidativos que estão presentes nos tecidos das plantas. Estes sistemas protetores são enzimáticos ou não, sendo um dos mais eficientes mecanismos de desintoxicação, no qual o peróxido de hidrogênio é removido (Foyer et al., 1994). A catalase está envolvida na remoção de peróxido de hidrogênio (Smith, 1989) e a redução na sua atividade, provavelmente, resulta em decréscimo no nível de glutathione reduzido, reconhecido como um importante fator na prevenção de injúrias oxidativas.

Enzimas removedoras de radicais livres, como glutathione redutase, superóxido dismutase, catalase e peroxidase podem reduzir os produtos tóxicos resultantes do ataque de radicais livres, antes que os danos possam ocorrer (Nkang et al., 2000). Li & Sun (1999), investigando a sensibilidade à dessecação e atividade de enzimas removedoras de radicais livres em sementes de *Theobroma cacao*, também sensíveis à dessecação, encontraram altas correlações negativas entre a atividade de superóxido dismutase e a viabilidade das sementes.

Um grupo de genes que têm sido considerados como adaptativo à seca e que tem sido identificado em vários trabalhos, nos quais são analisados a resposta de plantas à falta de água, codifica as proteínas *Lea* "*late embryogenesis accumulated*." Nas sementes tolerantes, estas proteínas são tipicamente acumuladas durante as fases finais da embriogênese em resposta à secagem, à baixa temperatura, salinidade ou tratamento exógeno de ABA, e sua expressão cessa rapidamente após embebição (Blackman et al., 1991).

A maioria dos produtos dos genes *Lea* é predominantemente hidrofílica, básica na composição de aminoácidos, sem cisteína e triptofano e com localização no citoplasma (Dure, 1993). A função dessas proteínas ainda não está bem esclarecida, mas sua estabilidade, propriedades físicas e abundância em organismos que toleram a desidratação sugerem um importante papel em tolerância à dessecação (Blackman et al., 1991). Também tem sido relatado como prováveis funções dos genes *Lea*, aquelas relacionadas com sequestro de íons, proteção de membranas e retenção de água (Bray, 1993; Dure, 1993; Zhu et al., 1997). Possivelmente, esse grupo diverso de proteínas serve a mais de uma simples função (Zhu et al., 1997). Entretanto, a extrema hidrofília apresentada por quase todas as proteínas *Lea* e sua expressão abundante durante a maturação e o estresse de dessecação celular (Dure, 1993), certamente implica na função de proteção das estruturas celulares.

Guimarães (2000), trabalhando com o condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro, concluiu que a atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase podem ser considerados como marcadores relacionados à determinação do grau de estruturação de membranas e qualidade fisiológica da semente de café.

A polifenoloxidase é uma enzima intracelular e encontra-se localizada, principalmente, na membrana dos cloroplastos, participando dos processos de respiração, resistência à infecção e na biossíntese de certos constituintes vegetais como os flavonóides e quinonas (Eskin, 1990). Injúrias físicas ou fisiológicas desencadeiam mecanismos enzimáticos e uma provável ocorrência de alterações nos constituintes da parede celular.

A ativação da polifenoloxidase ocorre durante a infecção ou injúrias mecânicas, resultando em formação de quinonas e, conseqüentemente, de polímeros insolúveis que proporcionam uma barreira prevenindo contra a expansão de infecções nas plantas.

A peroxidase é uma enzima removedora de peróxido e a redução de atividade faz com que as sementes fiquem mais sensíveis aos efeitos de O_2 e radicais livres sobre ácidos graxos insaturados de membrana, provocando a degeneração das membranas e, assim, comprometendo o vigor (Brandão Júnior, 1996).

A respiração envolve o ciclo da glicólise, rota oxidativa das pentoses monofosfatadas, ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa, ocorrendo a contribuição de muitas enzimas na regulação de cada rota (Betty & Finch-Savage, 1996). Para Murray (1984), o efeito negativo da deterioração de sementes sobre a taxa respiratória induz a um atraso na degradação de reservas, durante a germinação. Além disto, uma série de alterações ocorre no metabolismo das sementes, tais como: aumento na atividade de enzimas como RNAses (Grilli et al., 1995; Kalpana & Mandhava Rao, 1997), lipoxigenase

(Kalpana & Mandhava Rao, 1993), isoesterases (Aung & McDonald, 1995), proteases (Basavarajappa et al., 1991) e redução em outras como peroxidase, superóxido dismutase, catalase e glutamato redutase (Bailly et al., 2000).

Transformações bioquímicas indesejáveis, que ocorrem nas sementes após a colheita e durante o armazenamento podem originar sementes de café com menor qualidade, proporcionando a ocorrência de diversas reações enzimáticas e produção de compostos que contribuem para a baixa conservação da qualidade das sementes.

O conhecimento, ainda incipiente, a respeito das principais transformações degenerativas ocorridas durante a conservação das sementes de café, deverá nortear pesquisas que identifiquem parâmetros relacionados ao início da deterioração das sementes.

Portanto, considerando que a perda da capacidade germinativa é uma das últimas manifestações da deterioração, deve-se também considerar que a identificação de eventos anteriores, que permitam detectar o início deste processo seja um procedimento importante no monitoramento da qualidade fisiológica das sementes.

2.3 Germinação das sementes de café (*Coffea arabica* L.)

A germinação é definida como a retomada do crescimento e desenvolvimento do embrião da semente, após um período de quiescência, que se inicia com a absorção de água. Em nível fisiobioquímico, as seguintes fases poderiam ser descritas: reidratação, aumento da respiração, síntese e/ou ativação de enzimas, digestão enzimática de reservas, mobilização e transporte de reservas, assimilação metabólica e crescimento e diferenciação dos tecidos (Popinigis, 1985).

De acordo com Bewley & Black (1994), a absorção da água pelas sementes é a primeira etapa na sequência de eventos, seguida de ativação

enzimática, quebra, translocação do material de reserva, e finalmente, a retomada do crescimento do eixo embrionário, que resulta na emergência da raiz primária, significando o final do processo germinativo. Estes mesmos autores propuseram em 1994 um padrão trifásico de absorção de água, que tem revelado uma relação satisfatória, em grande parte, para com os resultados dos estudos sobre curva de embebição de sementes de diferentes espécies.

A primeira fase ocorre tanto em sementes vivas quanto mortas e se caracteriza pela rápida absorção de água, devido a presença de uma grande diferença de potencial mátrico entre a água e os tecidos secos das sementes, ocorrendo também a retomada de crescimento do embrião, provavelmente, devido a rápida degradação de reservas.

Na segunda fase a absorção de água é quase nula, praticamente inexistindo diferenças entre os potenciais hídricos de semente e substrato. Neste momento, ocorre transporte ativo de substâncias em direção ao tecido meristemático e a umidade chega a valores entre 25 a 30% nas sementes endospermáticas e entre 35 a 40% nas cotiledonares. O final desta fase se caracteriza pelo acréscimo repentino de água, podendo as sementes atingir 40 e 60% de umidade, respectivamente, para as endospermáticas e cotiledonares.

A terceira fase se refere ao crescimento do eixo embrionário, na qual ocorre a reorganização de substâncias desdobradas em compostos de maior complexidade e aumento na atividade bioquímica, que culmina com a protrusão da radícula.

A lenta germinação de sementes de café (*Coffea arabica L.*) permanece não esclarecida, embora seja evidenciada em estudos sobre aspectos fisiológicos desta espécie. Tem sido sugerido como prováveis causas, a presença do endocarpo, a baixa absorção de água e O₂, a presença de inibidores naturais, ou ainda o balanço hormonal.

Segundo Baumann & Gabriel (1984), a faixa de temperatura ótima para germinação de sementes de cafeeiro está compreendida no intervalo de 25-35°C, temperaturas acima de 35°C são prejudiciais e impedem a germinação. Para o teste de germinação realizado em laboratório recomenda-se uma temperatura constante de 30°C (Brasil, 1992).

A temperatura tem influência sobre o processo de germinação, tanto na porcentagem quanto na velocidade, já que atua diretamente na velocidade de absorção de água e também por afetar as reações bioquímicas que determinam o processo (Gulliver & Heydecker, 1973). Weikert & Fraga (1994), estudando diferentes tipos de substratos e temperaturas para realização do teste padrão de germinação em sementes de café, concluíram que a temperatura de 30°C foi a mais eficiente em promover a germinação das sementes.

Pereira et al. (2002) concluíram que o espermoderma pode contribuir para a lenta germinação da semente de café (*Coffea arabica* L.), possivelmente devido à presença de cafeína. Rosa et al. (2003) estudaram o efeito de cafeína exógena sobre a germinação e desenvolvimento de embriões das sementes de café e observaram que a germinação e o desenvolvimento de embriões de *Coffea arabica* L. e de *Coffea canephora* Pierre foram afetados, sendo este efeito mais drástico nas radículas do que nos cotilédones, com menor sensibilidade da espécie *Coffea Canephora* Pierre aos efeitos inibidores da cafeína exógena.

Valio (1976) relaciona a germinação de sementes de café, com variações dos teores de substâncias semelhantes aos ácidos abscísicos, giberélico e citocininas. Silva & Hihorst (2003), estudando as sequências de eventos que ocorrem durante a germinação de sementes de café (*Coffea arabica* L. c.v. Rubi) relataram que a germinação é controlada no tempo e no espaço e que a presença de giberelinas (GA₅), pode afetar o comportamento.

Os efeitos de diferentes tempos de embebição em água e em diferentes concentrações de giberelina (GA₃) a diferentes concentrações sobre o aumento

na velocidade de germinação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) foram constatados por Reis et al. (2005). Segundo Silva (2002), a giberelina exógena (GA₄₊₇) inibiu a germinação de sementes de café (*Coffea arabica* L. c.v. Rubi), embora tenha sido observado que a protrusão da radícula dependeu da síntese de GA_S endógenas, que foram necessárias para promover a alongação da radícula. Rezende et al. (2005), avaliaram o efeito do pactobutrazol, um bloqueador de giberelina, na germinação de sementes de cafeeiro, cultivar rubi, submetidas na presença e ausência de luz. Os autores verificaram maiores índices de velocidade de germinação e T₅₀ na ausência de luz, independente das doses do bloqueador de giberelina.

Apesar de ser de extrema importância para a proteção da semente contra microrganismos e danos físicos, o endocarpo ou “pergaminho” representa um entrave aos processos de germinação da semente, emergência e crescimento de plântulas. Existem marcantes evidências de que sua presença exerce influência na germinação, assim, Franco (1970) observou que em meio asséptico, as sementes com “pergaminho” não germinavam, enquanto outras, desprovidas de “pergaminho” germinaram normalmente.

Lima (1999) verificou que as sementes com endocarpo demoraram mais para atingir a fase II, o que pode ser atribuído ao efeito do endocarpo no atraso da germinação de sementes de café, e isso pode estar relacionado, dentre outros fatores, a um impedimento à entrada de água durante as etapas iniciais da germinação.

Inúmeras substâncias podem estar presentes no pergaminho e influenciar a germinação de sementes (Vieira et al., 1991; Carvalho, 1997). Huxley (1965) observou que o pergaminho parece não constituir um limitante mecânico ao crescimento do embrião, porém restringe a passagem de oxigênio para os tecidos internos da semente. Velazco & Gutierrez (1974), citados por Rena & Maestri (1986), descrevem que os efeitos de impedimento de difusão de

gases e a expansão em volume exercidos pelo endosperma podem ser classificados como secundários quando comparados ao efeito de algum tipo de inibidor presente, uma vez que fragmentos de endocarpo misturados com sementes exercem efeito inibidor sobre a germinação.

Martins Filho et al. (2005), avaliaram a influência de diferentes maneiras de remoção do pergaminho sobre a emergência de plântulas de cafeeiro e concluíram que a retirada do pergaminho de forma manual favoreceu a germinação e o vigor das mudas, aumentando a germinação, a altura das plantas e o diâmetro do caule. Guimarães (1995), concluiu que para acelerar o processo germinativo, as sementes devem ter o endocarpo retirado, confirmando os resultados obtidos por Franco (1970). Rena & Maestri (1986), também afirmaram que a presença do endocarpo nas sementes, especialmente sob baixas temperaturas, retarda a germinação, sendo que com a remoção do endocarpo e à temperatura de 32°C, sementes de café maduras germinam em apenas 15 dias.

A remoção do endocarpo é eficaz no aumento da velocidade de germinação das sementes de café, contudo é de difícil emprego por ser onerosa e pouco prática. Sá et al. (2004) observaram que quando as sementes de café são submetidas ao condicionamento fisiológico, a ausência do pergaminho contribui de maneira positiva no conteúdo de água e germinação das sementes, bem como, na emergência de plântulas, mas não no vigor.

Araújo et al. (2005) estudaram o efeito do hipoclorito de sódio na remoção do pergaminho e na germinação das sementes de café (*Coffea arabica* L.) e concluíram que o uso de hipoclorito de sódio a 5% por 6 horas constitui alternativa eficiente para retirada do pergaminho, sem causar prejuízo à germinação das sementes, confirmando resultados anteriormente obtidos por Meireles (2004), podendo ser de grande utilidade na realização do teste de germinação em laboratório.

2.4 Reidratação de sementes

Segundo Carvalho & Nakagawa (1988), a embebição é um processo físico ligado às propriedades das substâncias coloidais verificando-se, portanto, quer em sementes vivas ou mortas.

A água desempenha papel fundamental, em conjunto com outras moléculas, na organização funcional do sistema de membranas celulares e sua ausência, em determinados níveis, pode levar a modificações estruturais reversíveis ou irreversíveis.

A secagem causa alterações nas propriedades físicas dos fosfolídeos da membrana, por exemplo, alterações na temperatura de transição de fases dos lípidos (T_m), que é definida como a temperatura na qual os lípidos passam da fase gel lamelar para a fase lamelar líquido-cristalina. Com a retirada de água das sementes, ocorre a peroxidação de lípidos, formando o O_2 ativado que promove o desvio de elétrons e posterior surgimento de radicais livres, responsáveis pela de-esterificação dos lípidos.

Há evidências de que as membranas celulares são particularmente vulneráveis à desidratação e constituem os sítios primários das injúrias celulares (LePrince et al., 1990). A desidratação pode causar alterações irreversíveis nas propriedades físicas da camada dupla de fosfolípidios e favorecer o acúmulo de vários produtos resultantes da peroxidação de lípidos, com danos evidentes à estrutura das membranas, conseqüentemente, perda da capacidade de conduzir à síntese de DNA, de RNA, de enzimas e de proteínas durante a reidratação.

Segundo Guimarães (1999), as sementes dispõem de alguns mecanismos de proteção capazes de manter os sistemas de membrana das células, as estruturas das macromoléculas e as substâncias de reserva em condições de readquirir suas funções fisiológicas, quando as mesmas são reembebidadas.

Quando as sementes são submetidas à embebição em água, lixiviam maior ou menor quantidade de íons H^+ dependendo do seu estágio de deterioração, sendo que as mais deterioradas apresentam maior lixiviação desses íons (Amaral & Peske, 1984). Durante a fase inicial do processo de germinação das sementes, ocorre o reparo metabólico dos componentes celulares e do plasma citoplasmático. As membranas se reorganizam, restabelecendo a permeabilidade seletiva o que evita a exsudação excessiva de eletrólitos (Simon & Raja-Harun, 1972; Adbul-Baki, 1980).

Para Vertucci (1989), a eficiência de reorganização dos constituintes celulares depende da velocidade de hidratação. Em condições de baixa disponibilidade hídrica, a absorção de água se torna lenta e desta forma, as sementes liberam exsudatos e permanecem expostas ao ataque de microrganismos durante maior período de tempo. Por outro lado, quando as sementes absorvem água rapidamente podem ocorrer danos às membranas em reorganização (Hobbs & Obendorf, 1972).

A hidratação lenta das sementes permite um maior tempo para a reparação ou reorganização das membranas, possibilitando que os tecidos se desenvolvam de maneira mais ordenada, reduzindo os riscos da ocorrência de danos ao eixo embrionário, causados pela rápida absorção de água (Santos & Menezes, 2000).

A velocidade de absorção de água pela semente varia com a espécie, permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água, temperatura, pressão hidrostática, área de contato semente/água, forças intermoleculares, composição química e condição fisiológica da semente (Popinigis, 1985).

Burch & Delouche (1959), constataram diferentes velocidades de embebição, quando compararam a absorção de água de sementes de diferentes espécies em temperatura de 20 °C. Já Manohar & Heydecker (1964), trabalhando com ervilha observaram a importância da área de contato semente/água, onde os

autores afirmam que outros fatores sendo constantes, a velocidade de embebição é proporcional à superfície de contato entre a semente e a água.

A temperatura na qual a semente embebe exerce efeito considerável sobre a taxa de absorção de água pelas sementes, sendo, proporcional ao aumento desta, até certo limite, porém, o volume total absorvido é maior nas temperaturas mais baixas (Carvalho & Nakagawa, 1988). A água aquecida ganha energia resultando num aumento de sua pressão de difusão.

A embebição se processa mais rapidamente em altas temperaturas, devido a menor viscosidade da água, e sua maior energia cinética nesta condição (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1975) e provavelmente pelo aumento da fluidez da membrana citoplasmática, o que facilita sua passagem (Holtzman & Novikoff, 1985). As atividades metabólicas também são aumentadas pelo aumento da temperatura e propiciam rápida utilização da água no interior da semente, que resulta num decréscimo da pressão de difusão interna da semente e que ocasionam um aumento na velocidade de embebição (Popingis, 1985).

A absorção de água se faz de maneira diferenciada pelos diferentes tecidos da semente, tanto em espécies cuja reserva se caracteriza pela presença do endosperma, quanto em espécies cujo material de reserva são cotiledonares.

O tegumento (casca) absorve pouca água funcionando em um primeiro momento, como uma válvula reguladora da quantidade de água absorvida, expandindo-se bem menos que os tecidos internos, a fim de ser rompida e facilita a difusão de oxigênio. O tecido de reserva vem após a casca, em volume de água absorvido, e absorve água até certo ponto, funcionando daí por diante como um reservatório. O tecido meristemático, justamente por crescer, é o que absorve as maiores quantidades de água (Carvalho & Nakagawa, 1988).

A camada parênquimática do tegumento é permeável à entrada, condução e distribuição de água ao redor da semente durante os primeiros estágios de embebição. Assim, após a passagem de água pela camada paliçádica,

ocorre a sua condução pelas células parênquimáticas do tegumento que, devido à expansão celular, causam o rompimento do mesmo, permitindo maior entrada de água e a germinação. Desta forma, o tegumento pode ser considerado como um tecido bifuncional, tendo papel na retenção de água, através da camada paliádica, e aceleração de embebição, pela da camada parênquimática (Santos, 2002).

No café, os galactomananos além de serem polissacarídeos de reserva utilizados para o crescimento da plântula, exercem um papel importante no controle de embebição de água no início da germinação, pois, por serem solúveis em água, formam dispersões viscosas e estáveis, absorvendo, proporcionalmente, grande quantidade de água e a distribuindo ao redor do embrião (Buckeridge et al., 2000a). Segundo Reid & Bewley (1979), o endosperma embebido protege o embrião contra perda de água através de um efeito conhecido como “tampão de água”, durante períodos de seca após embebição, protegendo-o contra estresse hídrico.

2.5 Condicionamento fisiológico de sementes de café (*Coffea arabica* L.)

A utilização de sementes que germinem mais rápido, mesmo em condições ambientais adversas e que proporcionem homogeneidade de estande, favorecendo assim o desenvolvimento satisfatório das plantas.

Algumas técnicas de tratamentos pré-germinativos têm sido estudadas e desenvolvidas com objetivo de manter a qualidade fisiológica de sementes de café. Kikuti et al. (2002) verificaram que o uso de soluções contendo antioxidantes na degomagem de sementes do cafeeiro não influencia a sua qualidade fisiológica. Observou-se ainda, que a imersão de sementes de cafeeiro em solução de ácido ascórbico e EDTA após a secagem contribui para melhorar o desempenho destas logo após a colheita. No entanto, a aplicação de solução de limão prejudicam os sistemas de membranas celulares das sementes. O interesse

em incrementar os índices de germinação, bem como melhorar o estande de plântulas no campo e a produção, baseia-se nos princípios do controle das reações fisiológicas destes eventos (Bradford, 1995).

Os trabalhos nessa linha são relativamente antigos, pois Kidd & West (1919), citados por Hegarty (1978) relataram que as sementes pré-umedecidas germinavam mais rapidamente que as não submetidas ao tratamento. Também, desde a década de 1930 pesquisadores soviéticos conduziam estudos com o objetivo de produzir plantas com maior resistência à seca, com submissão das sementes a ciclos sucessivos de umedecimento/secagem antes da sementeira (Bewley & Black, 1985).

A técnica de condicionamento fisiológico de sementes apresenta entre outros objetivos a possibilidade de uma germinação mais rápida, tanto em condições de baixas como de altas temperaturas, além de um maior sincronismo da germinação resultando em estandes mais uniformes (Heydecker et al., 1975).

O princípio básico desta técnica consiste em fazer com que as sementes passem pelas fases I e II de embebição, que são preparatórias para germinação sem, no entanto, atingir a fase III que é caracterizada pelo alongamento celular e emergência da radícula (Heydecker et al., 1975). Por isso, o conhecimento da curva de embebição é indispensável quando se deseja desenvolver essa técnica de pré-germinação.

Camargo (1998), ao estudar a curva de embebição em sementes de cafeeiro, observou o padrão trifásico para as sementes vivas sem endocarpo, em que a fase I é completada próximo à 6 dias de embebição e a fase III é atingida somente aos 9,5 dias após o início deste processo, com a emissão da radícula quando as sementes apresentaram graus de umidade médio em torno de 55%. Segundo Silva (2002), aos 15 dias de embebição ocorre a protrusão da radícula em sementes de café, completando a primeira fase nos cinco primeiros dias. No entanto, Lima (1999) constatou que, nas sementes de café embebidas em água, a

fase I se completou com aproximadamente dois e quatro dias, nas sementes sem e com com endocarpo, respectivamente, atingindo um grau de umidade superior a 45%.

O condicionamento fisiológico, portanto, consiste da hidratação controlada das sementes, suficiente para promover atividades pré-metabólicas, sem, contudo permitir a emissão da radícula (Heydecker et al., 1973).

A técnica de condicionamento em matriz sólida envolve o uso de um meio sólido e água. Aplica-se a metodologia em que as sementes são incubadas num meio suporte, apresentando características como: boa capacidade de retenção de água, baixo potencial mátrico, insolubilidade em água, estabilidade física durante o tratamento, inércia química, ausência de toxidez e fácil separação ou remoção das sementes após o tratamento. Neste caso, o controle da velocidade de embebição das sementes ocorre por meio de forças matriciais exercidas pelas sementes secas e pela matriz utilizada, estabelecendo potenciais hídricos que permitam a ocorrência dos processos fisiológicos iniciais (fases I e II da germinação), sem atingir umidade suficiente para que ocorra o alongamento celular e, conseqüentemente, a emergência da radícula (fase III da germinação).

A hidratação lenta das sementes permite um maior tempo para a reparação ou reorganização das membranas, o que possibilita que os tecidos se desenvolvam de maneira mais ordenada (Santos & Menezes, 2000).

A reparação do vigor das sementes durante o condicionamento é um evento hipotético suportado por alguns pesquisadores e questionado por outros. Além da reorganização espontânea da membrana plasmática, a reparação inclui outros processos metabólicos (Tilden & West, 1985). Nas fases iniciais há restauração da integridade das membranas perdida durante secagem, traduzindo-se na redução da lixiviação de substâncias. Além disso, há um aumento na

disponibilidade de metabólitos quando a semente é colocada para germinar novamente, pois as fases I e II já foram concluídas.

Essencialmente, todos os processos associados com a germinação, ocorrem durante o condicionamento: síntese e reparo de ácidos nucleicos reparo de membranas, aumento no número de mitocôndrias e consequentemente, aumento na respiração. De acordo com Osburn & Schroth (1988), os efeitos do condicionamento podem também ser indiretos, visto que podem reduzir o tombamento de plântulas causado por fungos de solo, e também por diminuir a quantidade de nutrientes lixiviados das sementes durante embebição.

O condicionamento fisiológico permite um acúmulo de solutos (açúcares, ácidos orgânicos e íons) provenientes do início do metabolismo da semente, resultando em maior turgor na reidratação e promovendo a protrusão da raiz primária em menor espaço de tempo (Bradford, 1986). Durante o condicionamento ocorre indução de síntese de enzimas “scavengers” (removedoras de radicais livres) (Bailly et al., 2000).

Recentemente muitos benefícios desta técnica têm sido destacados em diversas culturas. Braz & Rossetto (2008) concluíram que o condicionamento fisiológico favoreceu a germinação e o vigor das sementes de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em embalagens de polietileno e câmara seca, durante nove meses.

Em alface, ocorre maior velocidade de germinação e comprimento de plântulas (Menezes et al., 2006) e superação de termodormência e termoinibição por temperatura alta devido a ação antecipada da enzima endo- β -mananase, que degrada as reservas da semente (Nascimento et al., 2001). Aumento no vigor de sementes de soja (Silva et al., 2006) e cenoura (Balbinot & Lopes, 2006). Melhoria na velocidade de emergência e estabelecimento das plântulas de sorgo (Carvalho et al., 2000). Lima & Nascimento (2002), condicionaram sementes de berinjela para melhorar a germinação em baixa temperatura (15°C) e obtiveram

aumento da germinação de 22% (sementes não condicionadas) para 90,5% (sementes condicionadas por 48 horas em solução de KNO_3 0,35M).

O efeito de microrganismos causadores de damping-off é minimizado com o uso de sementes condicionadas (Taylor et al., 1985; Osbourn & Schroth, 1989), isto porque a germinação é mais rápida e a semente permanece no solo por um período curto de tempo, insuficiente para que ocorra a infecção pelos fungos.

Vários fatores podem afetar os resultados do condicionamento fisiológico de sementes, entre os quais, a temperatura, a luz, o suprimento de oxigênio, a atividade de microrganismos a qualidade inicial do lote de sementes e a secagem após o tratamento.

A temperatura utilizada geralmente é em torno de 15 a 25°C, sendo a luz essencial para as sementes fotoblásticas positivas. Para a grande maioria das espécies, a aeração é importante, pois um adequado suprimento de oxigênio é indispensável para o processo de germinação (Nascimento, 1998).

Observa-se melhor desempenho das sementes quando condicionadas em temperaturas sub ou superótimas para várias espécies como alface (Guedes & Cantliffe, 1980), tomate (Ali et al., 1990), berinjela (Lima & Nascimento, 2002). Tonin et al. (2005) concluíram que o condicionamento osmótico foi mais eficiente à 10°C, do que a 27°C em sementes de amendoim do campo (*Pterogyne nitens* TULL.). As temperaturas mais baixas provocam aumento do período em que as sementes liberam exsudatos durante a hidratação. Isso pode ocorrer devido ao atraso ou falha na reorganização dos fosfolipídeos das membranas, mantendo-se no estado de gel, o que determina acréscimo de danos durante a embebição (Heydecker et al., 1973).

O melhor período de tempo de duração do tratamento é aquele que inibe a germinação por um período que garanta o efeito máximo do condicionamento fisiológico. Períodos longos, maiores que o necessário, ultrapassa o ideal e pode

haver protrusão radicular ou perda da viabilidade, além de lixiviação de compostos com o retardamento da germinação e crescimento. Por outro lado, em períodos curtos, o efeito do tratamento pode não acontecer.

Sguarezi et al. (2001b), ao trabalhar com processos de umidificação de sementes de café (*coffea arabica* L. c.v. IAPAR 59) com objetivo de avaliar a sua influência na qualidade fisiológica, concluíram que este é um tratamento pré-germinativo eficiente, sendo mais adequado o tempo de umidificação de 34 a 55 horas e temperatura de 25°C.

Lima (2001) concluiu que o condicionamento em água a 25°C por 12 dias foi o mais eficiente para incrementar a germinação e o vigor das sementes de cafeeiro em condições de estresse, ao passo que, a temperatura de 35°C prejudicou o desempenho das sementes. Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2004).

Motta (2001), ao trabalhar com sementes de café (*Coffea arabica* L.) com baixo poder germinativo e submetidas a períodos de hidratação variáveis de 0 a 25 dias em papel umedecido a 25°C, concluiu que nos tratamentos com período de hidratação superior a 5 dias houve aumento na porcentagem de germinação e na emergência de plântulas, com recuperação na viabilidade das sementes a partir do segundo dia de hidratação, detectado pelo teste de tetrazólio.

As condições estabelecidas durante o tratamento contribuem para a proliferação de microrganismos e a adição de fungicidas em certos casos pode ser necessária (Nascimento, 1998). Durante a fase inicial de embebição ocorre perda de solutos das sementes, e esses lixiviados podem estimular a atividade microbiana, geralmente saprófitas. Somado a isto, durante a embebição e lavagem das sementes após tratamento, o fungicida pode ser lavado das sementes, diminuindo sua eficiência, podendo aumentar a proporção de plântulas anormais, por contaminação.

Em sementes de cebola, Nunes et al. (2000) concluíram que as condições no decorrer do condicionamento das sementes propiciaram o desenvolvimento de fungos, embora tenha havido maior porcentagem e velocidade de emergência das plântulas nas sementes que foram condicionadas, independentemente da presença ou não do tratamento fungicida. Deve-se também considerar o possível efeito fitotóxico do fungicida sobre as sementes durante as condições do tratamento, pois estas podem apresentar diferenças acentuadas daquelas que normalmente os produtos fungicidas são utilizados.

O estado de deterioração das sementes pode influenciar na qualidade do tratamento. Em vários trabalhos tem sido observado melhor germinação de sementes com baixo vigor em relação às de alto vigor, no entanto existem controvérsias com relação aos resultados (Nascimento, 1998). Parera & Cantliffe (1994) sugerem que as sementes devam apresentar alto vigor para que se obtenha um bom resultado. Como exemplo, pode-se citar o trabalho de Costa & Villela (2006), que obtiveram melhores resultados no condicionamento de sementes de beterraba em lotes com alta e média qualidade fisiológica.

Entretanto, a pesquisa também tem demonstrado que sementes de baixo vigor têm apresentado melhorias no desempenho no campo, depois de submetidas ao condicionamento. Segundo Eira (1988), sementes mais vigorosas mostram-se menos sensíveis ao condicionamento, enquanto que, sementes de médio vigor manifestam resposta de maneira mais evidente. José et al. (1999) obtiveram melhoria no desempenho de lotes de sementes de pimentão de baixa qualidade inicial após o condicionamento fisiológico.

Dias et al. (2001) e Pertel et al. (2001), avaliaram por 2 a 4 dias, os efeitos do condicionamento fisiológico em água na germinação e no vigor das sementes de café (*Coffea arabica* L.) e ambos concluíram que os efeitos variaram conforme a qualidade inicial dos lotes, não sendo efetivo em lotes de

baixo e alto vigor, porém promoveu melhoria da qualidade das sementes em lotes de médio vigor.

Camargo (1998), observou ganhos significativos, principalmente para os métodos de imersão em água e em solução de PEG em sementes de café com baixa qualidade fisiológica. O autor verificou melhores índices de germinação, em ordem decrescente com a imersão direta das sementes em água destilada por nove, seis e três dias, muito embora, pelo teste de Duncan, as médias tenham sido iguais entre si, revelando apenas a tendência de superioridade com o aumento do tempo de imersão. Foi observado ainda que os métodos testados são menos efetivos para as sementes de boa qualidade fisiológica, embora os ganhos obtidos em função dos tratamentos tenham sido verificados mais no vigor do que na a viabilidade. Nesse trabalho, a imersão das sementes em água destacou-se como o método mais promissor.

Lima (1999) observou que a embebição por 34 horas mostrou-se eficaz em aumentar a germinação e o vigor das sementes de café, com acréscimo de cerca de 40% na sua germinação quando armazenadas por 90 dias. Segundo Guimarães (2000), o condicionamento de sementes de cafeeiro em água por 8 dias à 30°C, aumenta a taxa e a velocidade de germinação, com maiores incrementos na qualidade fisiológica das sementes, quando realizado sobre papel. Souza et al. (2003) concluíram que o condicionamento fisiológico em água mostrou-se eficaz ao revigoramento de sementes de café (*Coffea arabica* L.), principalmente a 25°C por 12 dias. Todavia, Sguarezi et al. (2001a), em trabalho realizado com sementes de café (*Coffea arabica* L. c.v. IAPAR 59) concluíram que o condicionamento osmótico com PEG 6000 não foi eficiente em melhorar a germinação e o vigor das sementes de café, e que a embebição das sementes foi progressivamente reduzida com o aumento das concentrações de PEG 6000 na solução osmótica. As altas concentrações de sais é um tipo de estresse ao qual as sementes podem ser expostas durante o processo de germinação, tanto pelo

efeito osmótico produzido, como pelo efeito dos íons (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989).

No geral, sementes de baixo vigor necessitam de tratamento mais drástico e o efeito mais visível é no aumento da porcentagem final de germinação. Ao passo que, sementes de alto vigor, o tratamento é menos drástico e o efeito mais visível é na velocidade de germinação. Todavia, quanto mais drástico o tratamento, maior é o consumo de energia pela semente e menor o período de armazenamento.

Nascimento (2002) detectou perda na armazenabilidade de sementes de melão osmocondicionadas, quando estas apresentaram uma porcentagem de germinação de 30% em 24 meses de armazenamento contra 78% nas sementes não submetidas ao condicionamento. Entretanto, Posse et al. (2004) verificaram que sementes de pimentão hidratadas por 72 horas não toleraram armazenamento, no entanto quando foram osmocondicionadas em PEG, mantiveram a viabilidade por até quatro meses de armazenamento.

A secagem das sementes também é um fator importante para o sucesso do condicionamento fisiológico, desde que o máximo de cuidados sejam tomados a fim de se evitar injúrias. Aroucha et al. (2006) observaram que a desidratação de sementes de mamão reduziu o efeito benéfico promovido pela hidratação e condicionamento osmótico. Após o tratamento, as sementes podem passar por um processo de secagem superficial ao ar ambiente, ou secagem artificial em estufa, permitindo atingir uma umidade em torno de 13% (Taylor et al., 1998), porém, esta deve ocorrer de forma mais lenta em temperaturas mais baixas que o normal (Nascimento, 1998).

2.6 Umidade de armazenamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.)

O objetivo básico do armazenamento de sementes é manter o nível de qualidade das mesmas até o seu plantio, garantindo, assim, um estande ideal e o potencial de produção da cultura em condições de campo.

De acordo com Dantas (2006), a capacidade de conservação das sementes de uma espécie ou cultivar depende dos fatores que definem a qualidade inicial das sementes a serem armazenadas e as condições ambientais de armazenagem, uma vez que, devido as suas propriedades higroscópicas, a água dentro das sementes está sempre em equilíbrio com a umidade relativa do ar. Alto grau de umidade nas sementes, combinado com altas temperaturas, acelera os processos naturais de degeneração dos sistemas biológicos, de maneira que, sob estas condições, as sementes perdem seu vigor rapidamente e algum tempo depois sua capacidade de germinação.

O embrião é a parte essencial da semente e, no armazenamento, a maior preocupação é mantê-lo vivo e pronto para retornar ao crescimento. Toda e qualquer semente armazenada sofre deterioração que pode ser mais rápida ou mais lenta, dependendo das características ambientais e das características das próprias sementes. Geralmente a redução da luminosidade, da temperatura e da umidade, tanto das sementes quanto do ambiente, faz com que seu metabolismo seja reduzido e que os microrganismos que as deterioram fiquem fora de ação, proporcionando maior longevidade às sementes (Vieira et al., 2001).

O ambiente de armazenamento ideal para qualquer tipo de semente é aquele em que a umidade relativa e a temperatura podem ser finamente controladas, além de ser estéril, ou seja, completamente livre de microrganismos, insetos e roedores.

A umidade relativa influencia na qualidade fisiológica de duas maneiras: o conteúdo de umidade da semente é função da umidade relativa do ambiente; e a infestação por fungos e insetos é fortemente influenciada pela umidade relativa

do microambiente das sementes (Delouche et al., 1973). No armazenamento, a conservação depende do grau de umidade das sementes e das condições do ambiente, sendo em geral, favorecida pela redução da atividade metabólica das sementes, que neste caso é consequência da redução do grau de umidade das sementes, da temperatura de armazenamento, da manutenção de baixa umidade relativa no ambiente e da concentração de oxigênio (Roberts, 1972).

O grau de umidade mais adequado à conservação das sementes do cafeeiro ainda não foi devidamente definido em virtude das divergências entre os resultados obtidos nas pesquisas (Gentil, 2001). Até o momento, entretanto, pode-se concluir que, provavelmente, a qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento seja mais afetada pelo grau de umidade do que pelos métodos de secagem a que foram submetidas (Vasconcelos et al., 1992). No entanto, o comportamento de sementes de café durante o armazenamento tem se apresentado de maneira bastante singular, principalmente ao que se refere a seus níveis de umidade, à temperatura de armazenagem e ao acondicionamento das sementes, considerando também, os efeitos das interações desses fatores.

Durante o armazenamento, é importante prevenir a perda excessiva de água da semente, respiração ou atividades bioquímicas indesejáveis (Kramer & Kozlowski, 1972). A principal causa da rápida perda de vigor da semente de café é a sensibilidade à dessecação, provocada pela diminuição da umidade das sementes, a teores inferiores à 8 a 9% que pode ser considerado o limite crítico, pois abaixo desses valores a capacidade germinativa da semente é sensivelmente afetada, a ponto de se tornar nula (Bacchi, 1955). Guimarães (2000) trabalhando com tolerância à dessecação em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), concluiu que as sementes apresentam redução de vigor e viabilidade quando submetidas à secagem.

As sementes de café têm sido armazenadas, geralmente, com graus de umidade entre 15% e 20%, acondicionadas em sacaria permeável ao vapor de

água e mantidas em local fresco e arejado, sendo sua utilização possível por até seis meses, quando o poder germinativo declina acentuadamente (Matiello, 1991). Gentil et al. (2001), constataram que as reduções do grau de umidade até 10% e da temperatura até 10°C são favoráveis à manutenção da qualidade fisiológica das sementes de café (*Coffea arabica* L.).

Braccini et al. (1998) trabalhando com o armazenamento de sementes de café Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) observaram que as sementes acondicionadas em saco de polietileno lacrado, com grau de umidade inicial de 35%, mantiveram, de maneira satisfatória, sua qualidade fisiológica por seis meses, quando armazenadas em condições controladas de câmara fria. No entanto, quando acondicionadas em balagens de papel Kraft, após três meses de armazenamento os valores de germinação e vigor foram praticamente nulos. Vossen (1979) relatou o armazenamento de sementes de café por até 2,5 anos, quando estas foram mantidas em sacos de polietileno hermeticamente fechados e com a umidade de 41%, a uma temperatura de 15°C. Porém, quando armazenadas com 35% de umidade a 10°C, ocorreu rápida perda da viabilidade.

Araújo (1988) armazenou sementes de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo com 48,3; 21,6; 15,8 e 13,1% de umidade em sacos de pano e de polietileno, em câmara fria (3 a 4°C e 80 a 85% de UR) e em condições não controladas de laboratório. Observou que o melhor tratamento foi o de 48,3% de umidade em saco de pano e condições de laboratório, enquanto que, em sacos de polietileno, os melhores resultados foram sempre obtidos com baixo grau de umidade.

Dias & Barros (1993) observaram que as sementes de *Coffea arabica* L. acondicionadas em sacos de polietileno perfurado perderam totalmente o poder germinativo em 11 meses, apresentando ao final deste período 22% de umidade, enquanto que, aquelas acondicionadas em saco de papel, perderam seu poder germinativo em aproximadamente dez meses, quando apresentavam 14% de

umidade final. Observaram, ainda, que o saco de polietileno lacrado foi a embalagem mais eficiente, visto que, após 11 meses de armazenamento, as sementes apresentaram 60% de germinação e mantiveram o grau de umidade inicial de aproximadamente 37%.

Vasconcelos et al. (1992) em sementes de *Coffea arabica* L. obtiveram os melhores resultados com sementes secadas até 35% de umidade e acondicionadas na embalagem de polietileno, com valores acima de 70% para germinação e vigor após oito meses de armazenamento. Já as sementes secadas até 15 e 25% de umidade apresentaram queda na germinação e no vigor a partir do quarto mês de armazenamento, sendo esta, mais acentuada, nas embalagens de polietileno cujo vigor foi próximo de zero.

Assim, com o propósito de verificar a interferência do grau de umidade das sementes na sua conservação, Silva & Dias (1985) trabalharam com sementes das cultivares Mundo Novo e Acaia da espécie *Coffea arabica* L. com diferentes níveis de umidade durante o armazenamento. Avaliando mensalmente através de testes de germinação e vigor, os autores concluíram que as sementes, com graus de umidade entre 36% e 40%, foram as que melhor mantiveram a qualidade fisiológica.

Por outro lado, Miglioranza (1982), concluiu que para o sucesso do armazenamento de sementes de café arábica acondicionadas em embalagens hermeticamente fechadas sob condições ambientes, é necessário que o grau de umidade das sementes esteja entre 8 e 10%, de preferência o mais próximo possível de 9%. Nestas condições, umidades entre 24 e 50%, induziram as sementes à morte, em tempo inferior a 6 meses.

Gentil (1999) observou inferioridade no desempenho das sementes com 16 e 23% de umidade em relação às que apresentavam 10 e 34%, no decorrer do armazenamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Miranda (1987), quando armazenou sementes de café arábica com umidades iniciais de

9,9; 31,1 e 36,3%, em embalagens de saco de polietileno preto hermeticamente fechado, com resultados satisfatórios por um período de tempo de até 9 meses. Já as embalagens permeáveis (sacos de pano) não conservaram a viabilidade e nem mantiveram as umidades iniciais das sementes após o terceiro mês de armazenamento.

Fazuoli et al. (2001), trabalhando com sementes de café com dois níveis iniciais de umidade: alta (35-37%) e média (20-25%) concluíram que os melhores resultados para *Coffea arabica* L. foram obtidos quando se utilizou embalagem de saco plástico trançado com armazenamento em câmara fria, independentemente da umidade inicial das sementes, por até 16 meses. Por outro lado, Sguarezi et al. (2002), sugerem que para sementes de café (*Coffea arabica* L.), tanto o tipo de embalagem quanto o grau de umidade inicial das sementes, influenciam na manutenção da qualidade fisiológica das mesmas durante o armazenamento, sendo esse satisfatório por período de seis meses se acondicionadas em embalagens de polietileno com 35% de umidade inicial.

A ocorrência de microrganismos pode representar um evento significativo durante o armazenamento de sementes de *Coffea arabica* L., principalmente quando utilizadas embalagens impermeáveis ao vapor d'água e sementes com elevados graus de umidade (Miranda et al., 1984).

Sguarezi et al. (2002), trabalhando com armazenamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) com graus de umidade de 25 e 35%, constataram que o aumento no total de microrganismos presentes nas sementes de café esteve associado à redução da sua germinação e vigor durante o armazenamento. Evento semelhante também foi detectado por Braccini et al. (1999) quando trabalharam com café robusta, onde os autores detectaram a presença de *Fusarium semitectum* em níveis elevados, até por doze meses nas sementes acondicionadas em embalagens de papel kraft e algodão. Já a embalagem de polietileno, associada ao grau de umidade inicial mais elevado (35%), foi mais

favorável à conservação das sementes, podendo este fato estar relacionado com a manutenção do seu conteúdo de água no decorrer do armazenamento. Os autores ainda verificaram que as embalagens permeáveis, ou seja, saco de papel kraft e algodão, não foram consideradas próprias para a conservação das sementes de café robusta, visto que, após o terceiro mês de armazenamento, o percentual de germinação foi praticamente insignificante, independentemente do seu grau de umidade inicial.

Segundo Wetzel (1987), as condições inadequadas do ambiente de armazenamento são os principais fatores envolvidos na conservação das sementes, favorecendo a infestação pelos chamados fungos de armazenamento. No caso específico de sementes de café, essa regra nem sempre é aplicada, pelo fato de serem consideradas sementes recalcitrantes (Roberts, 1973), ou, fazerem parte de um grupo intermediário de comportamento entre as ortodoxas e recalcitrantes (Ellis et al., 1990; Ellis, 1991), ou seja, que conservam melhor a sua qualidade fisiológica, quando armazenadas com graus de umidade relativamente mais altos. As sementes classificadas como intermediárias são relativamente tolerantes à dessecação na fase pós-colheita, mas não resistirão à remoção de água para níveis tão baixos quanto as sementes ortodoxas (Guimarães, 2000).

Os relatos encontrados na literatura que tratam do armazenamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) não são conclusivos, nem quanto às condições ambientais de armazenamento (temperatura e umidade relativa), e nem tão pouco, sobre os níveis iniciais de umidade e formas de acondicionamento que proporcionem a melhor expressão fisiológica das sementes pós-armazenamento. Em última análise, as condições ideais de conservação deverão ser aquelas que proporcionem a preservação da integridade físico-químicas, mantendo as características das sementes.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constituiu-se de três experimentos realizados nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Técnicas Moleculares e Eletroforese do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, conduzidos durante o período de 2006 a 2008.

Os ensaios dos três experimentos sempre foram instalados na mesma época e no mesmo momento com amostras de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv. Acaia Cerrado – MG 1474) colhidas em junho de 2006 e ajustadas para conteúdos de umidade de 13,0%, 24,0% e 36,0%, respectivamente, nos experimentos I, II e III.

3.1 Obtenção e preparo das sementes

As sementes foram obtidas nos campos de produção de café da Universidade Federal de Lavras - UFLA, oriundas de frutos colhidos em completo estágio de maturação “fruto cereja” como recomendado por Caixeta (1981), imediatamente descascados mecanicamente, com posterior degomagem em tanques de fermentação com água por 24 horas. Após a degomagem, as sementes com alto grau de umidade (45 a 55%) foram lavadas em água corrente e imediatamente submetidas à secagem, até os níveis de umidade supra citados requeridos para cada um dos três experimentos.

3.1.1 Secagem das sementes e obtenção dos níveis de umidade

Para a secagem, as sementes foram espalhadas à sombra, em local ventilado, em camadas finas sobre tela plástica de malha, com revolvimento periódico a fim de oxigenar a massa e uniformizar a seca. Após a transferência do lote de sementes para secagem em piso de cerâmica, a redução da umidade das sementes foi monitorada periodicamente através de determinações do

conteúdo de água, com base no peso de subamostras isoladas da amostra com tecido em rede (filó), com graus de umidade previamente determinados (Figura 1). Desta maneira, do lote inicial foram obtidas três porções de sementes, cada uma destas com conteúdos de água distintos: 13,0%, 24,0% e 36,0%. Ao atingirem esses índices, cada uma das três porções de sementes foi dividida em cinco amostras de volumes semelhantes e peso aproximado de 2,0 Kg, em função do conteúdo de água da amostra, totalizando quinze amostras (cinco para cada nível de umidade). Finalmente cada amostra foi tratada e armazenada até o início dos ensaios.

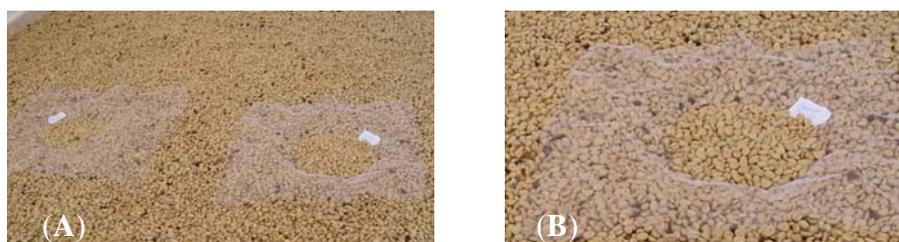


FIGURA 1 Aspecto geral (A) e detalhe (B) da secagem natural das sementes em camadas finas, com destaque para a disposição das amostras utilizadas no monitoramento da redução da umidade.

3.1.2 Tratamento e armazenamento das amostras

As quinze amostras foram submetidas ao tratamento fungicida com o produto Tegrán (Thiabendazole + Rhodiauran), na base de 2gKg^{-1} de sementes. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel kraft de folha dupla, sendo estes envolvidos em dois sacos de polietileno de 0,04mm de espessura, de cor preta e completamente vedados com fita adesiva plástica. Uma amostra de sementes para cada grau de umidade, foi imediatamente submetida aos tratamentos dos ensaios de condicionamento fisiológico no período “zero meses de armazenamento” em cada experimento, e as amostras restantes permaneceram armazenadas, em câmara com controle

de temperatura e umidade relativa do ar ($9 \pm 1^{\circ}\text{C}$; $48 \pm 2\%$ UR), sendo posteriormente submetidas aos ensaios nas épocas de armazenamento de 3, 6, 9 e 12 meses.

3.2 Condicionamento fisiológico das sementes

Para o condicionamento fisiológico, que foi realizado após cada época de armazenamento, as amostras de sementes com graus de umidade distintos foram previamente submetidas em sequência às peneiras n.15 de crivos oblongos e n.16 de crivos redondos, além de retiradas sementes chochas e mal granadas, com a finalidade de padronização de suas características físicas, atenuando esta fonte de variação dentro dos tratamentos.

Parte das sementes com o endocarpo (pergaminho) foram condicionadas em matriz sólida utilizando substrato orgânico comercial para produção de mudas de olerícolas, constituído de casca de pinus, agentes agregantes, vermiculita, fibra de coco, pH de 5,2 a 6,5 e condutividade elétrica de $1,8$ a $2,8 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ (Bioplant, 2008). Outra parte das sementes, não foram condicionadas e constituíram os tratamentos adicionais (testemunhas) em cada época de armazenamento.

Foram utilizadas bandejas plásticas de dimensões $20 \times 10 \times 5\text{cm}$, onde depositou-se ao fundo uma camada de substrato de 2 cm de espessura (Figura 2), sobre a qual foram distribuídas sementes em camada única (Figura 3), cobrindo-se estas com uma nova camada de substrato de 2 cm de espessura (Figura 4), garantindo desta forma, uma significativa área de contato semente/substrato. A umidade do substrato no interior das bandejas foi ajustada para 100% da capacidade de retenção de água, obtido por meio da adição uniforme de água destilada, sendo posteriormente cada bandeja envolvida em recipiente de polietileno transparente (Figura 5), com o objetivo de manter a umidade durante o condicionamento das sementes. Cada bandeja representou uma parcela

experimental, sendo arranjadas em blocos casualizados no interior de câmaras tipo BOD, reguladas para as temperaturas de 20, 30 e 40 \pm 1°C durante os períodos de de 2, 4 e 6 dias em cada um dos três experimentos (Figura 6).



FIGURA 2 Aspecto geral (A) e detalhe (B) das bandejas plásticas com uma camada de 2cm de espessura de substrato.



FIGURA 3 Aspecto geral (A) e detalhe (B) das sementes de café (*Coffea arabica* L.), dispostas em camada única, sobre leito de substrato com 2cm de espessura.



FIGURA 4 Aspecto geral (A) e detalhe (B) das sementes de café (*Coffea arabica* L.) cobertas e envolvidas com camada de 2cm de substrato com umidade de 100% da capacidade de retenção de água.

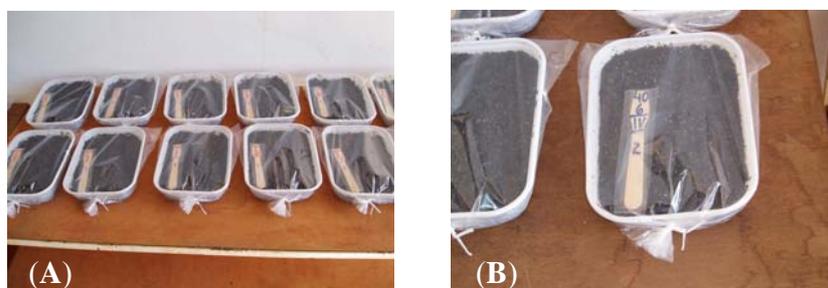


FIGURA 5 Aspecto geral (A) e detalhe (B) das bandejas plásticas, com sementes de café (*Coffea arabica* L.) envolvidas com camadas de substrato umedecido, identificadas e acondicionadas em sacos de polietileno transparente.



FIGURA 6 Aspecto geral (A) e detalhe (B) da disposição das bandejas no interior de câmaras tipo BOD, durante o condicionamento fisiológico das sementes.

Após cada período de condicionamento fisiológico, as sementes de cada parcela experimental foram separadas do substrato, lavadas em água corrente (Figura 7), acondicionadas em saquinhos de filó e dispostas à sombra em local ventilado, com temperatura controlada a 25°C, para que os conteúdos de água das sementes retornassem aos níveis aos quais se encontravam, antes de serem submetidas ao condicionamento (Figura 8).



FIGURA 7 Separação (A) e lavagem (B) das sementes de café (*Coffea arabica* L.) logo após os tratamentos de condicionamento fisiológico.



FIGURA 8 Acondicionamento (A), aspecto geral (B) e detalhe (C) da secagem das sementes de café (*Coffea arabica* L.) em saquinhos de filó, em ambiente controlado, após a separação e lavagem, para retorno dos níveis de umidade anteriores ao condicionamento.

A perda de umidade foi monitorada em amostragens periódicas, realizadas com base nos pesos iniciais e finais das amostras. A massa final das amostras, correspondente a cada um dos graus de umidade desejados, foi previamente conhecida através da equação descrita por Cromarty et al. (1985).

Com estes procedimentos, os graus de umidade das sementes submetidas ao condicionamento fisiológico alcançaram valores muito próximos aos das sementes que constituíram as testemunhas, e desta forma procedeu-se a retirada manual do endocarpo (pergaminho) de todas as sementes, para que em seguida fossem submetidas às avaliações.

De acordo com o arranjo dos tratamentos, o condicionamento fisiológico das sementes foi realizado após os períodos de armazenamento de 0, 3, 6, 9 e 12

meses para as amostras de sementes com graus de umidade de 13,0% (experimento I), 24,0% (experimento II) e 36,0% (experimento III) concomitantemente, além de 5 tratamentos adicionais (testemunhas) em cada ensaio, nos quais considerou-se os mesmos períodos e condições de armazenamento, porém na ausência do condicionamento fisiológico das sementes (Tabela 1).

TABELA 1 Arranjo fatorial dos tratamentos para o condicionamento fisiológico das sementes, utilizado nas 5 épocas de armazenamento para os 3 experimentos com sementes com diferentes conteúdos de água (13,0; 24,0 e 36,0%).

Épocas de armazenamento (meses)	Temperatura durante o condicionamento (°C)	Período de tempo de condicionamento (dias)
0, 3, 6, 9 e 12	20	2
		4
		6
	30	2
		4
		6
	40	2
		4
		6

3.3 Avaliação da qualidade das sementes

Após o condicionamento, em cada época de armazenamento, as sementes foram avaliadas, conjuntamente com as sementes armazenadas, mas não condicionadas (tratamentos adicionais), que constituíram as testemunhas dentro de cada época de armazenamento.

3.3.1 Determinação do grau de umidade das sementes

O grau de umidade foi determinado, em 4 repetições, em cada uma das porções das sementes armazenadas, durante o armazenamento nos períodos de 0, 3, 6, 9 e 12 meses, através do método de estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas, de acordo com as recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), sendo os resultados expressos em porcentagem (%).

3.3.2 Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado em rolo de papel toalha, umedecido com água na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel e conduzido à temperatura de 30°C , com 50 sementes por repetição, em 4 repetições. Para avaliação, foram consideradas plântulas normais àquelas que aos 30 dias apresentaram sistema radicular principal bem desenvolvido, com a emissão de pelo menos duas raízes secundárias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.3.3 Teste de velocidade de emergência de plântulas

A avaliação da velocidade de emergência de plântulas foi realizada em substrato areia : solo na proporção volumétrica de 2:1, utilizando-se 50 sementes por repetição, para cada tratamento, em 4 repetições. Na avaliação, realizada a cada três dias entre a instalação do teste e o encerramento da emergência na população, foram consideradas como emersas as plântulas que emergiram completamente o endosperma. Para o cálculo do Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi empregada a equação proposta por Maguire (1962).

3.3.4 Porcentagem de emergência de plântulas

Considerou-se, para o cálculo em porcentagem, o total de plântulas emersas na avaliação da velocidade de emergência aos sessenta e um dias, após a estabilização dos valores de emergência.

3.3.5 Teste de condutividade elétrica

O teste de condutividade elétrica foi realizado em quatro repetições, pesando-se 50 sementes, colocadas em copos plásticos juntamente com 75 ml de água deionizada, sendo levadas à BOD em temperatura de 25°C por 24 horas. A leitura foi realizada após imersão dos eletrodos na água de embebição, sendo os resultados expressos em $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$. Utilizou-se para o cálculo a seguinte fórmula:

$$CE = (CE_{\text{solução}} - CE_{\text{água}}) / \text{Peso (g)}$$

3.4 Análises de proteínas

As análises de proteínas foram realizadas em conjunto, em um mesmo momento, ao final das avaliações fisiológicas para todas as épocas de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 meses). Para tanto, os materiais necessários para estas avaliações foram acondicionados, identificados e armazenados em “Deep Frezer” a -86°C após o condicionamento fisiológico, em cada uma das épocas de armazenamento.

Em cada gel, foram avaliados os tratamentos para cada época de armazenamento. A seleção dos tratamentos relacionados aos períodos de tempo de exposição ao condicionamento para cada temperatura, foi realizada com base nos maiores e menores valores de vigor das sementes, avaliados por meio do teste de condutividade elétrica, incluindo as testemunhas (sementes não condicionadas dentro de cada época de armazenamento).

3.4.1 Análise eletroforética de enzimas

Amostras de 50 sementes, sem pergaminho, de cada tratamento foram trituradas em moinho a 22.500 rpm, refrigerado a 4°C, na presença de PVP (polivinilpirrolidona) e armazenadas à temperatura de -86°C. A extração foi efetuada adicionando a 100mg do pó da semente, 280µL do tampão de extração Tris – HCl (0,2M pH 8,0; 0,2% de β mercaptoetanol; 0,4 PVP; 0,4% PEG e 1mM EDTA) homogeneizados em vortex e, posteriormente mantidos por uma hora em geladeira. As amostras foram centrifugadas a 14000 rpm, a 4°C por 30 minutos e 60µL do sobrenadante foram aplicados. A corrida eletroforética foi realizada em sistema de géis de poli(acrilamida a 7,5% (gel separador) e 4,5% (gel concentrador). Foi utilizado o sistema tampão gel/eletrodo tris-glicina pH 8,9 com eletroforese realizada a 150V durante 4 horas. Os géis foram revelados para os seguintes sistemas enzimáticos: Superóxido dismutase (E.C. 1.15.1.1 - SOD), Catalase (E.C. 1.11.1.6 - CAT), Malato desidrogenase (E.C. 1.1.1.37 - MDH) e Álcool desidrogenase (E.C. 1.1.1.1 - ADH), conforme metodologia descrita por Alfenas et al. (1991).

3.4.2 Análise eletroforética de proteínas resistentes ao calor

Amostras de 50 sementes sem pergaminho, de cada tratamento, foram moídas a 22.500 rpm sob refrigeração, na presença de nitrogênio líquido e PVP-40 (polivinilpirrolidona). Em seguida, foram colocados 200mg do material moído em um microtubo e adicionados 300µL de tampão de extração (50mM tris-HCl-7,5; 500mM NaCl; 5mM MgCl₂; 1mM PMSF; 5µgmL⁻¹ de Leupeptim; e 5µgmL⁻¹ de Antipain). Os microtubos foram agitados em vortex e centrifugados a 14.000g por 20 minutos a 4°C. O sobrenadante foi mantido a 85°C por 15 minutos em banho-maria e novamente centrifugado por 30 minutos. Retirou-se 45µL do sobrenadante e adicionou-se 23µL do tampão da amostra (5mL de glicerol, 2,5mL de solução tampão do gel concentrador, 2,5mg de azul

de bromofenol completando o volume para 25 mL de água destilada) que foram mantidos em banho-maria, em ebulição, por 5 minutos. Aplicou-se 40 μ L de cada amostra em gel de poliacrilamida SDS-PAGE a 12,5% (gel separador) e 6% (gel concentrador). A eletroforese foi realizada com tampão de corrida Tris-glicina + SDS pH 8,9 sob uma voltagem de 150V durante 4 horas. Os géis foram corados em solução de Coomassie Brilliant Blue a 0,05% (500mg de Coomassie Blue R-250; 250ml de etanol; 50ml de ácido acético glacial; completando o volume para 500ml de água destilada), conforme Alfnas et al. (1991), durante 12 horas e descorados em solução de ácido acético 10% e etanol 5%.

3.5 Procedimentos e análise estatística

Foram instalados três experimentos independentes, utilizando sementes com três graus de umidade: 13,0; 24,0 e 36,0%. Cada experimento foi instalado segundo um delineamento em blocos casualizados (DBC), com 4 repetições e 50 tratamentos. Para o arranjo dos tratamentos foi utilizado o esquema fatorial 5 x 3 x 3 + 5 adicionais com os seguintes fatores e seus níveis: período de tempo de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 meses); temperatura durante o condicionamento fisiológico (20, 30 e 40 \pm 1 $^{\circ}$ C); período de condicionamento (2, 4 e 6 dias). Nos tratamentos adicionais, as sementes embora armazenadas, não foram submetidas ao condicionamento fisiológico, sendo consideradas testemunhas dentro de cada época de armazenamento.

Os dados obtidos foram organizados, tabulados e submetidos à duas análises de variância. Na primeira, considerou-se somente o arranjo fatorial dos 45 tratamentos, com posterior análise de regressão e comparação das médias pelo Teste Skott-Knott, ao nível nominal de significância de 5%. A segunda análise de variância foi realizada como anava simples, considerando os 50 tratamentos (45 tratamentos fatoriais + 5 adicionais), com posterior análise de

regressão somente para os adicionais, com as médias comparadas entre todos os tratamentos pelo Teste Skott-Knott, no nível nominal de significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados resultantes das avaliações foram submetidos à análise de variância em cada um dos experimentos. Nos ensaios com as sementes com 13,0% de umidade (Tabelas 1A e 2A) e 24,0% de umidade (Tabelas 10A e 11A), as interações triplas dos fatoriais foram significativas para todas as variáveis. Já no ensaio com as sementes com 36,0% de umidade (Tabelas 19A e 20A), não ocorreu interação tripla significativa quando se analisou condutividade elétrica, onde somente foram observadas interações duplas significativas para armazenamento x temperatura e temperatura x período, para as quais, foram realizados os desdobramentos.

As análises estatísticas simples dos dados, considerando os 50 tratamentos (45 fatoriais + 5 adicionais) realizadas em cada experimento, apontaram diferenças significativas em todas as características estudadas nos ensaios com as sementes de 13,0% de umidade (Tabelas 3A e 4A); 24,0% de umidade (Tabelas 12A e 13A) e 36,0% de umidade (Tabelas 21A e 22A).

As médias dos tratamentos em esquemas fatoriais foram comparadas com a médias dos tratamentos adicionais, para cada característica estudada em cada um dos experimentos, por meio do teste F da análise de variância (Tabelas 5A, 14A e 23A).

4.1 Conteúdos de água das sementes durante o armazenamento

As variações de umidade das sementes foram muito pequenas no decorrer do armazenamento, evidenciando a eficiência do acondicionamento em embalagens de polietileno lacrado, na manutenção dos níveis de umidade de sementes de café, como já observado por diversos autores (Dias & Barros, 1993; Braccini et al., 1998; Sguarezi et al., 2002). Ocorreram variações entre 0,52% e 2,15%, respectivamente, para sementes armazenadas com 13,0% e 24,0% de

umidade, e de 1,0% para sementes armazenadas com 36,0% de umidade, durante os doze meses de armazenamento (Tabela 2).

TABELA 2 Resultados médios de teores de água das sementes de *Coffea arabica* L. cv Acaiá Cerrado – MG 1474, acondicionadas em embalagens plásticas de polietileno e armazenadas durante 12 meses em câmara fria.

Variação de umidade* (%)	Épocas de armazenamento (meses)				
	0	3	6	9	12
0,52	13,35	13,50	13,08	13,43	12,98
2,15	24,05	25,03	23,63	24,53	22,88
1,03	36,60	37,53	37,63	37,55	36,85

* Variação total no decorrer de 12 meses de armazenamento

Muitas modificações fisiológicas e bioquímicas, notadamente o aumento da taxa respiratória e ativação enzimática, com cosequente desdobramento e translocação de reservas, têm sido relacionadas com as variações do conteúdo de água das sementes e temperaturas inadequadas durante o armazenamento. Estes eventos atuam em conjunto, deflagrando processos fisiológicos, que em última análise, contribuem sensivelmente na perda da qualidade das sementes no armazenamento. Kramer & Kozlowski (1972) destaca a importância do controle de tais eventos na manutenção da qualidade das sementes.

Dantas (2006) concordando com Roberts (1972), relata que altos graus de umidade nas sementes, combinados com altas temperaturas, aceleram os processos naturais de degeneração dos sistemas biológicos, de maneira que, sob estas condições, as sementes perdem seu vigor rapidamente e algum tempo depois sua capacidade de germinação.

Neste trabalho, procurou-se obter baixas variações dos conteúdos de água das sementes no decorrer do armazenamento. As variações dos graus de

umidade das sementes no decorrer do armazenamento, provavelmente, são ineficazes em deflagrar processos fisiológicos significativos que representem interferência nos resultados de avaliação das sementes durante o armazenamento. As baixas variações ocorreram, possivelmente, devido a forma de acondicionamento e armazenamento.

4.2 Avaliação da qualidade fisiológica das sementes

A apresentação e discussão dos resultados será realizada em conjunto, para os tres experimentos dentro de cada característica avaliada, mas sempre, resguardando a interdependencia estatística. Dentro de cada característica avaliada, serão apresentados os resultados e discutidos, em função dos efeitos dos fatores: temperatura (T), em °C e período de priming (P) em dias, dentro de cada época de armazenamento, para comparação das médias.

4.2.1 Germinação

Os resultados de germinação das sementes submetidas ao condicionamento fisiológico em matriz sólida nos três experimentos encontram-se nas Tabelas de 3 a 5 e nas Figuras de 9 a 17. O comportamento das sementes que foram armazenadas, mas não condicionadas (tratamentos adicionais), em cada um dos três experimentos, são registrados nas Tabelas 6A, 15A, 24A e Figuras de 1A a 3A.

4.2.1.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de umidade

Observa-se pela Tabela 1A que a interação tripla foi significativa para a germinação. É possível observar também significância para a interação Adicional vs Fatorial, cujas médias foram comparadas (Tabela 5A).

As comparações dos efeitos das temperaturas e dos períodos de tempo de condicionamento dentro de cada época de armazenamento podem ser

observadas na Tabela 3. Ao se realizar o condicionamento a 20°C pode-se constatar que, os períodos extremos de 2 e 6 dias exerceram efeitos superiores sobre a germinação, se comparados ao período de 4 dias, para as sementes não armazenadas.

Para sementes armazenadas dos 3 aos 9 meses e submetidas ao condicionamento a 20°C, observou-se semelhantes porcentagens de germinação para os três períodos de tempo estudados. No entanto, para esta mesma temperatura, aos 12 meses de armazenamento, quando as sementes apresentavam qualidade fisiológica pronunciadamente inferior, os períodos de tempo de 4 e 6 dias, respectivamente, com 47,0 e 54,0% de germinação, e principalmente este último, apresentaram efeitos mais positivos na germinação das sementes, inclusive, superando os 34,0% das sementes não condicionadas (Tabela 6A).

As temperaturas mais baixas provocam aumento do período em que as sementes liberam exsudatos durante a hidratação. Isso pode ocorrer devido ao atraso ou falha na reorganização dos fosfolípidos das membranas, mantendo-se no estado de gel e determinando acréscimo de danos durante a embebição (Heydecker et al., 1973). Além disso, nas sementes de mais baixa qualidade, há maior demanda de tempo para a reorganização de membranas e outros mecanismos de reparo, especialmente sob baixas temperaturas.

TABELA 3 Valores médios de Germinação (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Armaz. (meses)	² Temp. (°C)	¹ Período de priming (dias)		
		2	4	6
0	20	77,50 Aa	69,50 Bb	76,50 Aa
	30	70,00 Ab	68,00 Ab	76,00 Aa
	40	64,00 Bb	78,00 Aa	46,50 Cb
3	20	86,00 Aa	90,50 Aa	87,00 Aa
	30	90,50 Aa	82,00 Bb	89,50 Aa
	40	88,00 Aa	82,00 Ab	58,00 Bb
6	20	86,50 Aa	87,00 Aa	84,00 Aa
	30	85,00 Aa	84,50 Aa	90,00 Aa
	40	84,50 Aa	83,00 Aa	82,50 Aa
9	20	76,00 Aa	76,50 Aa	73,50 Aa
	30	70,50 Aa	75,00 Aa	61,00 Bb
	40	64,50 Ab	53,50 Bb	20,00 Cc
12	20	25,50 Bb	47,00 Ab	54,00 Aa
	30	50,50 Aa	56,00 Aa	54,50 Aa
	40	50,00 Aa	39,50 Bc	29,50 Ca
Erro Padrão		2,52		

1-As médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, dentro de cada combinação (Armazenamento-Temperatura) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Armazenamento-Período) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

Quando o condicionamento foi realizado a 30°C, não houve diferença nos efeitos para os três períodos de tempo estudados nas sementes sem armazenamento e naquelas armazenadas por 6 e 12 meses (Tabela 3).

Nas sementes armazenadas por 3 e 9 meses, foram observadas diferenças nos valores de germinação quando as sementes foram condicionadas a 30°C, respectivamente, os períodos de 2 e 6 dias, e 2 e 4 dias, mas sem que, os resultados dos mesmos tenham superado a porcentagem de germinação das

sementes não condicionadas (Tabela 6A). Por esta mesma tabela observa-se que, a porcentagem de germinação das sementes não condicionadas (testemunha) somente foi superada, quando o condicionamento nesta temperatura foi aplicado nas sementes armazenadas por 12 meses, nos três períodos de tempo estudados de 2; 4 e 6 dias, respectivamente com 50,5; 56,0 e 54,5%, e principalmente, nos maiores períodos de tempo (4 e 6 dias).

Quando se aplicou o condicionamento fisiológico a 40°C, observou-se de uma maneira geral as maiores diferenças entre os efeitos dos três períodos de tempo estudados (Tabela 3). Para sementes não armazenadas os efeitos foram diferentes em cada um dos tempos de condicionamento. Resultados semelhantes foram também observados para sementes armazenadas por 9 e 12 meses, todavia, nestas épocas de armazenamento, os efeitos sobre a germinação foram pronunciadamente mais drásticos nos maiores períodos de tempo de condicionamento.

Possivelmente a baixa qualidade das sementes, as tornam mais sensíveis a altas temperaturas durante o condicionamento, principalmente por maiores períodos de tempo. De acordo com Lima (2001) e Lima et al. (2004), o condicionamento em água a 35°C, prejudica o desempenho das sementes de café.

Nas sementes armazenadas por 3 meses, efeitos mais drásticos só foram observados para o maior período de tempo, quando a porcentagem de germinação reduziu para 58,0%. Aos 6 meses de armazenamento não houve efeito diferenciado para os três períodos de tempo estudados (Tabela 3). Os valores de germinação das sementes não condicionadas só foram superados nessa temperatura, quando se utilizou o menor tempo, ou seja, 2 dias, onde se obteve 50,0% de germinação contra os 34,0% (Tabela 6A).

Pelos resultados observa-se efeitos inversos de temperatura e períodos de tempo de condicionamento sobre a germinação das sementes com conteúdos

de água de 13,0%, principalmente naquelas armazenadas por maiores períodos de tempo. Assim, os tratamentos que superaram as testemunhas, de uma maneira geral, foram compostos pelos de maiores períodos de tempo nas temperaturas de 20 e 30°C, e de menores na temperatura de 40°C aos 12 meses de armazenamento (Tabela 6A). Lima (2001) e Lima et al. (2004) observaram que o condicionamento em água a 25°C por 12 dias foi o mais eficiente para incrementar a germinação e o vigor das sementes de cafeeiro.

O comportamento da germinação das sementes com 13,0% de umidade, no decorrer do armazenamento, pode ser observado nas Figuras 9, 10, 11 e 1A. Pelas curvas de regressão é possível observar sensível superioridade na germinação entre 3 e 6 meses de armazenamento, quando as sementes foram condicionadas por 2 dias a 20°C. No entanto, a partir dos 6 meses, este tratamento apresentou um comportamento descendente, sendo superado pelos efeitos dos períodos de tempo de condicionamento de 4 e 6 dias a 20°C até os 12 meses, ao final do período de armazenamento (Figura 9).

Comportamento diferente foi observado quando se condicionou as sementes a 30°C, onde, 6 dias de condicionamento apresentou o melhor efeito sobre a germinação até o sexto mês de armazenamento, e após esta época, 2 e 4 dias representaram os melhores resultados (Figura 10).

Para a temperatura de 40°C (Figura 11), observa-se que os melhores efeitos sobre a germinação das sementes ao longo do armazenamento foram alcançados ao se utilizar 4 dias de condicionamento até pouco antes dos 3 meses, e 2 dias até o final do armazenamento, aos 12 meses. Pela curva de germinação ao longo do armazenamento observa-se o quanto as condições de exposição das sementes por 6 dias a 40°C foram drásticas para se realizar o condicionamento fisiológico.

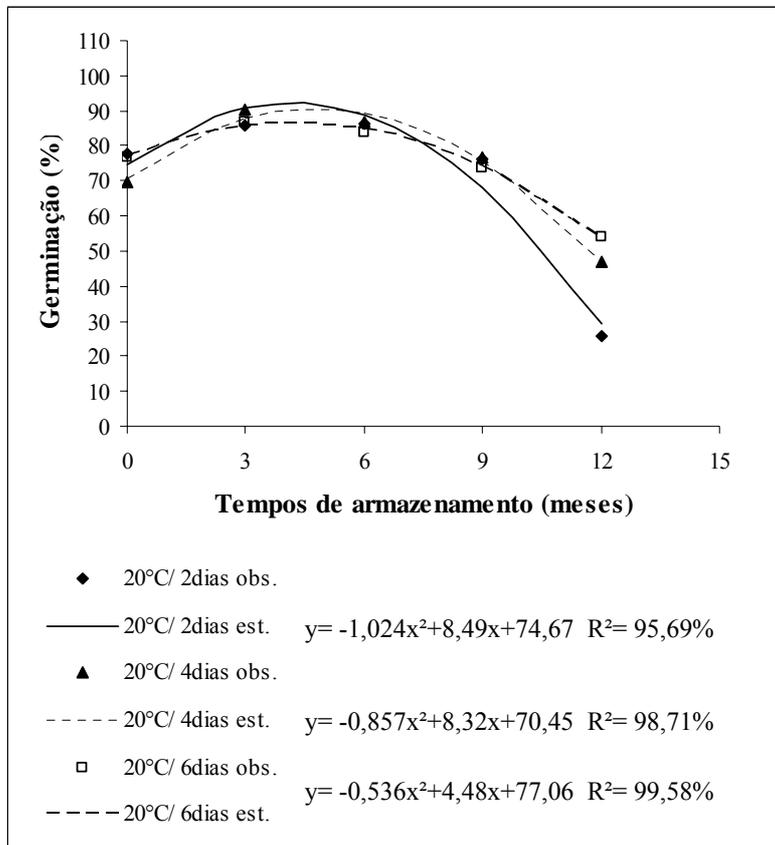


FIGURA 9 Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Para a germinação das sementes armazenadas com 13,0% de umidade, de uma maneira geral, o comportamento das curvas de regressão para 20°C (Figura 9) foi o que mais se assemelhou ao comportamento das sementes sem condicionamento (Figura 1A), principalmente para o período de tempo de 2 dias. Já as curvas de 30 e 40°C (Figuras 10 e 11), mostraram tendências de quedas menos acentuadas, quando comparadas ao comportamento das sementes não condicionadas (Figura 1A),

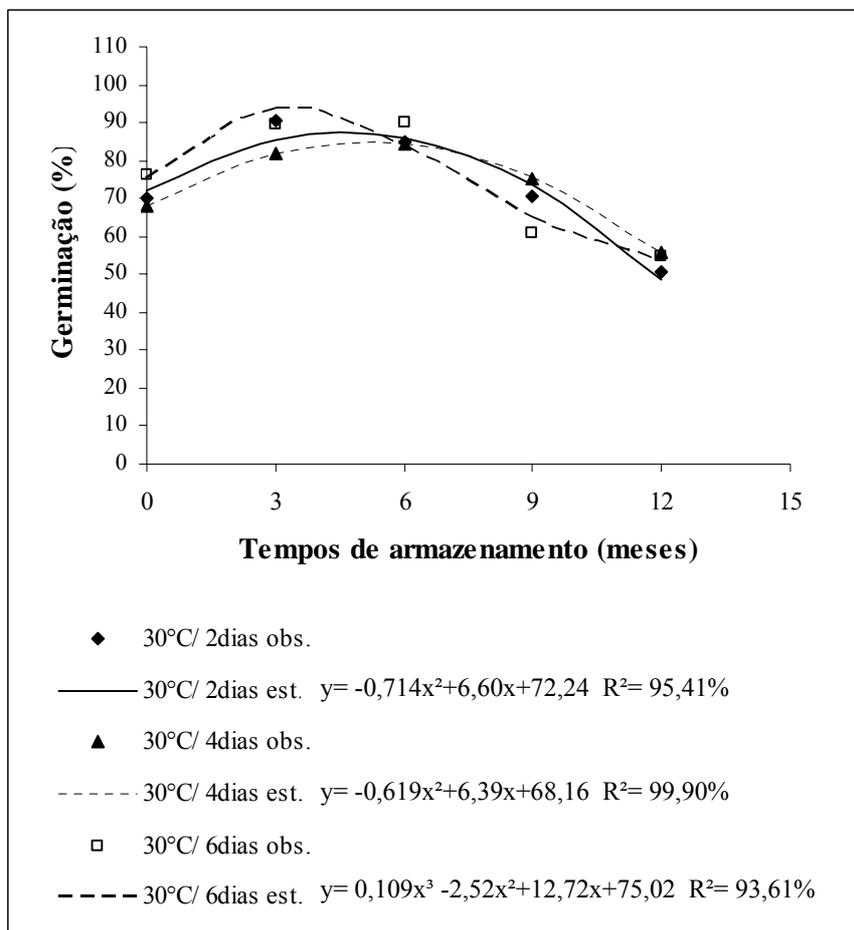


FIGURA 10 Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

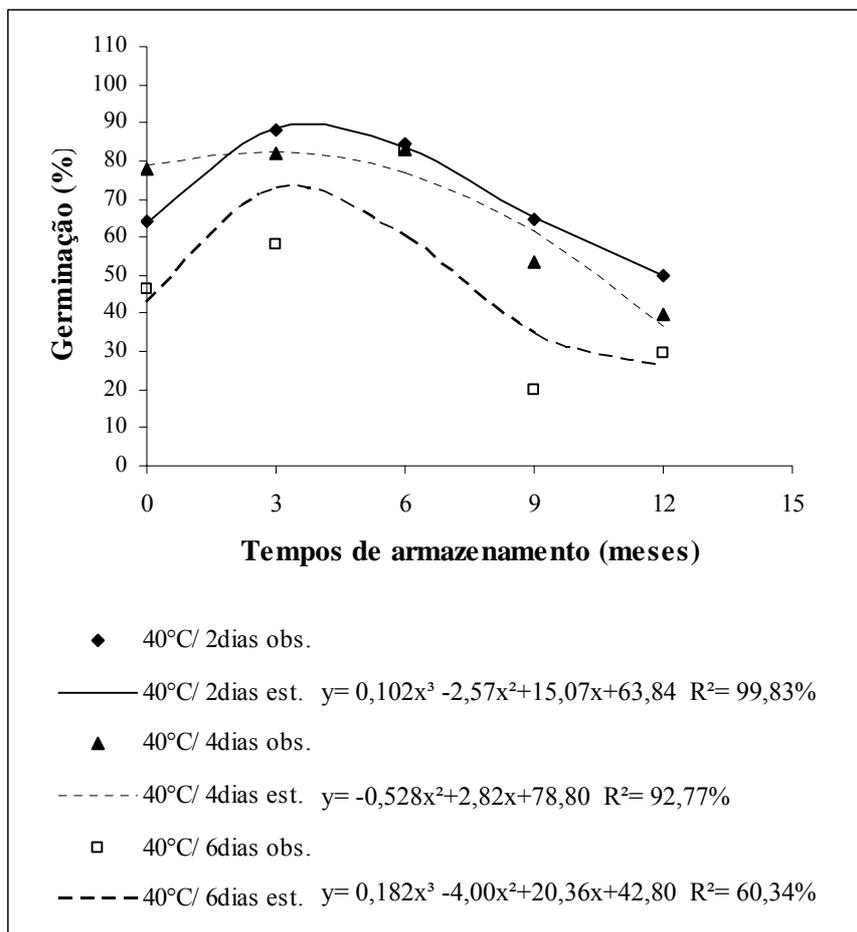


FIGURA 11 Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

4.2.1.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de umidade

Constatou-se significância estatística na interação tripla para germinação (Tabela 10A). É possível observar também significância para a interação Adicional vs Fatorial, cujas médias foram comparadas (Tabela 14A).

As comparações dos efeitos das temperaturas e dos períodos de tempo de condicionamento dentro de cada época de armazenamento podem ser observadas na Tabela 4.

Quando as sementes não foram armazenadas, os melhores efeitos sobre a germinação ocorreram quando estas foram condicionadas a 20°C por 2 dias com 87,0%; 30°C por 4 dias com 76,75% e 40°C por 2 e 4 dias, com resultados semelhantes a este último índice. Não houve diferenças dos efeitos sobre a germinação para 4 dias de condicionamento nesta época de armazenamento. Os efeitos mais negativos foram registrados aos 6 dias de condicionamento e principalmente, na temperatura de 20°C, com pouco mais de 53,0% de germinação (Tabela 4). Heydecker et al. (1973) observaram que as temperaturas mais baixas provocam aumento do período em que as sementes liberam exsudatos durante a hidratação. Isso pode ocorrer devido ao atraso ou falha na reorganização dos fosfolipídeos das membranas, mantendo-se no estado de gel e determinando acréscimo de danos durante a embebição.

Para sementes armazenadas por 3 meses e condicionadas a 20 e 30°C a porcentagem de germinação foi semelhante, independentemente do período de condicionamento. Os efeitos mais negativos foram registrados para sementes condicionadas a 40°C nos três períodos estudados, notadamente aos 6 dias de condicionamento, quando se registrou uma porcentagem de germinação de pouco mais de 51,0% (Tabela 4). Para sementes não armazenadas e aquelas armazenadas por 3 meses, a porcentagem de germinação das sementes não condicionadas não foram superadas por nenhum dos tratamentos aplicados (Tabela 15A).

TABELA 4 Valores médios de Germinação (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Armaz. (meses)	² Temp. (°C)	¹ Período de priming (dias)		
		2	4	6
0	20	87,00 Aa	77,25 Ba	53,25 Cb
	30	70,75 Bb	76,75 Aa	65,50 Ba
	40	71,25 Ab	72,00 Aa	58,00 Bb
3	20	95,50 Aa	95,25 Aa	96,00 Aa
	30	93,00 Aa	89,50 Ab	95,25 Aa
	40	84,75 Ab	87,50 Ab	51,25 Bb
6	20	87,50 Ab	86,50 Aa	92,00 Aa
	30	96,00 Aa	88,50 Ba	86,00 Ba
	40	90,00 Ab	86,00 Aa	86,50 Aa
9	20	71,00 Ba	73,00 Ba	81,00 Aa
	30	77,00 Aa	58,00 Bb	56,00 Bb
	40	65,00 Ab	24,00 Bc	20,00 Bc
12	20	4,50 Ba	4,50 Bb	17,00 Aa
	30	5,50 Aa	11,50 Aa	6,00 Ab
	40	3,50 Aa	5,00 Ab	1,50 Ab
Erro Padrão		2,14		

1-As médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, dentro de cada combinação (Armazenamento-Temperatura) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Armazenamento-Período) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

Aos 6 meses de armazenamento observou-se efeitos semelhantes para temperaturas de 20 e 40°C nos três períodos de tempo de condicionamento estudados. Diferentemente, quando o mesmo foi realizado a 30°C, onde, o melhor resultado foi alcançado aos 2 dias de condicionamento, que juntamente com o tratamento de 20°C por 6 dias (Tabela 4), superaram os índices das sementes não condicionadas para esta época de armazenamento com porcentagens de germinação de 96,0% e 92,0%, respectivamente (Tabela 15A)..

Aos nove meses de armazenamento os efeitos mais benéficos sobre a germinação foram detectados nos condicionamentos a 20°C por 6 dias e 30°C por 2 dias, respectivamente, com porcentagens de germinação de 81,0% e 77,0%, que também superaram os valores observados nas sementes não condicionadas (testemunha), para esta época de armazenamento (Tabela 15A). Braz & Rossetto (2008) concluíram que o condicionamento fisiológico favoreceu a germinação e o vigor das sementes de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em embalagens de polietileno e câmara seca, durante nove meses. Lima (1999) observou que a embebição por 34 horas mostrou-se eficaz em aumentar a germinação e o vigor das sementes, apresentando acréscimo de cerca de 40% na sua germinação quando armazenadas por 90 dias.

O condicionamento realizado a 40°C, para esta época, parece ter sido uma condição muito drástica, com efeitos negativos sobre a germinação das sementes, principalmente para os períodos de tempo de condicionamento de 4 e 6 dias (Tabela 4). Provavelmente este efeito drástico é função de uma qualidade fisiológica já com algum comprometimento, aliada às condições as quais foram submetidas as sementes nestes tratamentos, com umidade e temperatura capaz de promover o envelhecimento das sementes. Dias et al. (2001) e Pertel et al. (2001), avaliaram por 2 a 4 dias, os efeitos do condicionamento fisiológico em água na germinação e no vigor das sementes de café (*Coffea arabica* L.) e ambos concluíram que os efeitos variaram conforme a qualidade inicial das sementes, não sendo efetivo em lotes de baixo e alto vigor.

A porcentagem de germinação das sementes não condicionadas (testemunha) com 24,0% de umidade aos 12 meses foi nula, sendo superada apenas pelo condicionamento realizado a 20°C por 6 dias (17,0%) e 30°C por 4 dias (11,5%) (Tabela 15A). Os efeitos do condicionamento sobre a germinação das sementes para esta época de armazenamento, somente foram detectados nos tratamentos acima descritos, uma vez que o comportamento dos demais

tratamentos foi semelhante, tanto em relação às temperaturas, quanto em relação aos períodos de tempo (Tabela 4).

O comportamento da germinação das sementes com 24,0% de umidade, no decorrer do armazenamento, pode ser observado nas curvas de regressão. Para a temperatura de 20°C (Figura 12), em sementes armazenadas até pouco mais de 3 meses, aos 2 e 4 dias de condicionamento registrou-se os melhores resultados. Após esta época de armazenamento, o período de 6 dias foi superior aos demais.

Para 30°C (Figura 13), quatro dias de condicionamento apresentou-se mais eficiente para sementes não armazenadas, no entanto, 2 dias foi superior ao longo de todo o armazenamento. Comportamento semelhante foi observado para o condicionamento a 40°C (Figura 14), com destaque para a curva de 6 dias, que expressou o efeito drástico deste tratamento.

Para a germinação das sementes armazenadas com 24,0% de umidade, de uma maneira geral, o comportamento das curvas de regressão para 30°C (Figura 13) foi o que mais se assemelhou ao comportamento da curva da testemunha, sem condicionamento (Figura 2A), principalmente para o período de tempo de 2 dias. As curvas de 20 e 40°C (Figuras 12 e 14) mostraram tendências de quedas menos acentuadas.

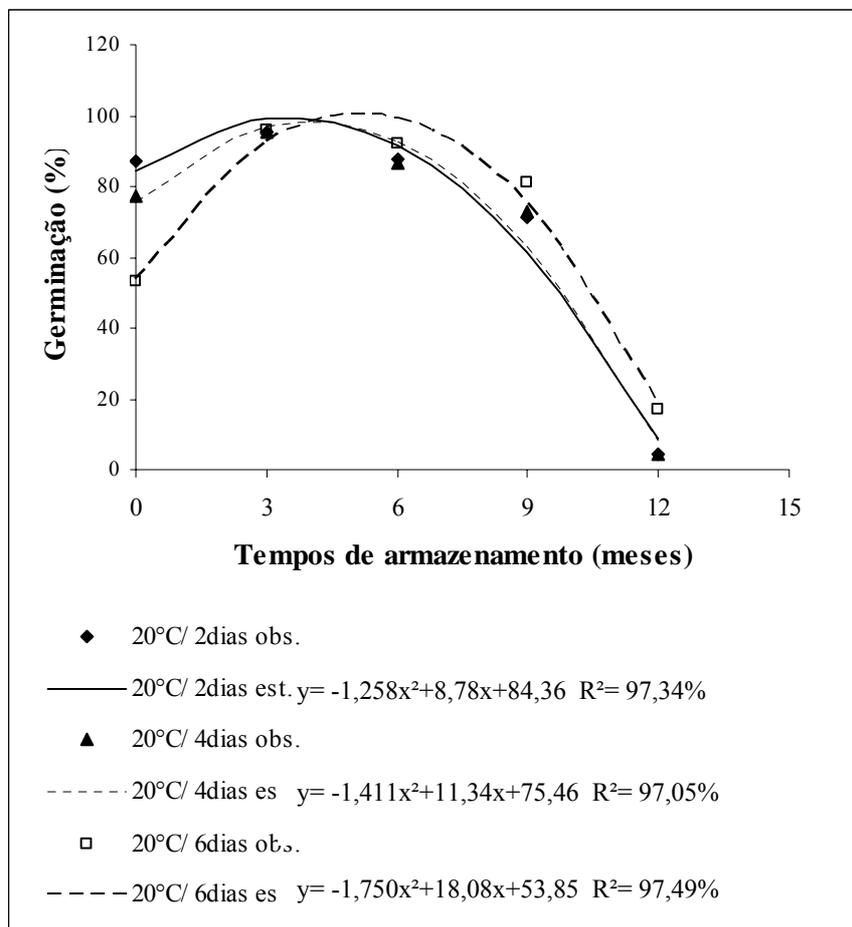


FIGURA 12 Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

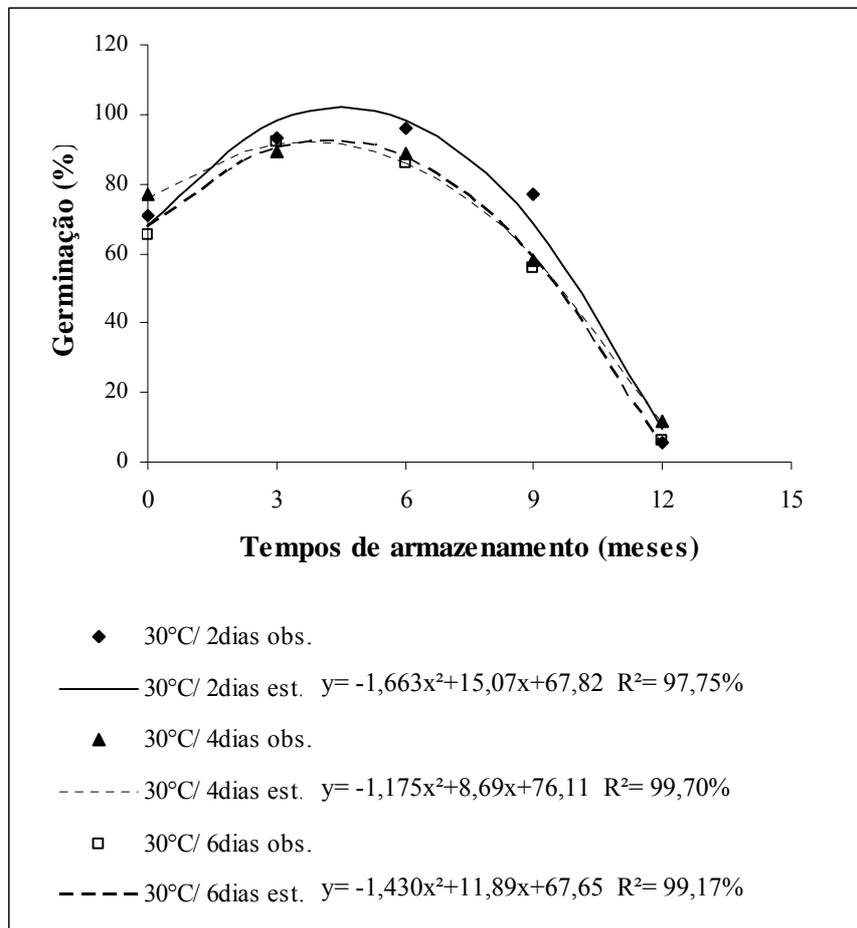


FIGURA 13 Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

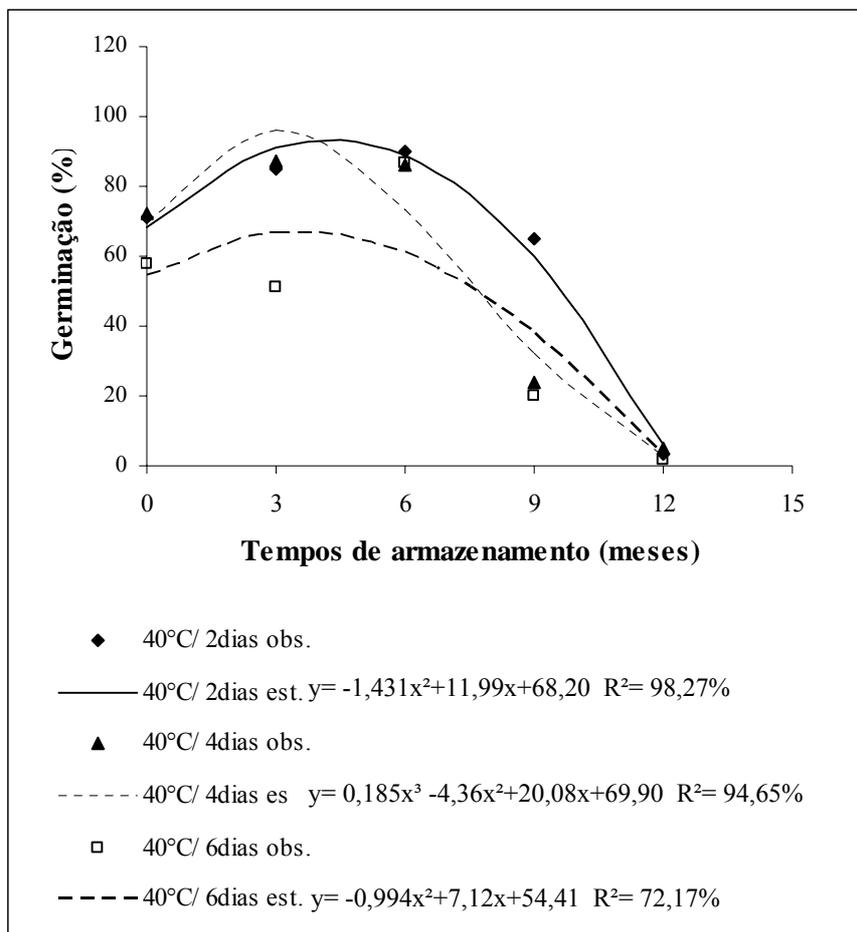


FIGURA 14 Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

4.2.1.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de umidade

Constatou-se significância estatística na interação tripla para germinação (Tabela 19A). É possível observar também significância para a interação Adicional vs Fatorial, cujas médias foram comparadas (Tabela 23A).

As comparações dos efeitos das temperaturas e dos períodos de tempo de condicionamento dentro de cada época de armazenamento podem ser observadas na Tabela 5.

TABELA 5 Valores médios de Germinação (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Armaz. (meses)	² Temp. (°C)	¹ Período de priming (dias)		
		2	4	6
0	20	82,00 Aa	86,00 Aa	85,00 Aa
	30	78,00 Aa	79,25 Ab	75,50 Ab
	40	84,00 Aa	35,25 Bc	19,25 Cc
3	20	96,00 Aa	96,00 Aa	96,50 Aa
	30	90,50 Aa	95,00 Aa	93,00 Aa
	40	94,00 Aa	72,00 Bb	38,50 Cb
6	20	97,50 Aa	93,00 Aa	93,50 Aa
	30	91,50 Aa	92,50 Aa	93,50 Aa
	40	95,00 Aa	86,00 Bb	82,50 Bb
9	20	71,00 Ab	77,00 Aa	76,00 Aa
	30	79,00 Aa	63,50 Bb	55,50 Cb
	40	58,00 Ac	37,50 Bc	26,50 Cc
12	20	0,00 Aa	0,00 Aa	3,00 Aa
	30	1,00 Aa	0,00 Aa	2,00 Aa
	40	0,50 Aa	0,50 Aa	0,00 Aa
Erro Padrão		2,03		

1-As médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, dentro de cada combinação (Armazenamento-Temperatura) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Armazenamento-Período) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

Para as sementes não armazenadas, não se detectou diferenças na porcentagem de germinação para os tres períodos de tempo estudados, dentro das temperturas de 20 e 30°C (Tabela 5). As porcentagens de germinação

obtidas nos períodos de 4 e 6 dias, nas temperaturas de 30 e 40°C para sementes não armazenadas (Tabela 5), confirmam os efeitos negativos destes fatores durante o condicionamento sobre a porcentagem de germinação das sementes. O condicionamento a 40°C foi demasiadamente drástico para o condicionamento fisiológico de sementes de café. Lima (2001) detectou prejuízo no desempenho das sementes de café condicionadas à 35°C.

O efeito do condicionamento realizado nas sementes armazenadas por 3 e 6 meses foi bastante similar. Não houve diferenças entre os períodos de tempo de condicionamento nas temperaturas de 20 e 30°C dentro de cada uma destas duas épocas, assim como ocorreu para sementes sem armazenamento. Não se detectou diferenças nos efeitos sobre a germinação entre as temperaturas de 20 e 30°C para os períodos de tempo de 4 e 6 dias, sugerindo maior efeito desses tratamentos sobre a germinação de sementes armazenadas por 3 e 6 meses, do que nas sementes não armazenadas (Tabela 5).

O condicionamento por 4 e 6 dias a 40°C para sementes armazenadas por 3 e 6 meses exerceu um efeito negativo sobre a germinação das sementes, porém, menos drástico que o observado sobre as sementes não armazenadas (Tabela 5). Nenhum dos tratamentos aos quais as sementes foram submetidas, foi efetivo em superar a porcentagem de germinação das sementes não condicionadas (testemunhas) para as sementes não armazenadas e aquelas armazenadas por 3, 6 e 12 meses (Tabela 24A).

Para sementes armazenadas por 9 meses somente se observou diferenças entre os períodos de tempo de condicionamento nas temperaturas de 30 e 40°C, sobretudo, nesta última, com efeitos negativos sobre a germinação para 4 e 6 dias de condicionamento (Tabela 5). Os melhores resultados dentro desta época de armazenamento, foram obtidos quando se condicionou as sementes por 4 e 6 dias a 20°C e por 2 dias a 30°C, respectivamente, com 77,0, 76,0 e 79,0% de germinação, superiores a testemunha (Tabela 24A). Não houve diferenças na

porcentagem de germinação das sementes armazenadas por 12 meses, submetidas aos diversos tratamentos de condicionamento, ficando restrita, a valores nulos ou quase nulos, semelhantes a testemunha (Tabelas 5 e 24A).

A porcentagem de germinação das sementes com 36,0% de umidade submetidas ao condicionamento, no decorrer do armazenamento apresentou comportamento semelhante, de acordo com as curvas que representam os períodos de tempo de condicionamento, dentro das temperaturas de 20 e 30°C (Figuras 15 e 16), que por sua vez, se assemelhou a curva da testemunha (sementes não condicionadas) (Figura 3A).

Diferentemente, as curvas que representam os períodos de tempo de condicionamento dentro da temperatura de 40°C (Figura 17), refletem os diferentes efeitos sobre a germinação, nos tres períodos de tempo de condicionamento estudados. Assim, observa-se o quanto foi drástico para a germinação de sementes condicionadas a 4 e principalmente a 6 dias, na temperatura de 40°C. Estas condições, provavelmente, estimularam o envelhecimento artificial, resultando na deterioração e perda de qualidade das sementes e, conseqüentemente, se mostraram inadequadas no revigoramento de sementes de café armazenadas com 36% de umidade.

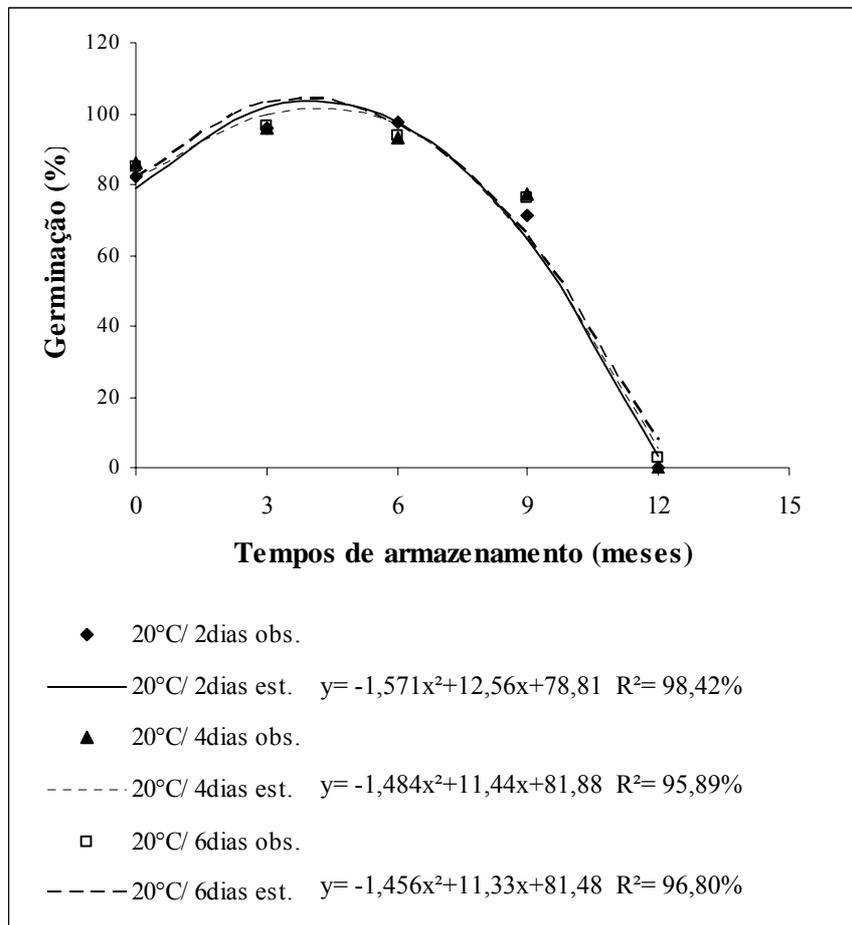


FIGURA 15 Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

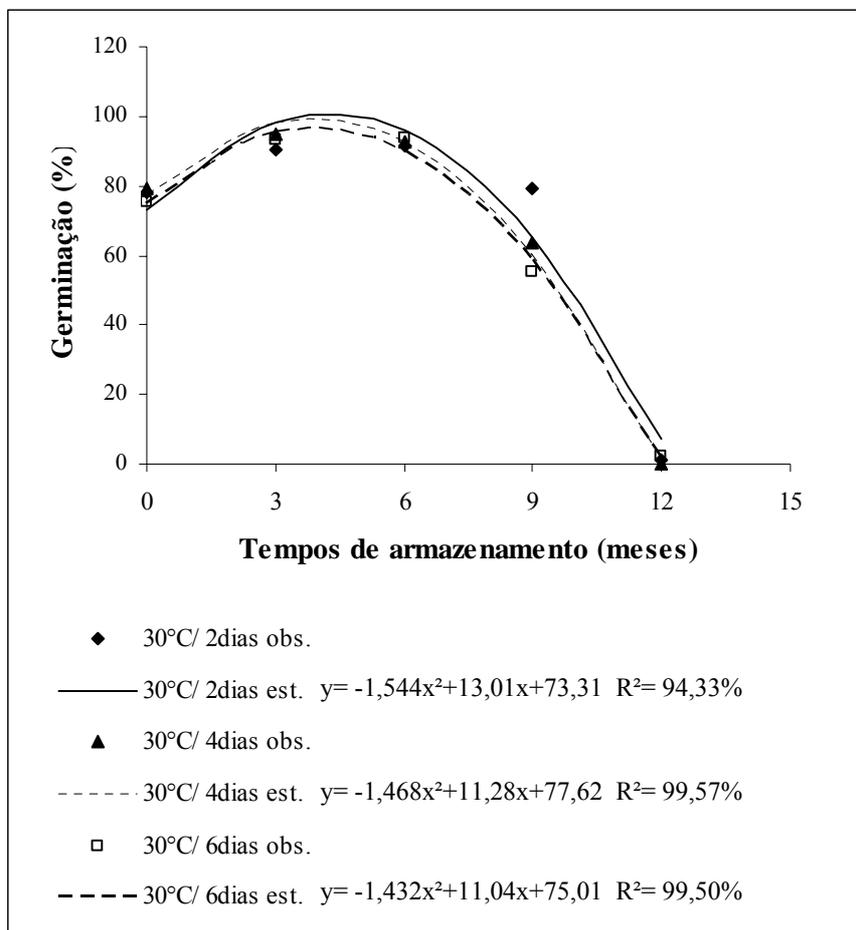


FIGURA 16 Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

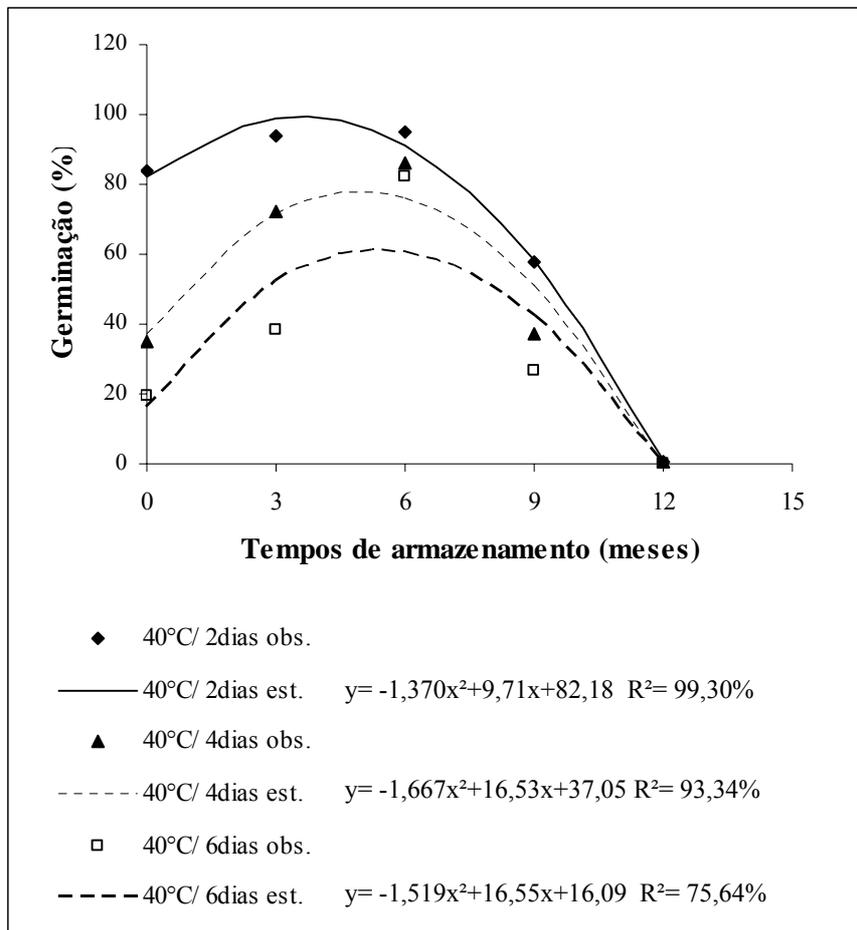


FIGURA 17 Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

4.2.2 Porcentagem de Emergência de Plântulas

Os resultados da avaliação da porcentagem de emergência de plântulas, cujas sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico em matriz sólida nos tres experimentos, encontram-se nas Tabelas de 6 a 8 e nas Figuras de 18 a 26. Os valores de emergência de plântulas das sementes que foram armazenadas, mas não condicionadas (tratamentos adicionais), em cada um dos tres experimentos, são registrados nas Tabelas 7A, 16A, 25A e Figuras 4A a 6A.

4.2.2.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de umidade

Constatou-se significância estatística na interação tripla para a porcentagem de emergência de plântulas (Tabela 1A). É possível observar também significância para a interação Adicional vs Fatorial, cujas médias foram comparadas (Tabela 5A).

As comparações dos efeitos das temperaturas e dos períodos de tempo de condicionamento dentro de cada época de armazenamento podem ser observadas na Tabela 6.

Para sementes não armazenadas a emergência foi semelhante, independente do período de tempo de condicionamento a 20°C. Quando as sementes foram condicionadas a 30°C, as menores porcentagens de emergência de plântulas foram obtidas aos 4 e 6 dias. A temperatura de 40°C e 6 dias de condicionamento resultou no efeito mais negativo sobre a emergência. Quando se condicionou as sementes por 2 dias ocorreram resultados semelhantes, independente da temperatura. No entanto, aos 4 dias de condicionamento os melhores resultados foram alcançados nas temperaturas de 20 e 40°C (Tabela 6).

TABELA 6 Valores médios de Emergência (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Armaz. (meses)	² Temp. (°C)	¹ Período de priming (dias)		
		2	4	6
0	20	88,50 Aa	90,00 Aa	90,00 Aa
	30	93,25 Aa	82,75 Bb	84,00 Ba
	40	91,00 Aa	95,00 Aa	77,75 Bb
3	20	89,50 Aa	90,50 Aa	91,00 Aa
	30	96,00 Aa	91,00 Aa	88,00 Aa
	40	86,00 Aa	84,00 Aa	55,00 Bb
6	20	85,00 Aa	90,00 Aa	84,00 Aa
	30	80,00 Ba	91,00 Aa	88,00 Aa
	40	82,00 Aa	80,00 Aa	88,50 Aa
9	20	69,00 Bb	74,50 Ba	80,50 Aa
	30	80,00 Aa	79,00 Aa	84,00 Aa
	40	81,50 Aa	78,50 Aa	38,50 Bb
12	20	72,50 Bb	84,50 Aa	83,50 Aa
	30	76,50 Ab	78,00 Aa	81,50 Aa
	40	82,50 Aa	79,00 Aa	62,00 Bb
Erro Padrão		2,72		

1-As médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, dentro de cada combinação (Armazenamento-Temperatura) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Armazenamento-Período) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

Nas sementes armazenadas por 3 meses o condicionamento a 40°C por 6 dias resultou no efeito mais negativo sobre a porcentagem de emergência de plântulas, sugerindo que esta seja uma condição demasiadamente drástica, como já observado nas sementes não armazenadas. Não se observou diferenças nos demais tratamentos para esta época de armazenamento (Tabela 6).

A emergência de plântulas das sementes armazenadas por 6 meses foi semelhante para 20 e 40°C, independentemente dos períodos de tempo de condicionamento, e para 4 e 6 dias nas três temperaturas estudadas. O efeito

mais negativo foi observado para sementes condicionadas a 30°C por 2 dias (Tabela 6).

Quando os tratamentos foram aplicados nas sementes armazenadas por 9 meses, observou-se que para 20°C o melhor período de condicionamento foi de 6 dias. No entanto, quando realizado a 40°C os períodos de tempo de 2 e 4 dias foram superiores a 6 dias que resultou em 38,5% de emergência. Os resultados obtidos a 30°C foram semelhantes, independente do período de tempo de condicionamento (Tabela 6).

Aos 12 meses de armazenamento quando as sementes foram condicionadas a 20°C, os melhores resultados foram obtidos nos maiores períodos de tempo. Por outro lado, a 40°C os menores períodos de tempo de condicionamento registraram efeitos mais positivos na emergência das plântulas. Quando o condicionamento foi realizado a 30°C a porcentagem de emergência foi semelhante, independente do tempo de condicionamento, e ainda, quando realizado por 4 dias, os resultados foram semelhantes independente da temperatura (Tabela 6).

Nenhum dos tratamentos de condicionamento fisiológico nos quais foram submetidas as sementes com 13,0%, de umidade, armazenadas ou não, superou a porcentagem de emergência de plântulas das testemunhas (sementes não condicionadas) (Tabela 7A).

Por meio das curvas de regressão para a porcentagem de emergência de plântulas quando se realizou o condicionamento a 20°C foi observado comportamento semelhante nos três períodos de tempo. Observa-se ligeira superioridade para 4 e 6 dias a partir do sexto mês de armazenamento, com a manutenção dos níveis de emergência para os tratamentos nestes períodos de tempo, principalmente para 6 dias que não foi estatisticamente significativo na temperatura de 20°C (Figura 18).

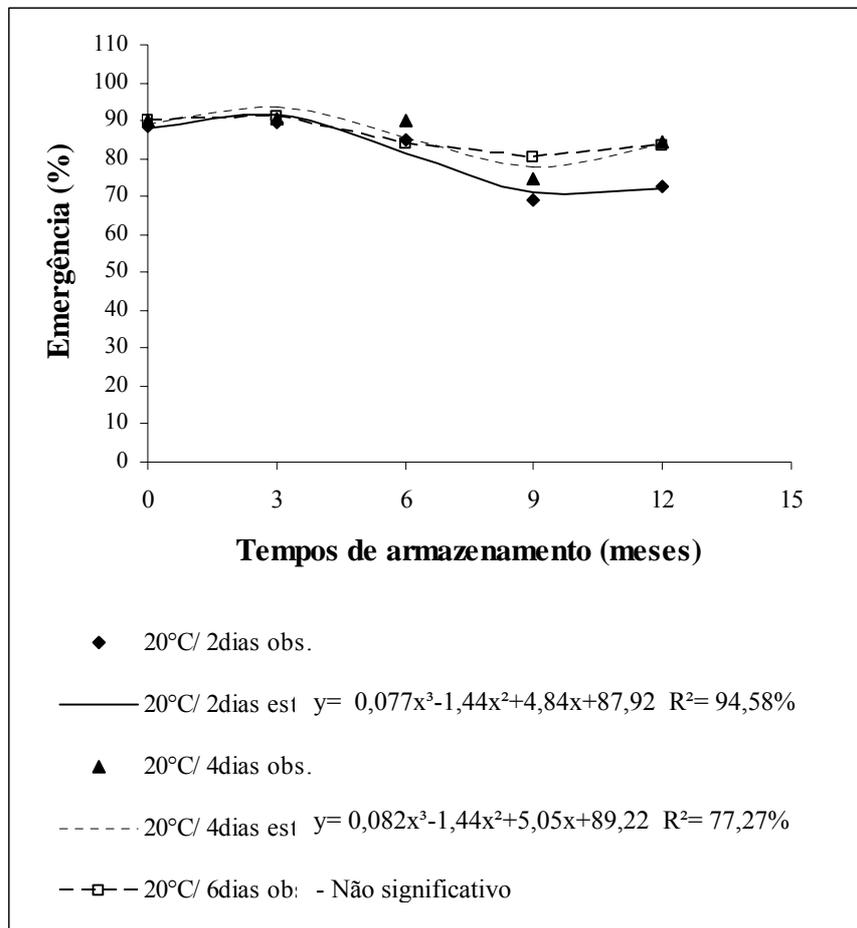


FIGURA 18 Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Quando se condicionou as sementes por 2 dias a 30°C observou-se um comportamento linear descendente para a emergência, com sensível superioridade sobre 4 e 6 dias até o terceiro mês de armazenamento. A partir desta época, houve inversão destas tendências, que se verificou até o final do armazenamento aos 12 meses. Observa-se um comportamento semelhante na

emergência de plântulas para o condicionamento por 6 dias a 30°C, nas diferentes épocas de armazenamento estudadas (Figura 19).

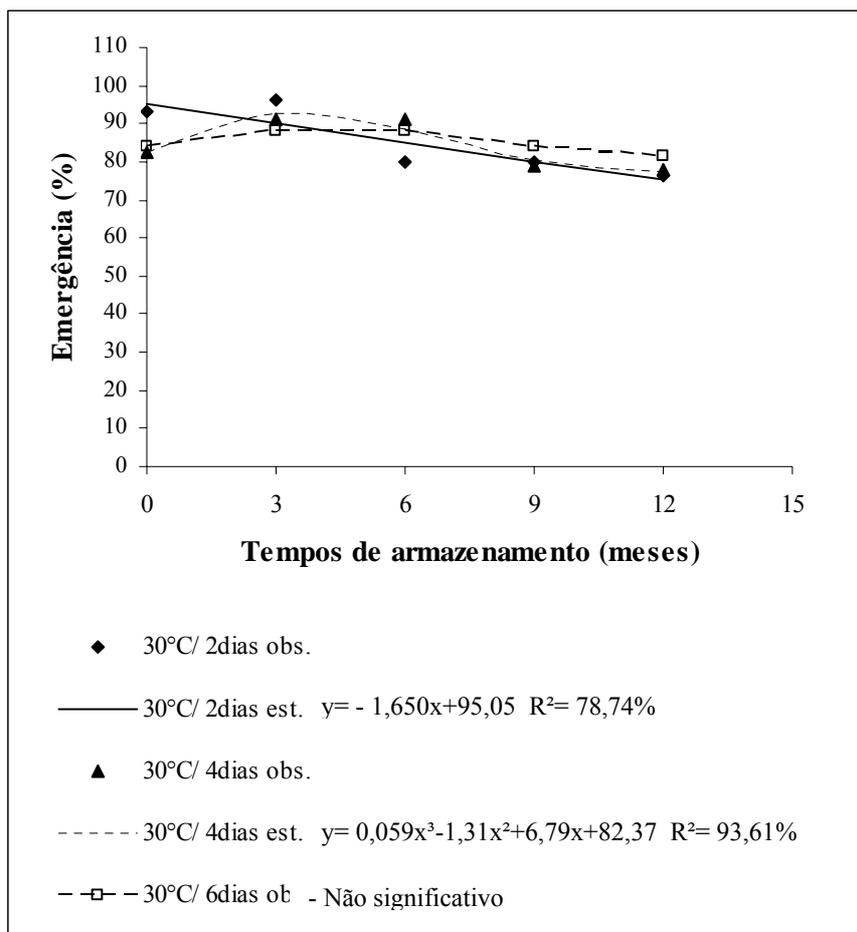


FIGURA 19 Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Pelas curvas da emergência, à 40°C foram observadas semelhanças nas diferentes épocas de armazenamento para 2 dias de condicionamento (não

significativo), porém seguindo a mesma tendência de quando se condicionou as sementes por 4 dias, que apresentou um ajuste quadrático (Figura 20).

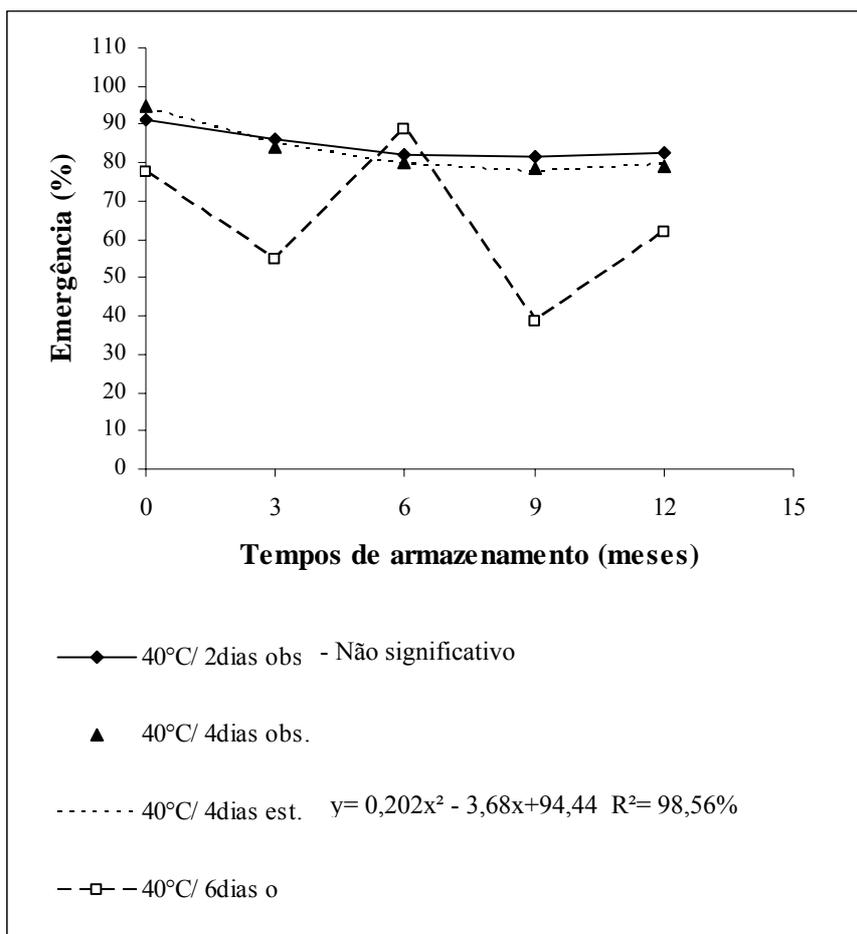


FIGURA 20 Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Os resultados do condicionamento das sementes a 40°C por 6 dias, registraram uma amplitude de oscilação das médias de emergência de

plântulas para as diferentes épocas de armazenamento, o que não proporcionou um ajuste estatístico da curva (Figura 20). Embora os resultados médios da porcentagem de germinação para sementes com 13% de umidade, anteriormente discutidos, tenham sido enquadrado dentro de um ajuste estatístico (Figura 11), observou-se, também naqueles resultados, uma expressiva oscilação das suas médias para sementes condicionadas a 40°C por 6 dias.

Esta semelhança de comportamentos permite explicar tais resultados. Considerando que, o condicionamento das sementes a 40°C por 6 dias são condições muito parecidas àquelas em que as sementes são expostas durante o envelhecimento acelerado, é razoável propor, que haja um efeito similar para as sementes nas duas condições.

O comportamento das sementes nestas condições são descritos por diversos autores. Assim, Giomo et al. (2001), observaram que a diferença de germinação entre lotes de diferentes qualidades deixou de existir após envelhecimento acelerado, não permitindo diferencia-los. Pertel (2004), observou que o envelhecimento artificial promove alterações na taxa respiratória, nos teores de açúcares solúveis e de lipídeos das sementes de café, além de acarretar decréscimos na germinação e no vigor das sementes de café (*Coffea arabica L.*).

Estudando os efeitos do envelhecimento acelerado sobre membranas celulares e atividades bioquímicas em sementes de milho, Basavarajappa et al. (1991) verificaram uma nítida redução em carboidratos de reserva e proteínas. Sung & Jeng (1994), observaram que o envelhecimento acelerado estimulou a peroxidação de lipídios e reduziu a atividade de enzimas removedoras de peróxido, como a peroxidase, dentre outras, motivo pelo qual sementes envelhecidas acumulam mais peróxidos do que as não envelhecidas. Para Bailly et al. (1996), o envelhecimento acelerado pode desnaturar enzimas em diferentes graus ou afetar a sua síntese. Os autores observaram clara relação entre a perda

da atividade de determinadas enzimas antioxidantes, peroxidação de lipídios e deterioração das sementes durante o envelhecimento acelerado.

A base de construção desta lógica é a ocorrência de transformações fisiometabólicas e bioquímicas durante o condicionamento a 40°C por 6 dias. Provavelmente estes eventos, ocorreram em elevadas magnitudes se comparada ao condicionamento das sementes a 20 ou 30°C, cuja oscilação das médias foi significativamente menor nas diversas épocas de armazenamento. Há de se considerar também as diferenças na qualidade fisiológica durante o armazenamento das sementes (Tabelas de 6A a 9A).

Estas transformações, de caráter qualitativo e quantitativo, inclusive com oscilações em vários constituintes das sementes, podem resultar em última análise, na expressão fisiológica através da germinação das sementes e da emergência de plântulas, que no caso em questão, culminam com os resultados obtidos para o condicionamento a 40°C por 6 dias.

Comparando as curvas de regressão da emergência de plântulas nas diferentes épocas de armazenamento para sementes com 13,0% de umidade, observa-se um comportamento semelhante no decorrer do armazenamento, entre as sementes que não foram condicionadas (Figura 4A), e aquelas condicionadas a 30°C, principalmente por 4 e 6 dias, com tendências descendentes no decorrer do armazenamento (Figura 19).

Quando a comparação é realizada entre as sementes não condicionadas (Figura 4A) e aquelas condicionadas a 20°C (Figura 18) e 40°C (Figura 20), é possível observar, uma inversão de comportamento das curvas, dos três períodos de tempo para 20°C, e para 2 e 4 dias a 40°C, em relação as não condicionadas. Percebe-se um sensível efeito positivo sobre a emergência de plântulas, principalmente após o nono mês de armazenamento, embora os resultados destes tratamentos tenham sido inferiores aos resultados alcançados nas sementes não condicionadas (Tabela 7A).

4.2.2.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de umidade

Constatou-se significância estatística na interação tripla para a porcentagem de emergência de plântulas (Tabela 11A). É possível observar também que não houve significância para a interação Adicional vs Fatorial.

As comparações dos efeitos das temperaturas e dos períodos de tempo de condicionamento dentro de cada época de armazenamento podem ser observadas na Tabela 7.

O condicionamento das sementes não alterou a porcentagem de emergência de plântulas quando realizado a 20 e 30°C, independente do período de tempo, e ainda, para 2 e 4 dias nas tres temperaturas, tanto nas sementes não armazenadas, quanto naquelas armazenadas por 6 meses. Além disso, quando realizado a 40°C por 6 dias, acarretou redução da emergência, confirmando efeito negativo deste tratamento (Tabela 7), como foi observado.

Nas sementes armazenadas por 3 meses os efeitos do condicionamento sobre a emergência foram semelhantes para 30°C nos tres períodos de tempo , e para 2 dias, independente da temperatura. Para 20°C, o condicionamento por 4 dias exerceu efeito negativo sobre a emergência de plântulas. Porém, as maiores diferenças foram obtidas a 40°C, onde se registrou porcentagens de emergência de 94,0 e 41,5% , respectivamente, para 2 e 6 dias de condicionamento fisiológico (Tabela 7).

TABELA 7 Valores médios de Emergência (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Armaz. (meses)	² Temp. (°C)	¹ Período de priming (dias)		
		2	4	6
0	20	97,00 Aa	99,00 Aa	97,25 Aa
	30	92,00 Aa	96,00 Aa	97,50 Aa
	40	98,00 Aa	93,25 Aa	90,00 Ab
3	20	95,50 Aa	86,50 Bb	94,00 Aa
	30	94,00 Aa	97,50 Aa	94,00 Aa
	40	94,00 Aa	83,00 Bb	41,50 Cb
6	20	96,50 Aa	94,00 Aa	92,50 Aa
	30	98,00 Aa	96,50 Aa	93,50 Aa
	40	94,50 Aa	92,00 Aa	80,50 Bb
9	20	82,50 Aa	85,00 Aa	85,00 Aa
	30	80,50 Aa	80,00 Aa	69,50 Bb
	40	81,00 Aa	42,00 Bb	36,50 Bc
12	20	15,50 Bb	29,00 Aa	27,50 Aa
	30	22,50 Aa	28,00 Aa	20,50 Aa
	40	14,50 Ab	12,50 Ab	4,00 Bb
Erro Padrão		2,57		

1-As médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, dentro de cada combinação (Armazenamento-Temperatura) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Armazenamento-Período) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

Nenhum dos tratamentos, tanto nas sementes não armazenadas quanto naquelas armazenadas por 3 e 6 meses, superou a porcentagem de emergência de plântulas das sementes não condicionadas (Tabela 16A).

Os efeitos da temperatura e do período de tempo foram marcantes no condicionamento das sementes armazenadas por 9 meses. Não se observou diferenças na emergência para sementes condicionadas a 20°C (Tabela 7), onde o condicionamento nesta temperatura proporcionou a melhoria da emergência

para os tres períodos de tempo estudados, em relação às sementes não condicionadas. Resultados semelhantes foram observados à 30°C, nos períodos de tempo de 2 e 4 dias de condicionamento e 40°C por 2 dias (Tabela 16A).

O condicionamento a 30°C por 6 dias e a 40°C por 4 e 6 dias, respectivamente, com 69,5; 42,0 e 36.50% de emergência, exerceram efeitos negativos com o aumento da temperatura e dos períodos de tempo de condicionamento, semelhante aos resultados discutidos anteriormente (Tabela 16A).

Os efeitos mais positivos para as sementes armazenadas por 12 meses foram obtidos quando se condicionou as sementes a 30°C, independente do período de tempo e 20°C por 4 e 6 dias. Efeitos positivos, porém de menor expressão, foram também registrados no condicionamento a 20°C por 2 dias e a 40°C por 2 e 4 dias (Tabela 7).

Todos estes tratamentos supra citados proporcionaram melhorias e superaram a emergencia de plântulas em relação às sementes não condicionadas, embora os índices de emergência tenham se mantido em patamares de baixa qualidade, o incremento foi significativo (Tabela 16 A). Por esta mesma tabela, pode-se observar que a porcentagem de emergência resultante do condicionamento a 40°C por 6 dias foi estatisticamente semelhante a observada nas não condicionadas, após 12 meses de armazenamento.

As curvas de regressão para a emergência de plântulas das sementes submetidas ao condicionamento a 20°C e 30°C (Figuras 21 e 22) foram semelhantes, com comportamento descendente acentuado após o sexto mês de armazenamento, para os 3 períodos de condicionamento. A 40°C o comportamento para os tres períodos de tempo foi diferente (Figura 23), com considerável efeito positivo sobre a emergência, quando se condicionou as sementes por 2 dias. O condicionamento por 4 dias proporcionou um

comportamento semelhante a 2 dias, entretanto, em um patamar inferior durante todo o armazenamento.

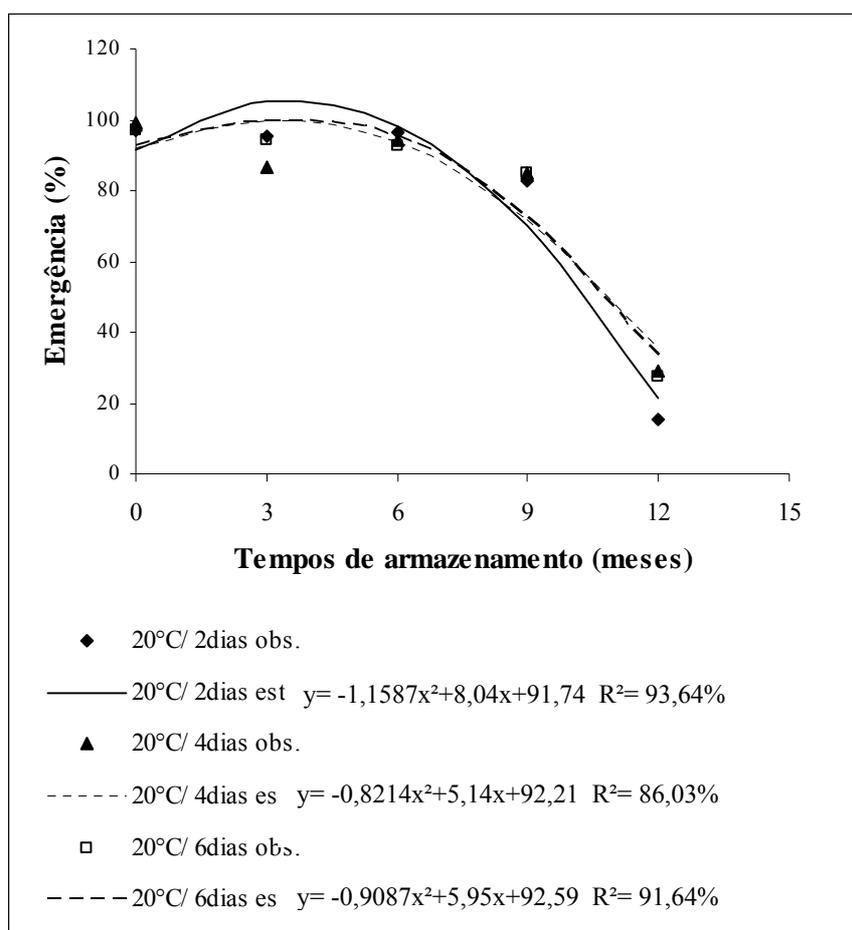


FIGURA 21 Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

O efeito mais negativo sobre a emergência de plântulas foi registrado com o condicionamento a 40°C por 6 dias, onde a curva com redução acentuada até os 3 meses de armazenamento, mantendo-se estável com ligeiro aumento

entre 3 e 9 meses, o que provavelmente, seja uma resposta mais efetiva do condicionamento sobre a menor qualidade das sementes, verificada com o avanço do tempo de armazenamento. A partir daí, verificou-se um decréscimo acentuado até os 12 meses de armazenamento (Figura 23). Como já discutido anteriormente, provavelmente ocorreu envelhecimento das sementes, nestas condições.

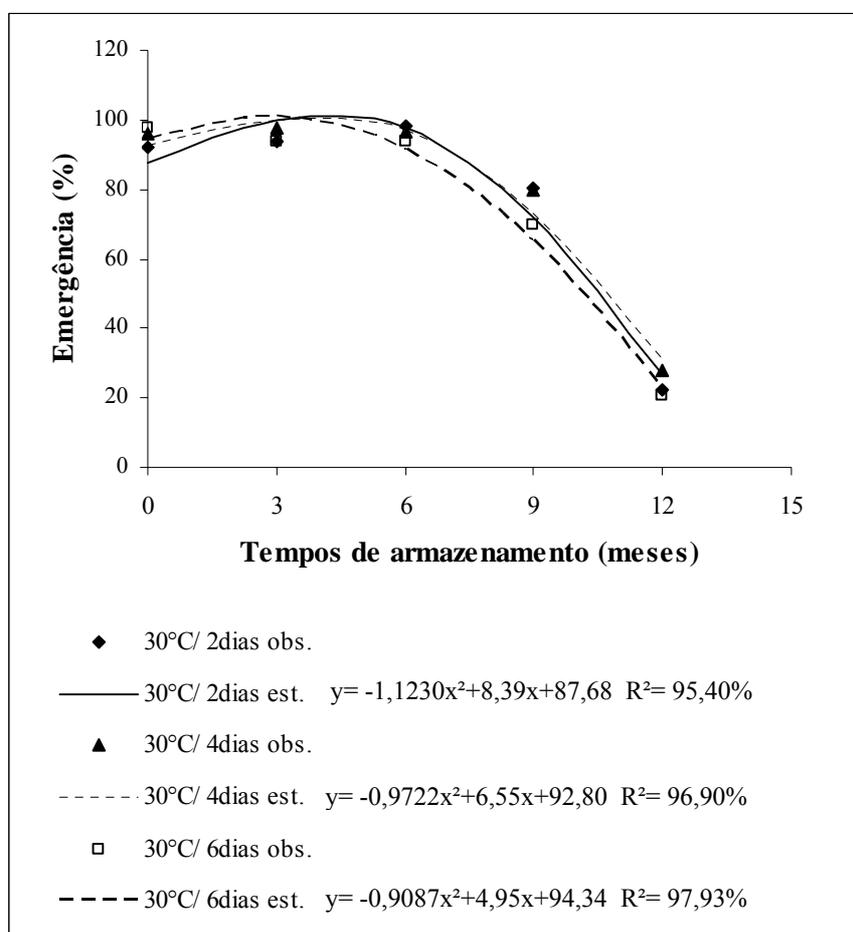


FIGURA 22 Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

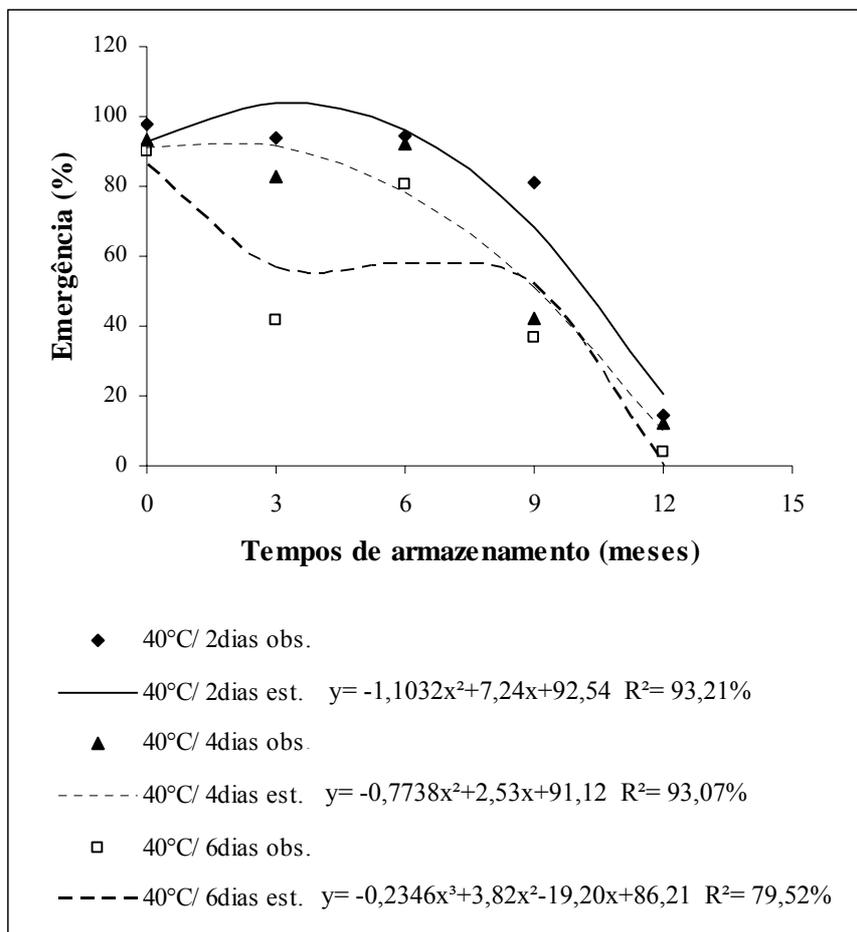


FIGURA 23 Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Por meio das curvas de regressão da emergência de plântulas no decorrer do armazenamento para as sementes condicionadas a 20°C e 30°C, independente dos períodos de tempo de condicionamento, e 40°C por 2 dias (Figuras 21 a 23) foi observada redução menos acentuada, principalmente a partir do nono mês, em relação ao comportamento das sementes não

condicionadas (Figura 5A). Estes resultados, que também foram verificados pela comparação das médias dos condicionamentos (Tabela 7), sugerem maior efeito, embora controverso, dos tratamentos nas sementes com menor qualidade fisiológica, como observado nas sementes com 9 e 12 meses de armazenamento (Tabela 16A).

Pela Tabela 16A, observa-se claramente que no decorrer do armazenamento, as sementes se enquadraram em duas classes fisiológicas distintas considerando a emergência de plântulas: melhor até o sexto mês de armazenamento, e pior, após este.

O estado de deterioração das sementes pode influenciar nos resultados do condicionamento. Em vários trabalhos foram observados maiores valores de germinação, após o condicionamento, em sementes com baixo vigor em relação às de alto vigor, no entanto existem controvérsias (Nascimento, 1998). Parera & Cantliffe (1994) sugerem que as sementes devam apresentar alto vigor. Como exemplo, pode-se citar o trabalho de Costa & Villela (2006), que obtiveram melhores resultados no condicionamento de sementes de beterraba de lotes de alta e média qualidade fisiológica.

Segundo Eira (1988), sementes mais vigorosas mostram-se menos sensíveis ao condicionamento, enquanto que, sementes de médio vigor manifestam resposta de maneira mais evidente. José et al. (1999) obtiveram melhoria no desempenho de lotes de sementes de pimentões de baixa qualidade inicial após o condicionamento fisiológico.

Dias et al. (2001) e Pertel et al. (2001), relatam que os efeitos do condicionamento fisiológico em sementes de café (*Coffea arabica* L.) é variável conforme a qualidade inicial dos lotes, não sendo efetivo em lotes de baixo e alto vigor, porém promove melhoria da qualidade das sementes em lotes de médio vigor. Camargo (1998), trabalhando com condicionamento fisiológico em sementes de café observou ganhos menos efetivos para as sementes de boa

qualidade fisiológica. Lima (1999) relatou acréscimo de cerca de 40% na germinação de sementes de café quando armazenadas por 90 dias e condicionadas. Braz & Rossetto (2008) concluíram que o condicionamento fisiológico favoreceu a germinação e o vigor das sementes de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em embalagens de polietileno e câmara seca, durante nove meses.

Vale destacar neste trabalho, em termos relativos, o incremento da porcentagem de emergência de plântulas, quando se realizou o condicionamento nas sementes armazenadas por 12 meses, cujos índices atingiram até 29,0%, contra os 4,0% quando não foram condicionadas (Tabela 16A). Provavelmente, os diversos eventos que ocorrem durante o condicionamento foram responsáveis por esse incremento.

Durante o condicionamento há reorganização espontânea da membrana plasmática, porém, a reparação do vigor inclui outros processos metabólicos (Tilden & West, 1985). Há restauração da integridade das membranas e aumento na disponibilidade de metabólitos quando a semente é colocada para germinar novamente. Essencialmente, todos os processos associados com a germinação, ocorrem durante o condicionamento: síntese e reparo de ácidos nucléicos, reparo de membranas, aumento no número de mitocôndrias e conseqüentemente, aumento na respiração.

O condicionamento fisiológico permite um acúmulo de solutos (açúcares, ácidos orgânicos e íons) provenientes do início do metabolismo da semente, resultando em maior turgor na reidratação, promovendo a protrusão da raiz primária em menor espaço de tempo (Bradford, 1986). Também pode ser observada a indução da síntese de enzimas “scavengers”, que participam dos processos de neutralização de radicais livres (Bailly et al., 2000).

4.2.2.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de umidade

Constatou-se significância estatística na interação tripla para a porcentagem de emergência de plântulas (Tabela 20A). É possível observar também significância para a interação Adicional vs Fatorial, cujas médias foram comparadas (Tabela 23A).

As comparações dos efeitos das temperaturas e dos períodos de tempo de condicionamento dentro de cada época de armazenamento podem ser observadas na Tabela 8.

Para as sementes não armazenadas e condicionadas a 20°C observou-se menores porcentagens de emergência para os menores períodos de tempo. As médias de emergência foram semelhantes para 30°C, independente do período de tempo de condicionamento. A 40°C, as maiores médias de emergência foram obtidas nos menores períodos de tempo de condicionamento, com destacado efeito da temperatura (Tabela 8).

As médias de emergência para o condicionamento aos 3 meses de armazenamento foram semelhantes para as temperaturas de 20 e 30°C, independente do tempo e para 40°C por 2 dias. As menores médias para esta época de armazenamento foram registradas a 40°C por 4 e 6 dias de condicionamento (Tabela 8).

As porcentagens de emergência de plântulas das sementes não condicionadas, não foram superadas em nenhum dos tratamentos aplicados às sementes não armazenadas ou armazenadas por 3 meses (Tabela 25A).

TABELA 8 Valores médios de Emergência (%) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Armaz. (meses)	² Temp. (°C)	¹ Período de priming (dias)		
		2	4	6
0	20	75,75 Bb	73,75 Bb	96,75 Aa
	30	91,00 Aa	96,00 Aa	92,50 Aa
	40	93,00 Aa	90,75 Aa	70,75 Bb
3	20	96,00 Aa	95,00 Aa	96,50 Aa
	30	93,00 Aa	95,00 Aa	97,00 Aa
	40	96,00 Aa	66,00 Bb	45,50 Cb
6	20	91,50 Aa	95,00 Aa	91,50 Aa
	30	96,00 Aa	89,00 Aa	90,00 Aa
	40	98,50 Aa	90,50 Ba	85,00 Ba
9	20	91,00 Aa	94,00 Aa	91,00 Aa
	30	88,50 Aa	89,00 Aa	89,00 Aa
	40	87,50 Aa	27,50 Cb	58,00 Bb
12	20	6,00 Aa	6,50 Aa	7,00 Aa
	30	5,50 Aa	5,50 Aa	4,50 Aa
	40	2,50 Aa	0,00 Aa	0,00 Aa
Erro Padrão		2,48		

1-As médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, dentro de cada combinação (Armazenamento-Temperatura) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Armazenamento-Período) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

Nas sementes armazenadas por 6 e 9 meses, os efeitos do condicionamento foram similares aos obtidos aos 3 meses de armazenamento, mas, menos severos para as condições de 40°C por 6 dias para o sexto mês de armazenamento. No entanto, o condicionamento das sementes ao nono mês de armazenamento, nas condições de 40°C por 4 e 6 dias, resultou em baixas porcentagens de emergência de plântulas (Tabela 8).

Para seis de armazenamento, a porcentagem de emergência em sementes não condicionadas foi superada pelas sementes condicionadas a 20, 30 e 40°C, respectivamente, por 4, 2 e 2 dias de condicionamento. Aos nove meses, somente o condicionamento a 20°C por 4 dias superou a emergência das sementes não condicionadas. Vale lembrar que, estes resultados foram obtidos quando as sementes apresentaram menor qualidade, aos 6 e 9 meses de armazenamento (Tabela 25A).

O efeito do condicionamento sobre a porcentagem de emergência de plântulas aos 12 meses de armazenamento foi semelhante para todos os tratamentos, independentemente de temperatura e período de tempo. Nenhuma das médias dos tratamentos nesta época de armazenamento superou a média das sementes não condicionadas (Tabelas 8 e 25A).

As curvas de regressão no decorrer do armazenamento para 20 e 30°C apontaram haver efeitos semelhantes sobre a emergência de plântulas, independentemente dos períodos de tempo, com exceção do condicionamento a 20°C por 6 dias, que apresentou ligeira superioridade até o terceiro mês de armazenamento (Figuras 24 e 25). Para o condicionamento a 40°C (Figura 26), observa-se efeito superior do período de tempo de 2 dias sobre os demais tratamentos, e de 4 dias sobre o período de tempo de 6 dias até o sexto mês de armazenamento, quando houve uma inversão no comportamento destes dois últimos tratamentos, até o final.

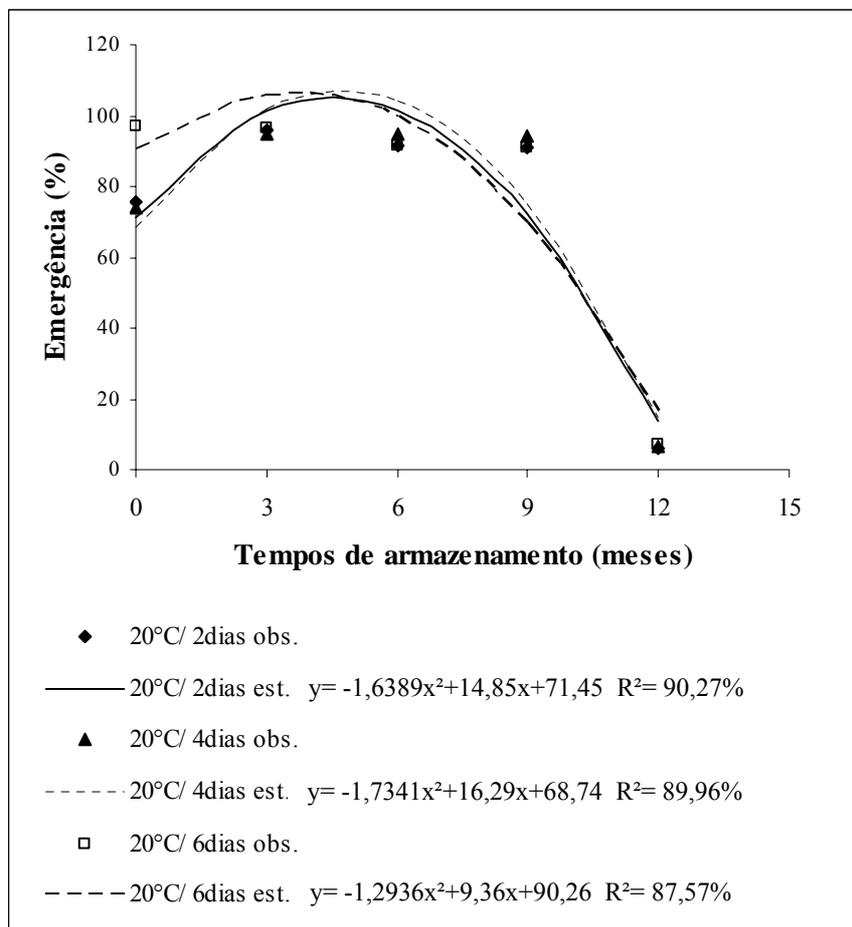


FIGURA 24 Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Como já ocorrera anteriormente para sementes com 24,0% de umidade (Figura 23), a curva de regressão de 40°C por 6 dias para sementes armazenadas com 36,0% de umidade (Figura 26), apresentou um comportamento cúbico para a porcentagem de emergência. Nesta curva, observa-se um decréscimo da emergência até o terceiro mês de armazenamento. O comportamento ascendente,

observado do terceiro ao nono mês de armazenamento, pode ser explicado pelo desempenho das sementes neste tratamento, ocorrido ao sexto mês de armazenamento (Tabela 8). A redução observada após o nono mês de armazenamento (Figura 26), provavelmente, é resultado do processo deteriorativo das sementes, que não sofreu interferência de nenhum dos tratamentos aos 12 meses de armazenamento (Tabela 8).

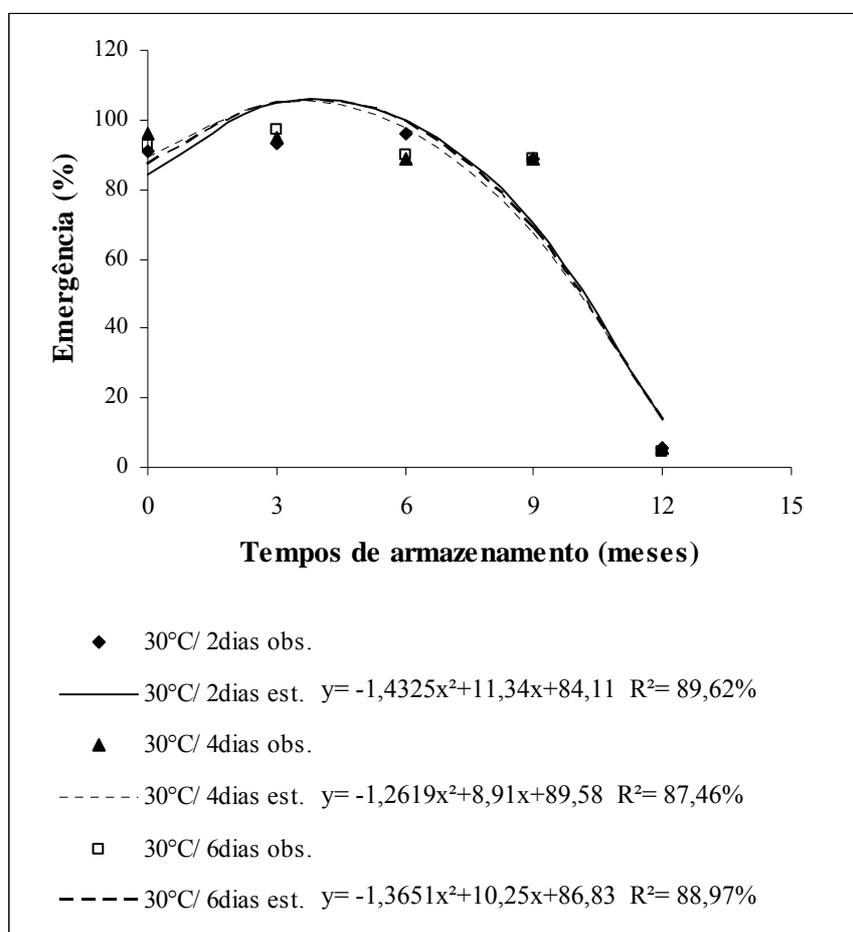


FIGURA 25 Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

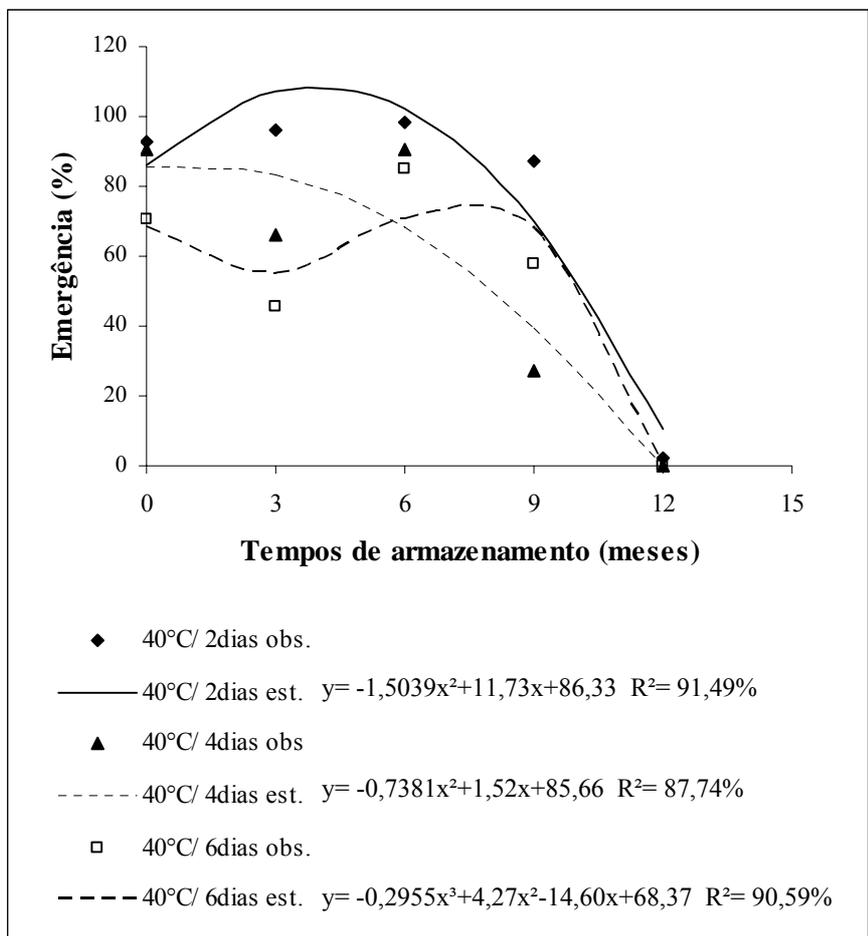


FIGURA 26 Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

As curvas de regressão do armazenamento para condicionamento das sementes a 20, 30 e 40°C por 2 dias (Figuras 24 a 26) apresentaram tendências semelhantes à observada para sementes não condicionadas (Figura 6A). Já, pelas curvas dos tratamentos à temperatura de 40°C por 4 e 6 dias, houve expressão

negativa destes tratamentos sobre a porcentagem de emergência de plântulas no decorrer do armazenamento.

4.2.3 Índice de Velocidade de Emergência de Plântulas (I.V.E.)

Os resultados da avaliação do índice de velocidade de emergência de plântulas, cujas sementes foram submetidas ao condicionamento fisiológico em matriz sólida nos três experimentos, encontram-se nas Tabelas de 9 a 11 e nas Figuras 27 a 35. O comportamento do índice de velocidade de emergência de plântulas das sementes que foram armazenadas, mas não condicionadas (tratamentos adicionais), em cada um dos três experimentos, são registrados nas Tabelas 8A, 17A, 26A e Figuras 7A a 9A.

4.2.3.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de umidade

Constatou-se significância estatística na interação tripla para o Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) (Tabela 2A). É possível observar também significância para a interação Adicional vs Fatorial, cujas médias foram comparadas (Tabela 5A).

As comparações dos efeitos das temperaturas e dos períodos de tempo de condicionamento dentro de cada época de armazenamento podem ser observadas na Tabela 9.

TABELA 9 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Armaz. (meses)	² Temp. (°C)	¹ Período de priming (dias)		
		2	4	6
0	20	1,15 Aa	1,22Aa	1,18 Aa
	30	1,24 Aa	1,10 Aa	1,11 Aa
	40	1,17 Aa	1,21 Aa	0,89 Bb
3	20	1,15 Aa	1,15 Aa	1,21 Aa
	30	1,22 Aa	1,22 Aa	1,16 Aa
	40	1,13 Aa	0,95 Bb	0,66 Cb
6	20	1,16 Aa	1,05 Aa	1,09 Aa
	30	0,99 Bb	1,17 Aa	1,17 Aa
	40	0,97 Bb	1,09 Aa	1,15 Aa
9	20	0,67 Aa	0,75 Aa	0,80 Aa
	30	0,76 Aa	0,76 Aa	0,82 Aa
	40	0,77 Aa	0,73 Aa	0,58 Bb
12	20	0,87 Ba	1,00 Aa	1,03 Aa
	30	0,88 Aa	0,90 Aa	1,02 Aa
	40	1,01 Aa	0,91 Aa	0,65 Bb
Erro Padrão		2,52		

1-As médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, dentro de cada combinação (Armazenamento-Temperatura) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Armazenamento-Período) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

Os tratamentos de condicionamento nas sementes não armazenadas e armazenadas por 3 e 6 meses não anteciparam a emergência de plântulas nestas épocas (Tabela 8A), embora tenham proporcionado algumas diferenças nos resultados (Tabela 9). Não se registrou diferenças para sementes não armazenadas quando condicionadas nas temperaturas de 20 e 30°C, como também a 40°C por 2 e 4 dias. Como já observado anteriormente, o condicionamento a 40°C exerceu efeito mais negativo, se comparado aos

demais, e neste caso, proporcionou menor velocidade de emergência de plântulas (Tabela 9).

Quando as sementes foram armazenadas por 3 meses e submetidas ao condicionamento, não se observou diferentes efeitos sobre a velocidade de emergência para as temperaturas de 20, 30 e 40°C por 2 dias. Entretanto, os tratamentos de 40°C por 4 e 6 dias de condicionamento, notadamente este último, tiveram suas emergências de plântulas retardadas em relação aos demais, para esta época de armazenamento (Tabela 9)

Observa-se pela Tabela 9, que não houve alteração para a velocidade de emergência de plântulas no condicionamento a 20°C, independente do período de tempo, e para 4 e 6 dias a 30 e 40°C no sexto mês de armazenamento. Efeitos negativos, em relação aos demais tratamentos, foram observados no condicionamento a 30 e 40°C por 2 dias, sugerindo que para esta época de armazenamento exceto a 20°C, os maiores períodos de tempo influenciam mais positivamente no desempenho das sementes.

O condicionamento a 40°C por 6 dias foi o único tratamento a se diferenciar dos demais aos nove meses de armazenamento, cujo efeito sobre o desempenho das sementes foi mais negativo. Aos doze meses, os efeitos mais negativos foram observados para o condicionamento a 20°C por 2 dias e 40°C por 6 dias (Tabela 9).

Os resultados mais relevantes aos 9 e 12 meses de armazenamento foram a melhoria do desempenho das sementes condicionadas a 30°C por 6 dias após 9 meses de armazenamento, e 20°C por 4 e 6 dias, 30°C por 6 dias e 40°C por 2 dias após 12 meses de armazenamento. Nestes tratamentos foram verificados índices de velocidade de emergência de plântulas (IVE) superiores aos obtidos nas sementes não condicionadas. Justamente nestas duas últimas épocas de armazenamento onde o vigor foi considerado inferior, se observou o efeito mais positivo do condicionamento fisiológico sobre a velocidade de

emergência das plântulas (Tabela 8A). Estes resultados concordam com aqueles obtidos por Eira (1988), Camargo (1998), Nascimento (1998) e José et al. (1999). Por outro lado, existem resultados discordantes como os obtidos por Parera & Cantliffe (1994) e Costa & Vilela (2006).

Foi registrado um ajuste cúbico para as curvas de regressão para o índice de velocidade de emergência de plântulas no condicionamento a 20 e 30°C para os tres períodos de tempo estudados e para 40°C por 2 dias. O comportamento das curvas foram semelhantes, sendo ascendente até os 3 meses de armazenamento, seguido de uma sensível queda até os 9 meses e posteriormente ascendente (Figuras 27 a 29). O comportamento ascendente entre 9 e 12 meses de armazenamento, reforçado pelas comparações das médias (Tabela 9), apontam uma tendência promissora de melhoria de desempenho de sementes de café quando condicionadas.

Observa-se através das curvas, também uma sensível superioridade dos períodos de tempo de condicionamento de 4 e 6 dias a 20°C, de 6 dias a 30°C e 2 dias a 40° C, apontando uma recuperação da qualidade das sementes após o nono mês de armazenamento (Figuras 27 a 29). Os resultados do condicionamento por 6 dias a 40°C apresentaram uma amplitude de oscilação demasiadamente grande, não se ajustando em um modelo estatístico. As prováveis razões que motivaram este comportamento já foram discutidos no item 4.2.2.1, quando neste mesmo tratamento os resultados se expressaram de maneira semelhante para a porcentagem de emergência de plântulas.

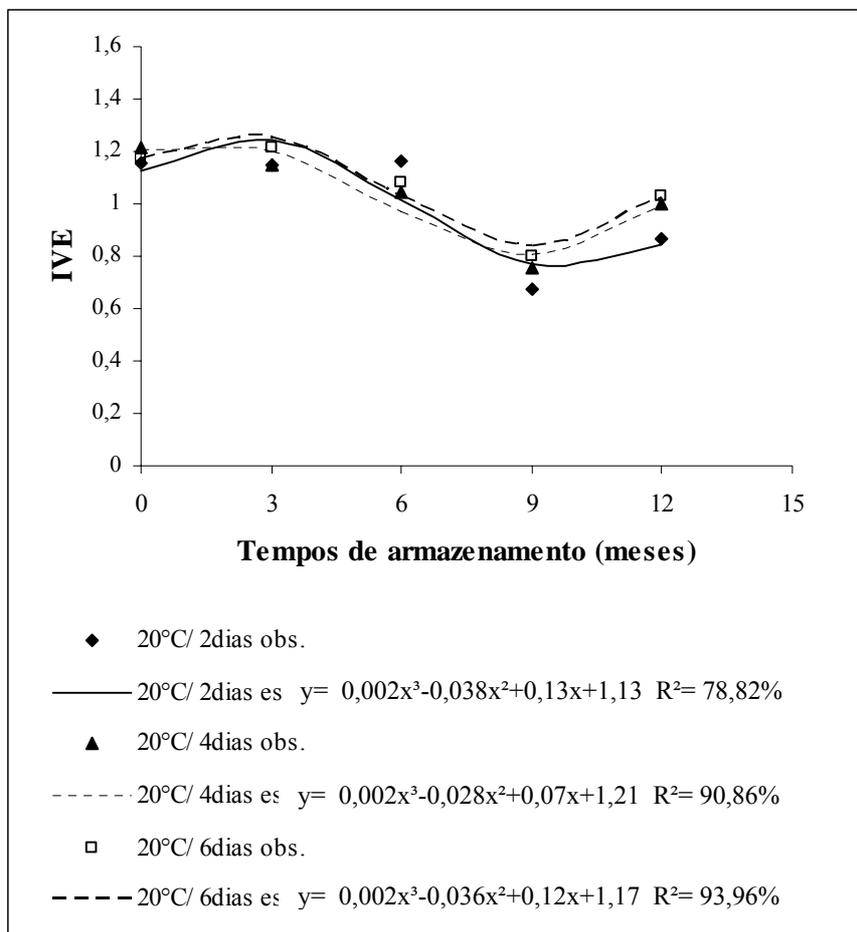


FIGURA 27 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

A curva de regressão para sementes não condicionadas (Figura 7A), também se ajustou estatisticamente em um modelo cúbico, de comportamento semelhante ao já descrito para as curvas das sementes condicionadas, no entanto, com menor tendência ascendente entre os 9 e 12 meses de armazenamento.

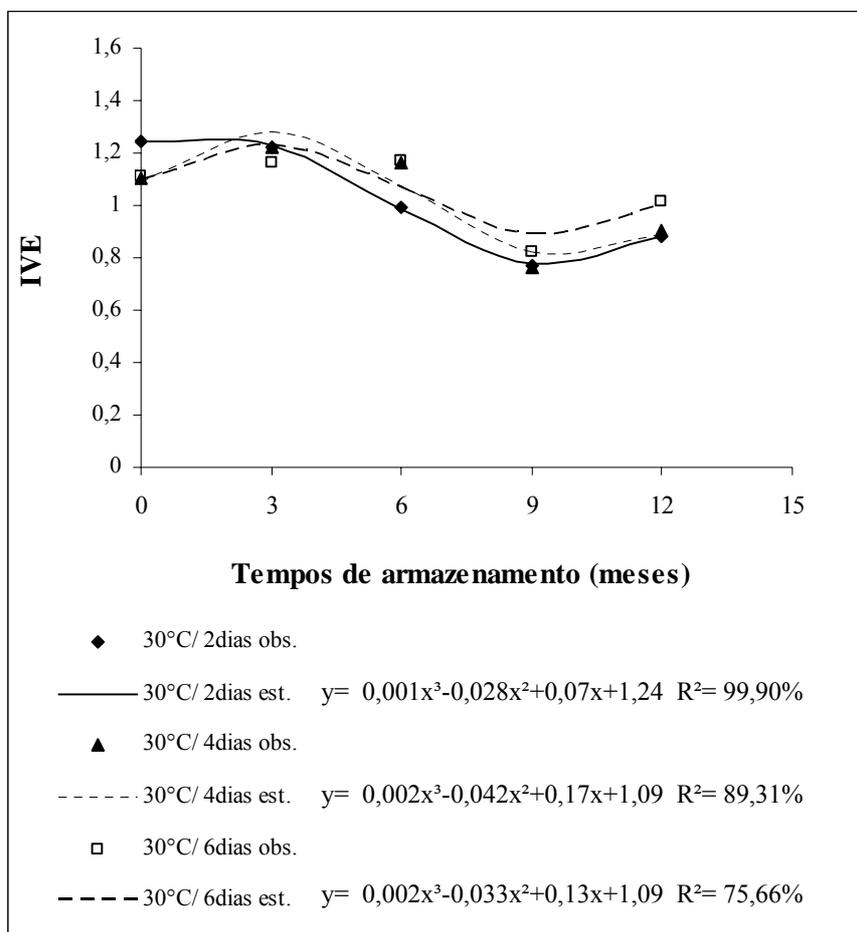


FIGURA 28 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (I.V.E.) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

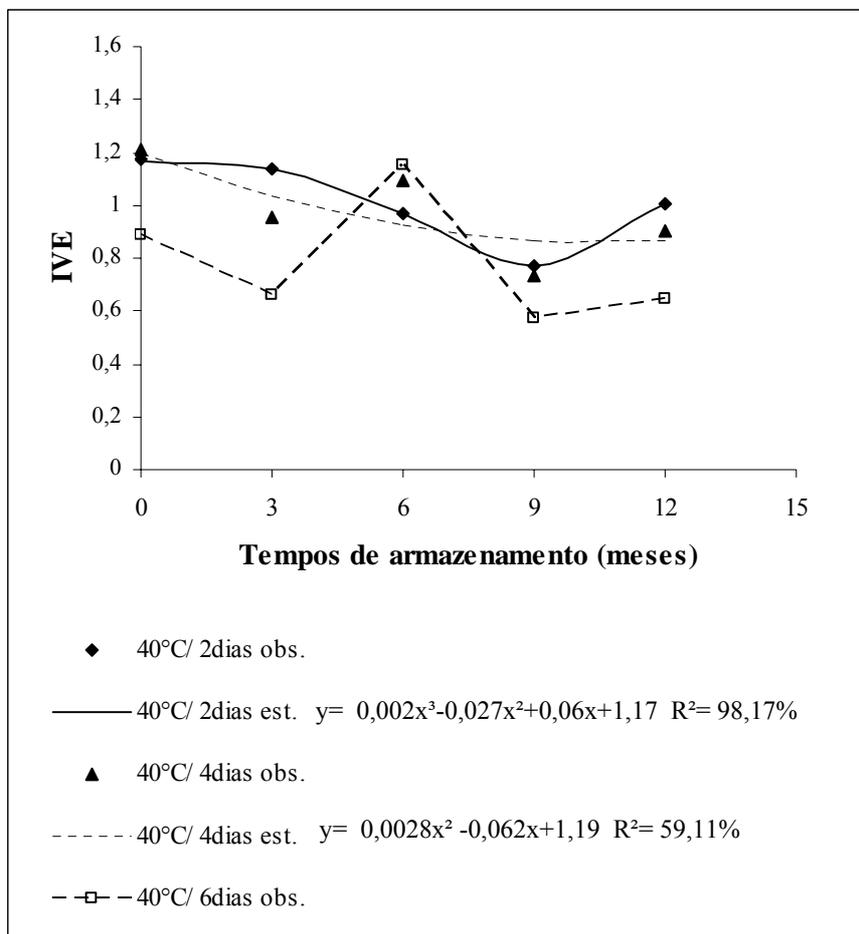


FIGURA 29 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

4.2.3.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de umidade

Constatou-se significância estatística na interação tripla para o Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) (Tabela 10A). É possível observar também que não houve significância para a interação Adicional vs Fatorial.

As comparações dos efeitos das temperaturas e dos períodos de tempo de condicionamento dentro de cada época de armazenamento podem ser observadas na Tabela 10.

TABELA 10 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Armaz. (meses)	² Temp. (°C)	¹ Período de priming (dias)		
		2	4	6
0	20	1,228 Aa	1,302 Aa	1,224 Aa
	30	1,224 Aa	1,189 Aa	1,250 Aa
	40	1,301 Aa	1,158 Ba	0,563 Cb
3	20	1,278 Aa	1,107 Ab	1,195 Aa
	30	1,292 Aa	1,283 Aa	1,322 Aa
	40	1,114 Ab	1,089 Ab	0,493 Bb
6	20	1,218 Ab	1,262 Aa	1,276 Aa
	30	1,390 Aa	1,220 Ba	1,332 Aa
	40	1,262 Ab	1,205 Aa	1,015 Bb
9	20	0,715 Aa	0,781 Aa	0,756 Aa
	30	0,809 Aa	0,716 Aa	0,657 Aa
	40	0,707 Aa	0,385 Bb	0,303 Bb
12	20	0,142 Ba	0,324 Aa	0,323 Aa
	30	0,262 Aa	0,321 Aa	0,179 Ab
	40	0,174 Aa	0,160 Ab	0,030 Bc
Erro Padrão		0,048		

1-As médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, dentro de cada combinação (Armazenamento-Temperatura) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Armazenamento-Período) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

Para sementes não armazenadas, a velocidade de emergência de plântulas não variou quando se condicionou as sementes a 20 e 30°C, independente do período de tempo, e a 40°C por 2 dias. Ocorreram efeitos mais

negativos para o condicionamento a 40°C por 4 e 6 dias, principalmente para este último período (Tabela 10). Observa-se na Tabela 17A, que nesta época de armazenamento, com as sementes mais vigorosas, a velocidade de emergência de plântulas nas sementes não condicionadas foi superada por vários tratamentos (20°C por 2, 4 e 6 dias; 30°C por 2 e 6 dias; 40°C por 2 dias).

Estes resultados são concordantes com os trabalhos de Parera & Cantliffe (1994) e Costa & Vilela (2006). Porém discordantes dos trabalhos de Dias et al. (2001) e Pertel et al. (2001), que sugeriram melhor efeito do condicionamento fisiológico sobre sementes de café de médio vigor.

Para sementes com 3 meses de armazenamento condicionadas a 20°C por 2, 4 e 6 dias, não se observou diferenças na velocidade de emergência de plântulas, o mesmo acontecendo, quando o condicionamento foi realizado a 30°C. Os efeitos mais negativos ocorreram a 40°C, principalmente aos 6 dias de condicionamento (Tabela 10). Para esta época, a velocidade de emergência de plântulas nas sementes não condicionadas foi superada com o condicionamento a 20°C por 2 dias e 30°C por 2, 4 e 6 dias (Tabela 17A).

Para seis meses de armazenamento não ocorreu diferenças na velocidade de emergência de plântulas para sementes armazenadas, quando condicionadas a 20°C, independente do período de tempo de condicionamento. Para 30°C, os efeitos mais positivos foram observados aos 2 e 6 dias de condicionamento, sendo 40°C por 6 dias o tratamento que exerceu o efeito mais negativo sobre a velocidade de emergência (Tabela 10). Aos nove meses de armazenamento somente ocorreu diferença entre os tratamentos dentro da temperatura de 40°C, onde os índices de velocidade de emergência mais baixos foram registrados nos períodos de tempo de 4 e 6 dias de condicionamento.

No condicionamento das sementes armazenadas por 12 meses observou-se efeitos mais positivos sobre a velocidade de emergência nos maiores períodos de tempo a 20°C, e nos menores a 40°C. As médias do condicionamento a 30°C

foram semelhantes nos tres período de tempo (Tabela 10). Nesta época de armazenamento, a exceção do tratamento a 40°C por 6 dias, todos os outros condicionamentos realizados apresentaram índices de velocidade de emergência de plântulas superiores ao obtido pelas sementes não condicionadas (Tabela 17 A). Considerando a baixa qualidade das sementes aos 12 meses de armazenamento, estes resultados são mais relevantes para sugerir um potencial de na aplicação do condicionamento das sementes, do que na expressão dos valores absolutos.

As curvas de regressão, com ajuste quadrático, para o índice de velocidade de emergência de plântulas foram semelhantes para as temperaturas de 20 e 30°C (Figuras 30 e 31). Observa-se a 20°C uma sensível superioridade para o condicionamento a 4 e 6 dias após 6 meses de armazenamento, e 30°C por 2 dias ligeiramente superior a partir de 3 meses.

As curvas de regressão para 40°C, também com ajuste quadrático, apresentaram comportamentos semelhantes para os tres períodos de tempo de condicionamento, porém em diferentes patamares (Figura 32). No decorrer do armazenamento, é notável a superioridade do condicionamento por 2 dias. Da mesma forma, também é notável o efeito negativo do condicionamento a 40°C por 6 dias durante todo o armazenamento.

Quando comparadas as curvas de regressão para sementes não condicionadas (Figura 8A) e condicionadas (Figuras 30 a 32), foi possível observar que o índice de velocidade de emergência de plântulas durante o armazenamento não foi alterado, mas um decréscimo mais suave foi observado nas sementes condicionadas após o sexto mês de armazenamento, provavelmente, como resultado do condicionamento das sementes na velocidade de emergência das plantulas.

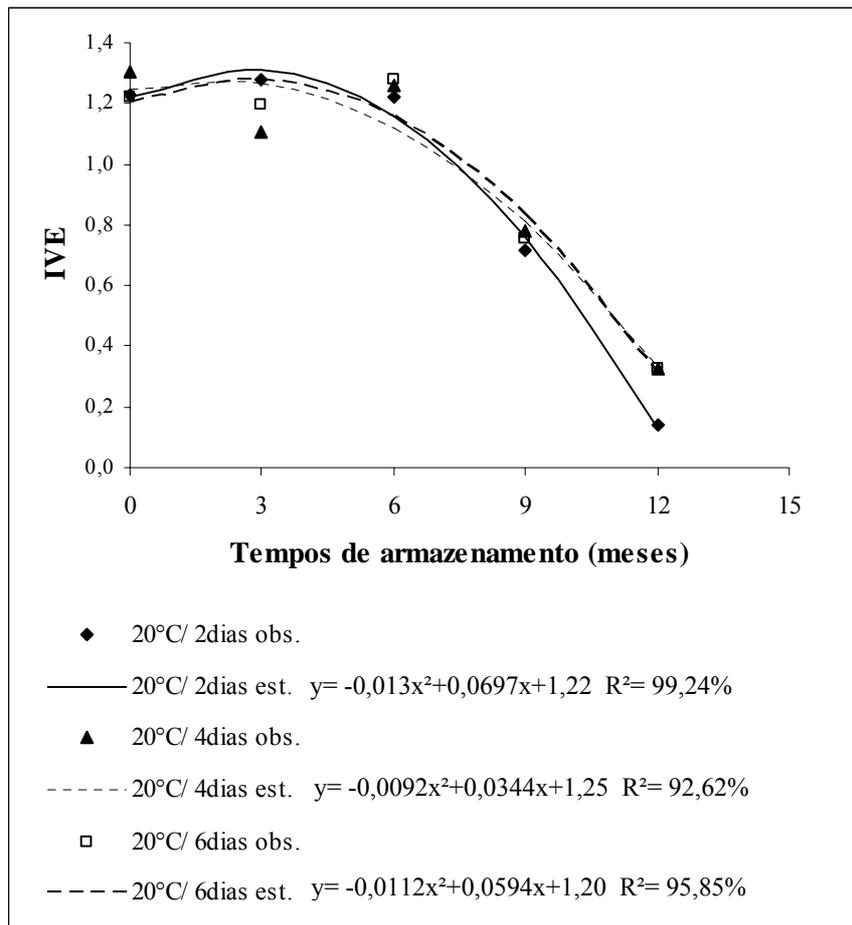


FIGURA 30 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (I.V.E.) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

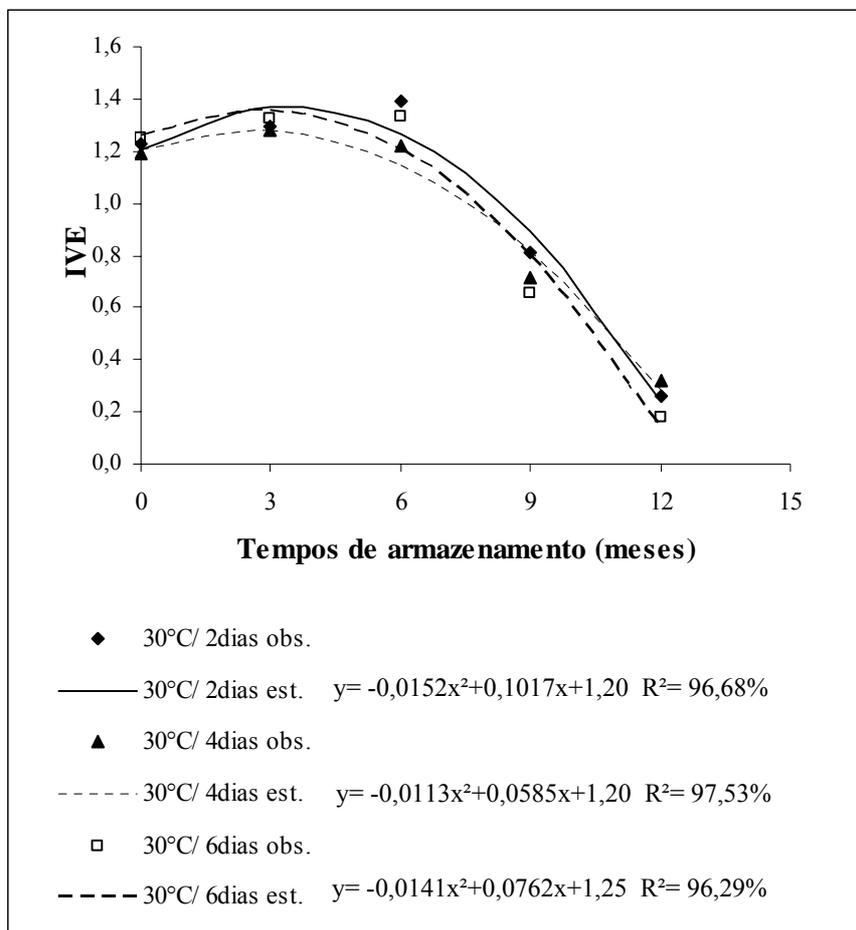


FIGURA 31 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

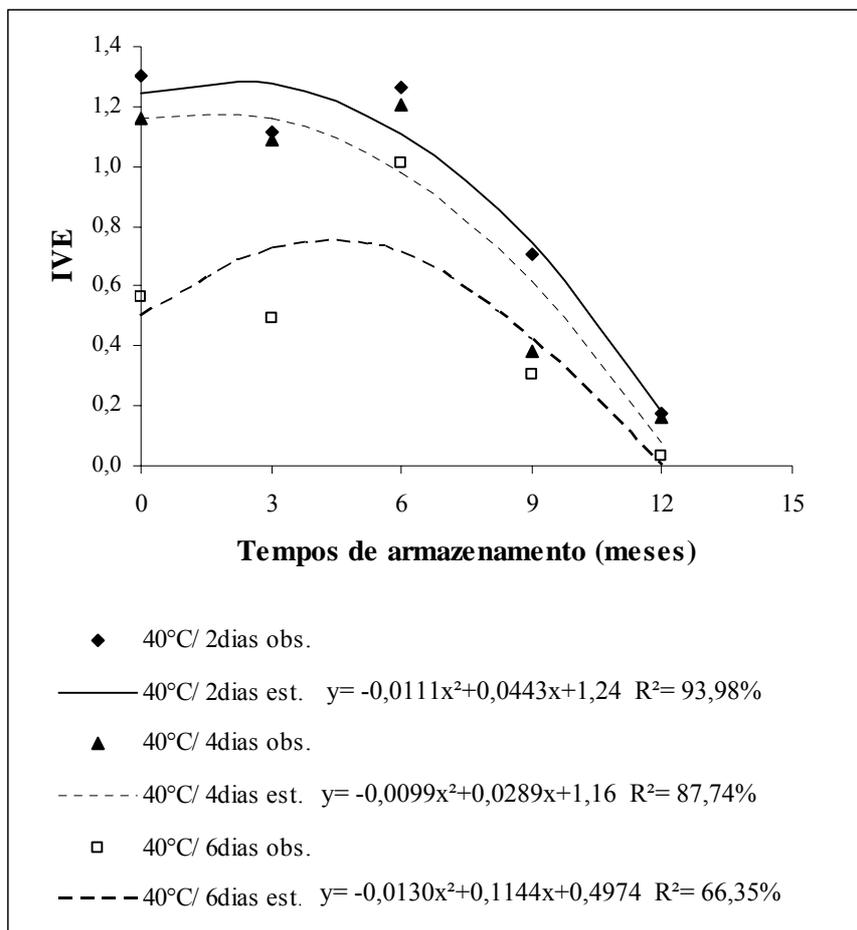


FIGURA 32 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

4.2.3.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de umidade

Constatou-se significância estatística na interação tripla para o Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) (Tabela 19A). É possível observar também que não houve significância para a interação Adicional vs Fatorial.

As comparações dos efeitos das temperaturas e dos períodos de tempo de condicionamento dentro de cada época de armazenamento podem ser observadas na Tabela 11.

TABELA 11 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming (°C) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Armaz. (meses)	² Temp. (°C)	¹ Período de priming (dias)		
		2	4	6
0	20	0,818 Bb	0,712 Bb	1,205 Aa
	30	1,151 Aa	1,227 Aa	1,159 Aa
	40	1,186 Aa	1,107 Aa	0,660 Bb
3	20	1,258 Ba	1,248 Ba	1,405 Aa
	30	1,217 Aa	1,350 Aa	1,331 Aa
	40	1,275 Aa	0,899 Bb	0,526 Cb
6	20	1,117 Aa	1,147 Aa	1,154 Aa
	30	1,139 Aa	1,086 Aa	1,086 Aa
	40	1,195 Aa	1,047 Ba	0,998 Ba
9	20	0,798 Aa	0,871 Aa	0,817 Aa
	30	0,792 Aa	0,808 Aa	0,811 Aa
	40	0,784 Aa	0,416 Bb	0,487 Bb
12	20	0,041 Aa	0,066 Aa	0,053 Aa
	30	0,068 Aa	0,064 Aa	0,058 Aa
	40	0,030 Aa	0,000 Aa	0,000 Aa
Erro Padrão		0,051		

1-As médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, dentro de cada combinação (Armazenamento-Temperatura) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Armazenamento-Período) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

Para as sementes não armazenadas o efeito do condicionamento a 20°C foi mais positivo para o período de tempo de 6 dias, com efeitos semelhantes para 2 e 4 dias. Não houve diferenças para sementes condicionadas a 30°C, independentemente do período de tempo de condicionamento, e para 40°C por 2 e 4 dias. O tratamento a 40°C por 6 dias, seguindo a tendência que vem sendo observada, parece ter sido severo, retardando significativamente a emergência das plântulas (Tabela 11). Para esta época de armazenamento os condicionamentos a 20 e 30°C, respectivamente, por 6 e 4 dias superaram o índice de velocidade de emergência das plântulas nas sementes não condicionadas (Tabela 26 A).

As sementes armazenadas por 3 meses e condicionadas a 20°C, tiveram a velocidade de emergência melhorada quando se utilizou o período de tempo de 6 dias, se comparada a 2 e 4 dias, dentro desta temperatura. Não se observou diferenças no condicionamento a 30°C. A 40°C, o melhor resultado foi obtido quando se condicionou as sementes por 2 dias. O condicionamento realizado nesta época de armazenamento foi positivo, só não proporcionando maiores velocidades de emergência das plântulas em relação as sementes não condicionadas, nos tratamentos considerados muito severos, a 40°C por 4 e 6 dias (Tabela 26 A).

Para sementes armazenadas por 6 meses não houve diferença na velocidade de emergência quando se condicionou as sementes a 20 e 30°C nos tres períodos de tempo, e 40°C por 2 dias. O condicionamento a 40°C por 4 e 6 dias retardaram substancialmente a emergência das plântulas.

O condicionamento após o nono mês promoveu efeitos positivos e semelhantes nas temperaturas de 20 e 30°C, independente do período de tempo e 40°C por 2 dias (Tabela 11). A velocidade de emergência das plântulas para sementes não condicionadas foi superada por todos os tratamentos citados acima (Tabela 26 A). O condicionamento a 40°C por 4 e 6 dias, a exemplo do que

ocorrera aos seis meses, retardou a emergência das plântulas. Aos doze meses não se observou diferenças entre os tratamentos (Tabela 11).

As curvas de regressão, com ajuste quadrático, para o índice de velocidade de emergência de plântulas expressaram comportamentos semelhantes para as temperaturas de 20 e 30°C (Figuras 33 e 34). Observa-se pelas curvas, uma sensível superioridade para o condicionamento a 30°C por 2 e 4 dias até o sexto mês de armazenamento, sobre estes mesmos períodos de tempo de condicionamento a 20°C. Nas curvas de regressão para a temperatura de 40°C (Figura 35), houve ajuste quadrático para 2 e 4 dias de condicionamento, e cúbico para 6 dias. O efeito dos períodos de tempo para esta temperatura pode ser observado, com o retardamento da emergência das plântulas para 4 e 6 dias, em relação a 2 dias de condicionamento.

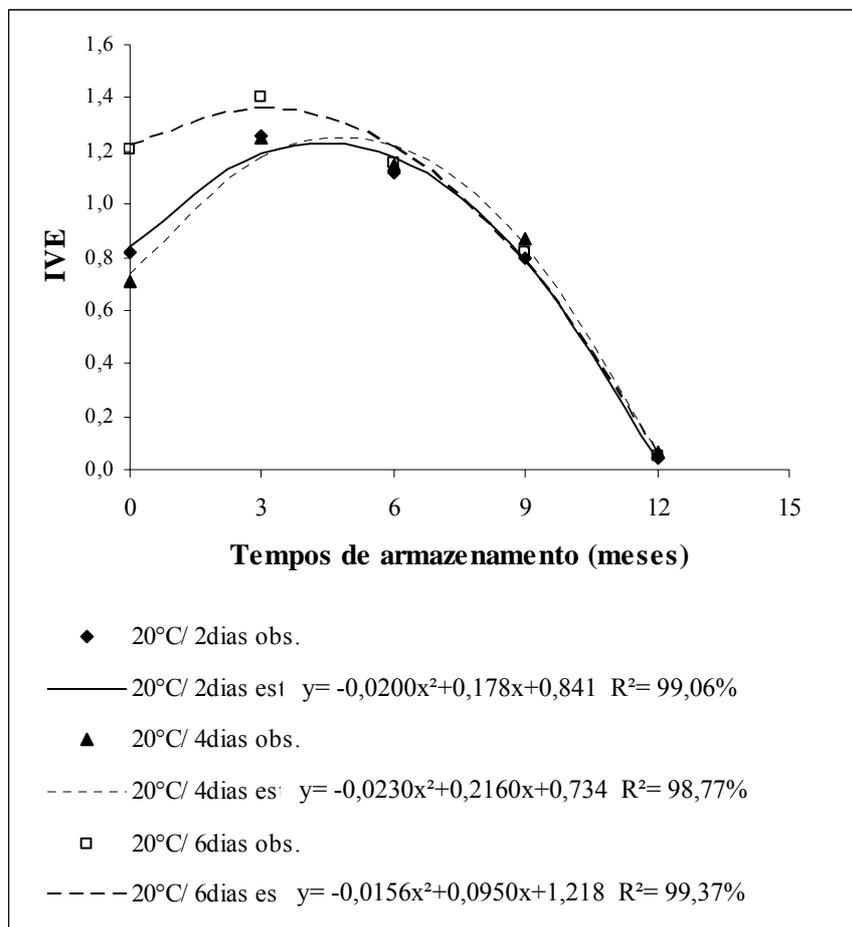


FIGURA 33 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

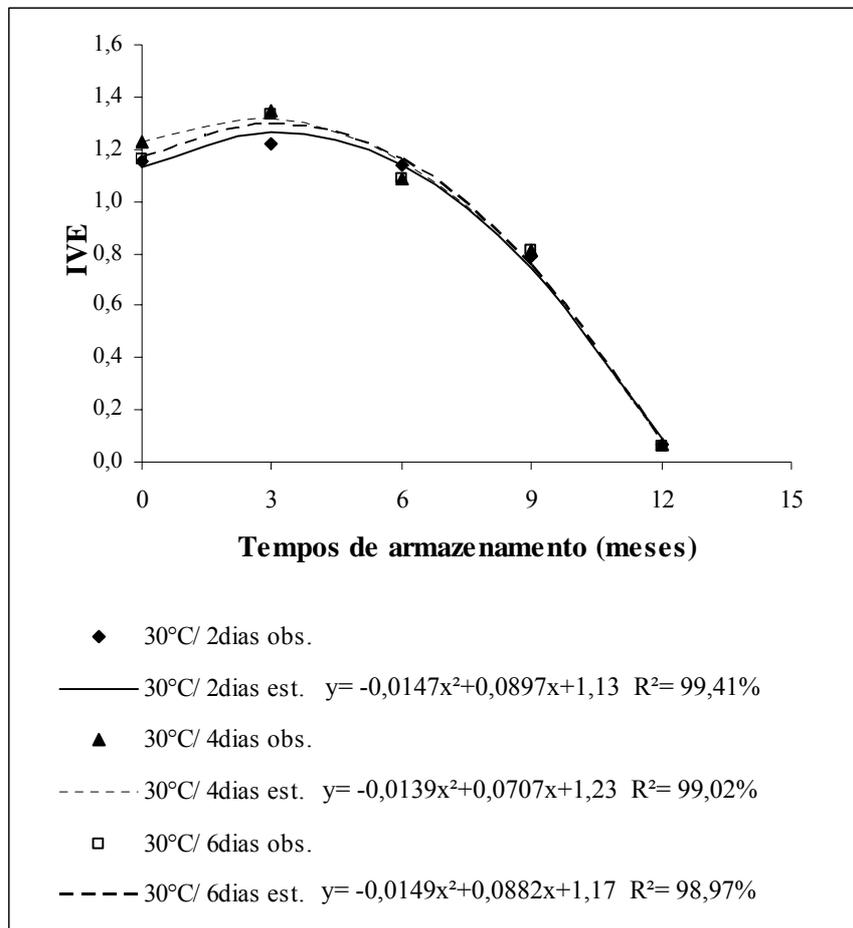


FIGURA 34 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

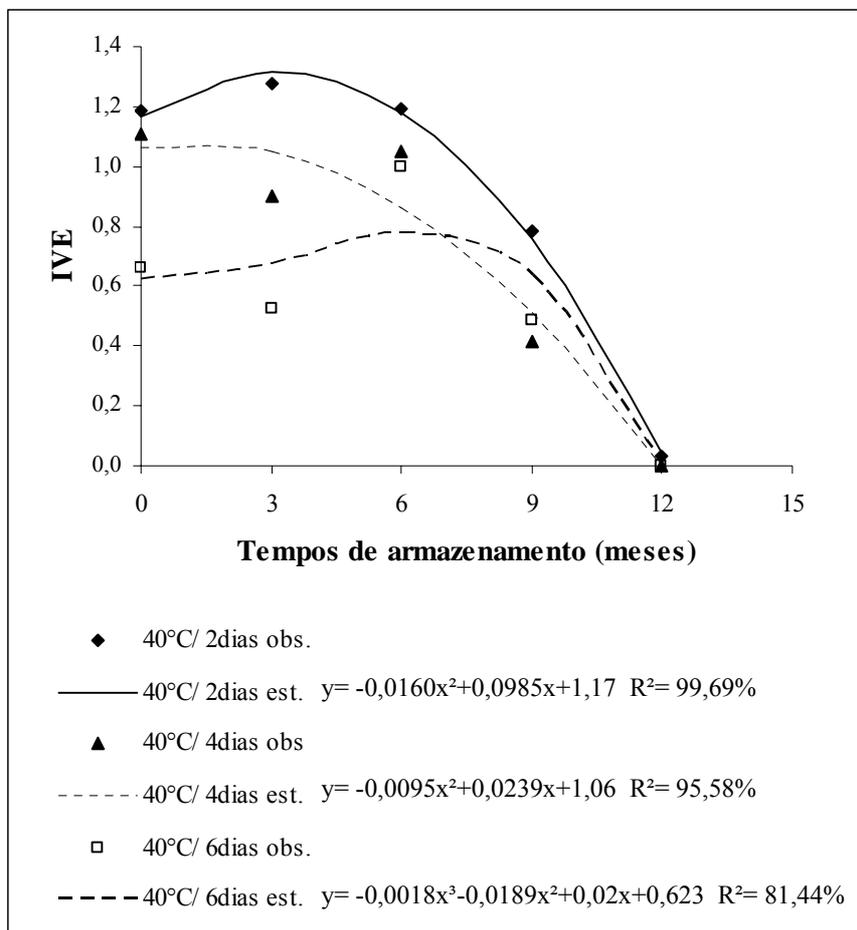


FIGURA 35 Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Quando comparadas as curvas de regressão para sementes não condicionadas (Figura 9A) e condicionadas (Figuras 33 a 35), é possível observar que, o comportamento do índice de velocidade de emergência para o condicionamento a 30°C não é alterado. O condicionamento a 20°C por 6 dias e

40°C por 2 dias, principalmente este último, registraram a tendência de maiores velocidades de emergência, aproximadamente até o sexto mês de armazenamento. As curvas de regressão de 2 e 4 dias a 20°C, para sementes não armazenadas e 4 e 6 dias a 40°C no decorrer do armazenamento, expressam o efeito negativo destes tratamentos sobre a velocidade de emergência de plântulas.

4.2.4 Condutividade Elétrica (C.E.)

Os resultados da avaliação da Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) das sementes, que foram submetidas ao condicionamento fisiológico em matriz sólida, encontram-se nas Tabelas 12 e 13, e Figuras 36 a 41 para os experimentos com sementes a 13,0 e 24,0% de umidade; e nas Tabelas 14 e 15, e Figura 42, para o experimento com sementes a 36,0% de umidade inicial. O comportamento dos valores de condutividade elétrica das sementes que foram armazenadas, mas não condicionadas (tratamentos adicionais), em cada um dos tres experimentos, são registrados nas Tabelas 9A, 18A, 27A e Figuras 10A a 12A.

Neste trabalho, procurou-se avaliar a estruturação de membranos como indicativo de vigor das sementes submetidas aos tratamentos. Para esta avaliação utilizou-se o Teste de condutividade elétrica, onde as menores médias refletem melhor grau de estruturação de membranas, e conseqüentemente, maior vigor.

4.2.4.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de umidade

Constatou-se significância estatística na interação tripla para a Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) (Tabela 2A). É possível observar também significância para a interação Adicional vs Fatorial, cujas médias foram comparadas (Tabela 5A). As comparações dos efeitos das temperaturas e dos

períodos de tempo de condicionamento dentro de cada época de armazenamento podem ser observadas na Tabela 12.

TABELA 12 Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming ($^{\circ}\text{C}$) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Armaz. (meses)	² Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	¹ Período de priming (dias)		
		2	4	6
0	20	26,84 Aa	28,46 Aa	22,84 Ba
	30	27,13 Aa	24,58 Ab	21,96 Ba
	40	23,75 Aa	21,39 Ab	18,56 Bb
3	20	25,41 Ba	30,57 Aa	25,53 Ba
	30	23,87 Aa	20,56 Bb	20,31 Bb
	40	18,36 Ab	17,64 Ab	17,71 Ab
6	20	26,22 Aa	27,31 Aa	26,07 Aa
	30	24,92 Aa	25,74 Aa	25,12 Aa
	40	20,83 Ab	20,05 Ab	23,03 Aa
9	20	21,92 Ba	26,47 Aa	25,82 Aa
	30	23,76 Aa	20,43 Aa	23,71 Aa
	40	17,42 Ab	16,63 Ab	18,34 Ab
12	20	38,02 Aa	17,87 Ba	18,35 Ba
	30	27,85 Ab	14,34 Ba	14,53 Ba
	40	27,09 Ab	17,83 Ba	16,52 Ba
Erro Padrão		1,21		

1-As médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, dentro de cada combinação (Armazenamento-Temperatura) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Armazenamento-Período) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

O efeito do condicionamento das sementes sem armazenamento foi mais positivo quando realizado nas maiores temperaturas e nos maiores períodos de tempo. Assim, dentro de cada uma das temperaturas utilizadas (20, 30 e 40°C), o melhor grau de estruturação de membranas foi observado aos 6 dias de

condicionamento. Este comportamento também foi observado no terceiro mês de armazenamento, e principalmente, pelo efeito da temperatura, em cada período de tempo, quando a melhor estruturação de membranas ocorreu à 40°C, independente do período de tempo de condicionamento (Tabela 12).

Para sementes armazenadas por 6 meses, não se registrou diferenças no grau de estruturação das membranas nos diferentes períodos de tempo de condicionamento, dentro de cada temperatura. No entanto, os efeitos sobre a estruturação das membranas foram mais positivos nas sementes condicionadas a 40°C por 2 e 4 dias. Aos nove meses de armazenamento os melhores resultados foram observados a 40° C, independentemente do período de tempo (Tabela 12).

Os efeitos do condicionamento nas sementes armazenadas por 12 meses (Tabela 12) foram diferentes, para os períodos de tempo dentro de cada temperatura. Ao contrário do que foi observado no condicionamento até os 9 meses de armazenamento, aos 12 meses a temperatura atuou mais discretamente, resultando em efeitos semelhantes aos 4 e 6 dias para as três temperaturas estudadas.

Os melhores resultados, que até 9 meses de armazenamento foram observados no condicionamento a 40°C, aos 12 meses ocorreram a 30°C por 4 e 6 dias, sendo estes, os dois únicos tratamentos que resultaram em melhor grau de estruturação de membranas, quando comparados com as sementes não condicionadas (Tabela 9A). Os tratamentos de condicionamento acima citados (30°C por 4 e 6 dias) foram aqueles que proporcionaram a melhor qualidade fisiológica quando avaliados por meio dos testes de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de plântulas (Tabelas 6A a 8A).

Os resultados expressam o efeito positivo do condicionamento (30°C por 4 e 6 dias) e confirmam a relação entre o grau de estruturação de membranas e a qualidade fisiológica das sementes de café. Esta observação está de acordo com Guimarães (2000), que trabalhando com condicionamento fisiológico de

sementes de cafeeiro, concluiu que, a condutividade elétrica apresenta-se como parâmetro marcador, relacionado a determinação do grau de estruturação de membranas e qualidade fisiológica da semente de café.

Woodstock (1973) destacou que a lixiviação de metabólitos das sementes está inversamente associada ao seu vigor, uma vez que reflete a perda da integridade das membranas e de constituintes essenciais da célula. O controle da hidratação é resultante do condicionamento fisiológico de sementes. A hidratação lenta das sementes permite um maior tempo para a reparação ou reorganização das membranas possibilitando que os tecidos se desenvolvam de maneira mais ordenada, reduzindo os riscos da ocorrência de danos ao eixo embrionário causados pela rápida absorção de água (Santos & Menezes, 2000).

De maneira geral, observa-se pela Tabela 12, que o condicionamento realizado a 40°C resultou nos efeitos mais positivos sobre a estruturação de membranas das sementes, quando armazenadas por até 9 meses. No entanto, não melhorou o grau de estruturação de membranas, quando comparados às sementes não condicionadas, o que foi observado a 30°C (Tabela 9A). Lima et al. (2004) observaram maior umidade nas sementes com o aumento da temperatura.

A temperatura na qual a semente está se embebendo exerce um efeito considerável sobre a taxa de absorção de água pelas sementes, sendo, proporcional ao aumento desta, até certo limite, porém, o volume total absorvido é maior nas temperaturas mais baixas (Carvalho & Nakagawa, 1988).

A água aquecida ganha energia resultando num aumento de sua pressão de difusão. A embebição se processa mais rapidamente em altas temperaturas, devido a menor viscosidade da água, e sua maior energia cinética nesta condição (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1975), e provavelmente, pelo aumento da fluidez da membrana citoplasmática facilitando sua passagem (Holtzman & Novikoff, 1985). As atividades metabólicas também são aumentadas pelo aumento da

temperatura, propiciando rápida utilização da água no interior da semente, que resulta num decréscimo da pressão de difusão interna e ocasiona um aumento na velocidade de embebição (Popingis, 1985).

Os motivos expostos, juntamente com os resultados obtidos, sugerem que o condicionamento a diferentes temperaturas e períodos de tempo, exerçam efeitos em vários níveis na estruturação das membranas, resultando em comportamento diferenciado na hidratação e metabolismo das sementes, que favoreça, em tempo, toda uma organização dos sistemas de membranas. Neste sentido, pode-se dizer que o condicionamento realizado a 30°C por 4 e 6 dias, foram as condições que mais favoreceram estes processos, culminando nos melhores resultados.

As curvas de regressão para a condutividade elétrica nas tres temperaturas destacam a diferença de comportamento entre os períodos de tempo de condicionamento. A 20°C (Figura 36), a curva para 2 dias de condicionamento apontou melhor grau de estruturação de membranas entre 3 e 9 meses de armazenamento, um comportamento intermediário até o terceiro mês e uma tendência fortemente ascendente a partir do nono mês de armazenamento. As curvas de 4 e 6 dias apresentaram um ajuste quadrático com comportamento semelhante, porém, com efeito mais positivo deste último período de tempo até o nono mês de armazenamento, a partir do qual se equivaleram, apontando efeitos mais positivos do que os observados a 2 dias de condicionamento.

As curvas para 30°C (Figura 37), apresentaram um ajuste cúbico de comportamento semelhante para 4 e 6 dias. O condicionamento por 4 dias foi superior até pouco mais de 3 meses de armazenamento, sendo superado a partir daí e até o final do armazenamento, pelo período de tempo de 6 dias. As curvas destes dois tratamentos após o nono mês de armazenamento, revelam nítida vantagem na estruturação de membranas se comparados a 2 dias de condicionamento, que não apresentou significância estatística.

No condicionamento a 40°C observa-se um ajuste linear descendente para o período de tempo de 4 dias, com comportamento intermediário. As curvas de 2 e 6 dias, com ajustes quadráticos, apontaram tendências invertidas, onde a melhor estruturação das membranas foi observada antes dos 3 meses e após os 9 meses de armazenamento (Figura 38). Observando as curvas de regressão para sementes condicionadas (Figuras 36 a 38) e não condicionadas (Figura 10A), é notável a inversão de comportamento quando se realizou o condicionamento a 30 e 40°C, após o nono mês de armazenamento, que resultou em efeitos mais positivos no grau de estruturação das membranas, principalmente para 4 e 6 dias de condicionamento a 30°C.

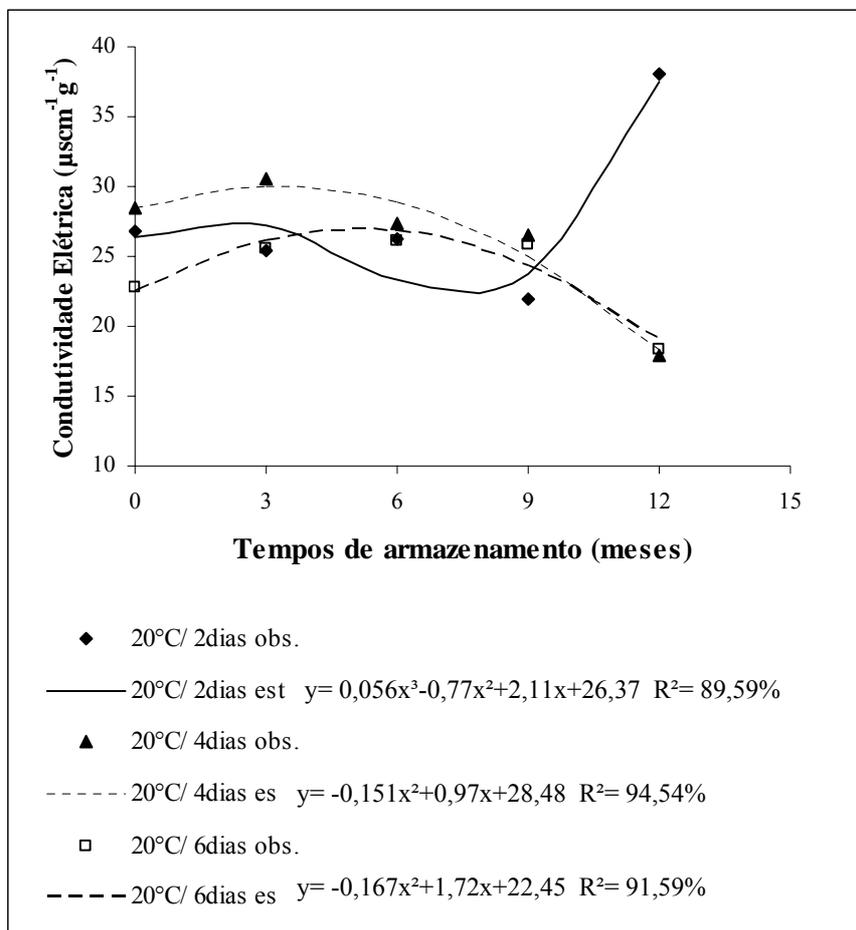


FIGURA 36 Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

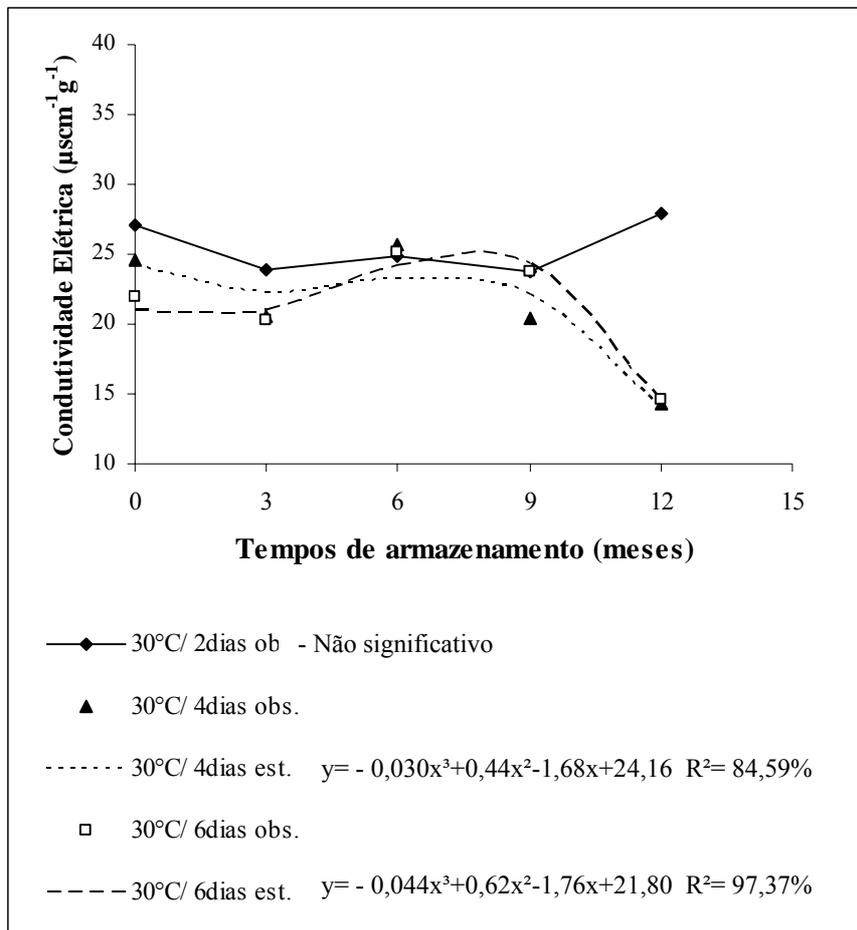


FIGURA 37 Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

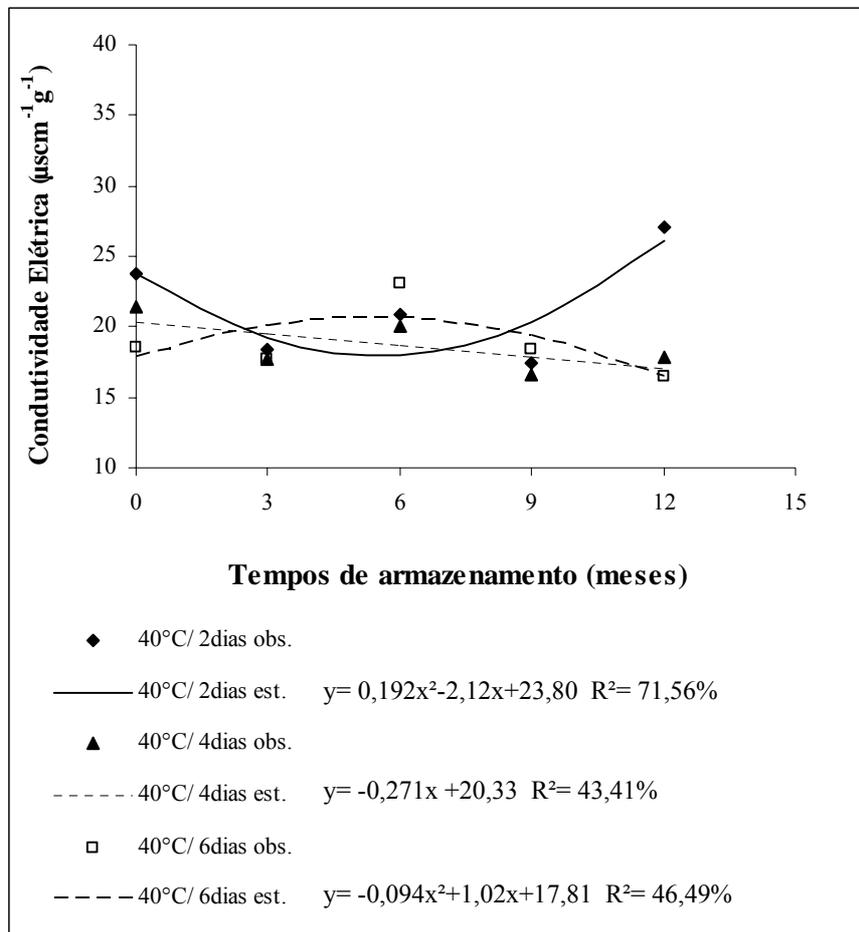


FIGURA 38 Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

4.2.4.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de umidade

Constatou-se significância estatística na interação tripla para a Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) (Tabela 11A). É possível observar também significância para a interação Adicional vs Fatorial, cujas médias

foram comparadas (Tabela 14A). As comparações dos efeitos das temperaturas e dos períodos de tempo de condicionamento dentro de cada época de armazenamento podem ser observadas na Tabela 13.

TABELA 13 Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função do tempo de armazenamento (meses), das temperaturas de priming ($^{\circ}\text{C}$) e dos períodos de priming (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Armaz. (meses)	² Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	¹ Período de priming (dias)		
		2	4	6
0	20	22,97 Aa	22,21 Aa	24,09 Aa
	30	24,81 Aa	22,51 Aa	18,06 Bb
	40	18,56 Ab	20,33 Aa	14,18 Bc
3	20	23,08 Aa	23,08 Aa	19,76 Aa
	30	18,31 Ab	17,17 Ab	17,22 Ab
	40	13,21 Ac	15,69 Ab	14,84 Ab
6	20	25,97 Aa	24,83 Aa	22,02 Ba
	30	18,38 Ab	18,09 Ab	19,65 Aa
	40	17,88 Ab	14,75 Bb	19,36 Aa
9	20	22,58 Aa	23,46 Aa	19,66 Ba
	30	20,64 Aa	17,18 Ab	18,72 Aa
	40	16,38 Ab	19,61 Ab	16,99 Aa
12	20	33,95 Aa	19,29 Ba	16,38 Bb
	30	25,66 Ab	16,05 Bb	16,17 Bb
	40	21,47 Bc	22,37 Ba	25,70 Aa
Erro Padrão		2,57		

1-As médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, dentro de cada combinação (Armazenamento-Temperatura) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; 2- médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Armazenamento-Período) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

Para sementes não armazenadas, o condicionamento a 20°C apresentou efeitos semelhantes e menores para os tres períodos de tempo. Nos tratamentos a 30 e 40°C o grau de estruturação das membranas foi melhor para o condicionamento por 6 dias. A temperatura não influenciou os resultados para sementes condicionadas por 4 dias, mas apresentou um nítido efeito para o tratamento por 6 dias (Tabela 13).

O efeito da temperatura nos tratamentos de condicionamento após 3 meses de armazenamento foi marcante (Tabela 13). Observa-se nesta época, que os efeitos nas médias de condutividade elétrica foram semelhantes para os períodos de tempo de condicionamento, independente da temperatura. As diferenças entre as médias ocorreram em função das diferentes temperaturas.

Os melhores graus de estruturação de membranas para as sementes armazenadas por 3 meses foram obtidos no condicionamento a 40°C por 2, 4 e 6 dias, que superaram os resultados obtidos nas sementes não condicionadas pelo teste de condutividade elétrica (Tabela 18A). Embora os resultados apontem melhor grau de estruturação das membranas, estes tratamentos não superaram as sementes não condicionadas, quando avaliados pela germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência de plântulas, inclusive com efeitos severamente negativos do condicionamento a 40°C por 6 dias (Tabelas 15A a 17A), mas positivos para estruturação de membranas.

Juntamente com os efeitos positivos do condicionamento a 40°C, a alta umidade nestas sementes, pode ter contribuído na manutenção da estruturação das membranas durante o armazenamento, com baixa lixiviação de eletrólitos durante a embebição, como comprovado pelo teste de condutividade elétrica. No entanto, esta condição não foi suficiente para a manutenção da qualidade das sementes, que possivelmente apresentaram taxas respiratórias mais elevadas.

A água desempenha papel fundamental, em conjunto com outras moléculas, na organização funcional do sistema de membranas celulares e sua

ausência, em determinados níveis, pode levar a modificações estruturais. Simon (1974) relata que permeabilidade seletiva das membranas varia de acordo com a fase da vida da célula e com as condições ambientais em que for exposta; assim, tanto a senescência como a exposição a uma condição de estresse, tal como a desidratação, podem alterar a sua permeabilidade. Há evidências de que as membranas celulares são particularmente vulneráveis à desidratação e constituem os sítios primários das injúrias celulares (Leprince et al., 1990).

O condicionamento realizado a 20°C para sementes armazenadas por 6 meses foi mais positivo a 6 dias, enquanto que, a 30°C as médias foram semelhantes, independente dos períodos de tempo. A 40°C por 2 e 4 dias observou-se efeitos semelhantes e melhores sobre a estruturação das membranas, se comparado a 6 dias. Neste caso, o efeito da temperatura foi expressado a 2 e 4 dias, sendo superior para estes períodos de condicionamento a 40°C. Nesta época, não se registrou diferentes efeitos de temperatura quando se condicionou as sementes por 6 dias (Tabela 13).

Resultados semelhantes foram observados para sementes com nove meses de armazenamento (Tabela 13). Entretanto, o condicionamento a 40°C para esta época foi mais eficiente na estruturação das membranas nos três períodos de tempo estudados.

Para sementes condicionadas após 12 meses de armazenamento os melhores graus de estruturação de membranas foram obtidos nos condicionamentos a 20 e 30°C, nos períodos de tempo de 4 e 6 dias, em cada uma dessas temperaturas. As médias destes tratamentos superaram a média das sementes não condicionadas, para esta época (Tabela 18A).

Considerando estes tratamentos superiores, observa-se pelas Tabelas 15A, 16A e 17A, que os condicionamentos a 20°C por 6 dias e 30°C por 4 dias também superaram as médias das sementes não condicionadas, na germinação e

vigor, quando submetidos aos testes de germinação, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência. Já as sementes condicionadas a 20°C por 4 dias e 30°C por 6 dias, quando avaliadas, superaram as médias das sementes não condicionadas para o vigor, mas não para germinação.

Estes resultados sugerem que, durante o condicionamento, a organização e a estruturação de membranas tenham ocorrido em diferentes níveis, capazes de atuar positivamente tanto no vigor quanto na germinação para alguns tratamentos (sementes condicionadas a 20°C por 6 dias e 30°C por 4 dias), ou somente no vigor para outros (sementes condicionadas a 20°C por 4 dias e 30°C por 6 dias).

A reparação do vigor das sementes durante o condicionamento, além da reorganização espontânea da membrana plasmática, inclui outros processos metabólicos (Tilden & West, 1985). Durante o condicionamento ocorrem síntese e reparo de ácidos nucléicos, reparo de membranas, aumento no número de mitocôndrias e conseqüentemente, aumento na respiração.

Em muitos trabalhos tem sido relatado melhorias na qualidade fisiológica de sementes café, quando submetidas ao condicionamento em água pura ou em soluções osmóticas (Camargo, 1998; Lima, 1999; Guimarães, 2000; Dias et al., 2001; Lima, 2001; Motta, 2001; Pertel et al., 2001; Souza et al., 2003; Lima et al., 2004; Braz & Rossetto, 2008). No entanto, não foram encontrados na literatura disponível, trabalhos referentes ao condicionamento fisiológico de sementes de café em matriz sólida.

As curvas de regressão para 20°C (Figura 39) apresentaram um ajuste cúbico e mostram claramente, o efeito mais positivo sobre a estruturação de membranas em sementes condicionadas por 6 dias praticamente durante todo o armazenamento, e de 4 dias, após o nono mês de armazenamento. Não se observou efeito positivo para o condicionamento por 2 dias nesta temperatura..

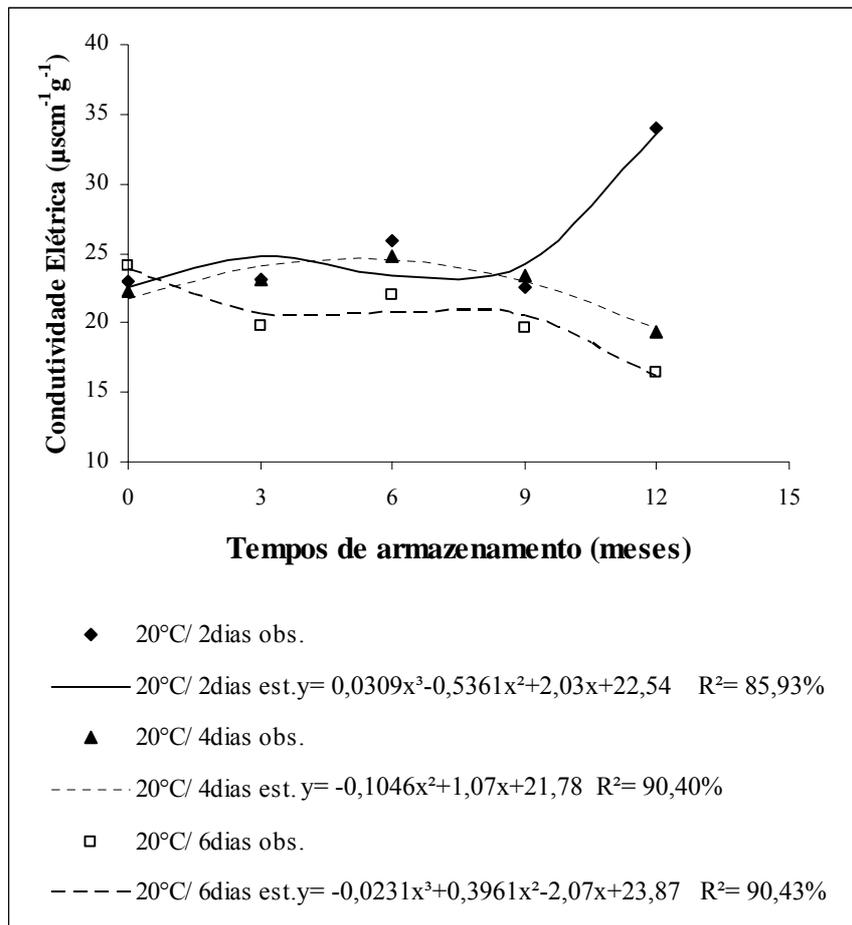


FIGURA 39 Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 20°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Para a temperatura de 30°C, o condicionamento por 2 dias apresentou um ajuste quadrático, com efeito positivo sobre a estruturação das membranas até o sexto mês de armazenamento e efeito inverso a partir desse ponto. O comportamento no período de tempo de 4 dias foi linear, correlacionando-se positivamente com o aumento do tempo de armazenamento. Comportamento

inverso foi observado para 6 dias, que inclusive não apresentou significância estatística (Figura 40).

Assim como ocorreu a 20°C, o período de tempo de 2 dias a 30°C não foi efetivo para estruturação de membranas, principalmente com o avanço do tempo de armazenamento, quando as sementes apresentaram menor qualidade.

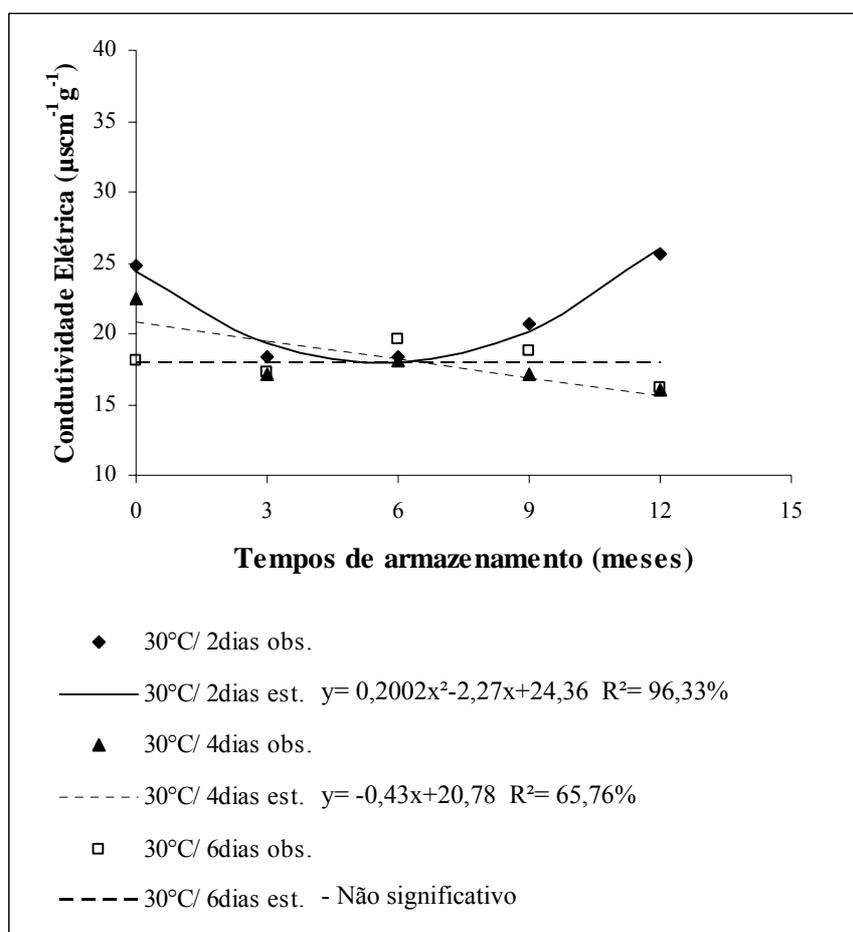


FIGURA 40 Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 30°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Com ajustes quadráticos, as curvas que representam o condicionamento a 40°C mostram um comportamento semelhante, principalmente para os períodos de tempo de 2 e 4 dias, com efeitos positivos sobre a estruturação de membranas até o terceiro mês de armazenamento e comportamento inverso a partir desta época (Figura 41).

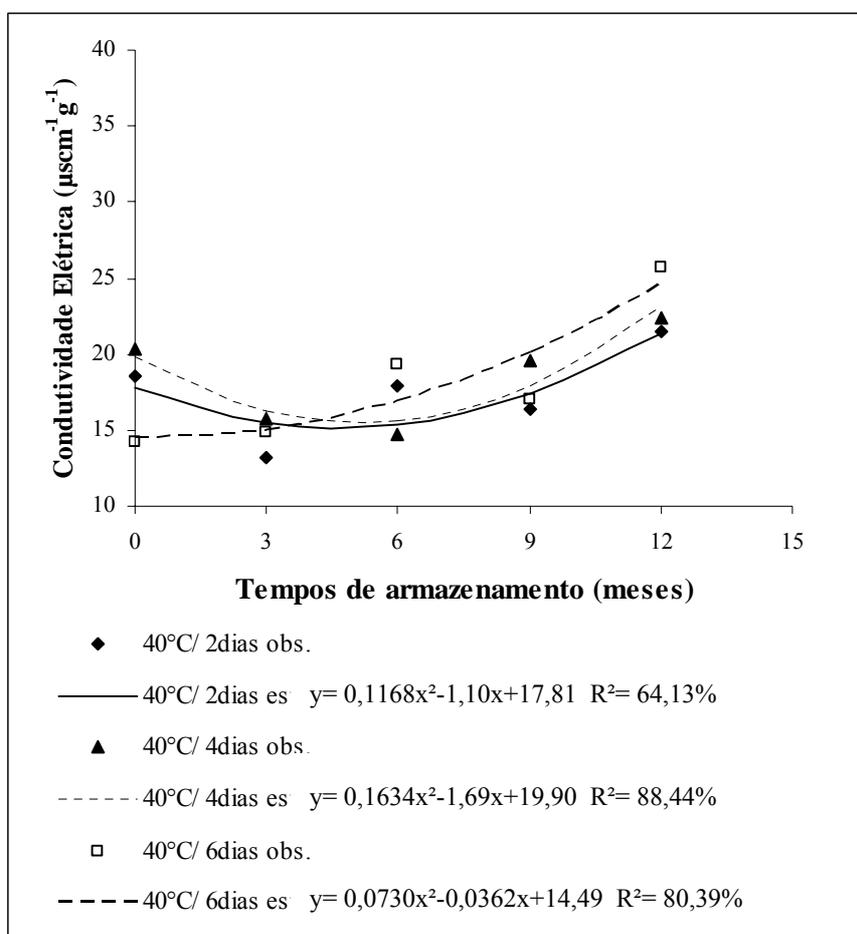


FIGURA 41 Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para as combinações da temperatura de 40°C com os 3 períodos de priming (dias) para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Comparando as curvas de regressão para sementes não condicionadas (Figura 11A) e condicionadas (Figuras 39 a 41), nota-se que o efeito do condicionamento sobre a integridade das membranas foi negativo para sementes não armazenadas, mas positivo a partir do terceiro mês de armazenamento para o condicionamento realizado por 4 e 6 dias nas temperaturas de 20 e 30°C.

4.2.4.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de umidade

Constatou-se significância estatística nas interações duplas armazenamento x temperatura (AxT) e temperatura x período de tempo de condicionamento (TxP) para a condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), dentro das quais serão discutidos os resultados (Tabela 20A).

É possível observar também significância para a interação Adicional vs Fatorial, cujas médias foram comparadas (Tabela 23A). As comparações das médias podem ser observadas nas Tabelas 14 e 15.

TABELA 14 Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), em função das temperaturas (°C) e dos Período (dias), para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Temperatura	¹ Período de priming		
	2	4	6
20	18,90 Aa	17,02 Ba	16,50 Ba
30	16,26 Ab	16,09 Aa	14,83 Ab
40	13,27 Bc	15,01 Ab	15,04 Ab

1- Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

TABELA 15 Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), em função das temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) e dos tempos de armazenamento (meses), para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Armazenamento (meses)	¹ Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)		
	20	30	40
0	14,17 A	13,46 A	12,87 A
3	16,58 A	13,10 B	12,54 B
6	18,04 A	16,59 A	13,58 B
9	15,27 A	11,86 B	10,58 B
12	23,30 A	23,62 A	22,63 A

1- Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Para a temperatura de 20°C observa-se que os condicionamentos por 4 e 6 dias foram os mais eficientes na estruturação das membranas. A 30°C o efeito foi semelhante para os tres períodos de tempo de condicionamento. O efeito mais positivo foi registrado quando de condicionou as sementes a 40°C por 2 dias (Tabela 14).

A temperatura não interferiu nos resultados no condicionamento das sementes não armazenadas, ou quando armazenadas por 12 meses. A temperatura de 40°C foi a mais adequada para o condicionamento das sementes armazenadas por 6 meses, embora nenhum dos tratamentos nesta época tenham melhorado o grau de estruturação das membranas (Tabelas 15 e 27A).

Os efeitos de temperatura foram semelhantes para o condicionamento das sementes armazenadas por 3 e 9 meses, onde os melhores resultados foram verificados a 30 e 40°C (Tabela 15).

As curvas de regressão para o condicionamento apresentaram um ajuste cúbico, com comportamentos semelhantes para as tres temperaturas no decorrer do armazenamento. Observou-se efeito negativo do condicionamento sobre a estruturação de membranas até 3 meses de armazenamento, com sensível

melhoria do terceiro ao nono mês, a partir do qual, verificou-se um efeito negativo mais acentuado (Figura 42).

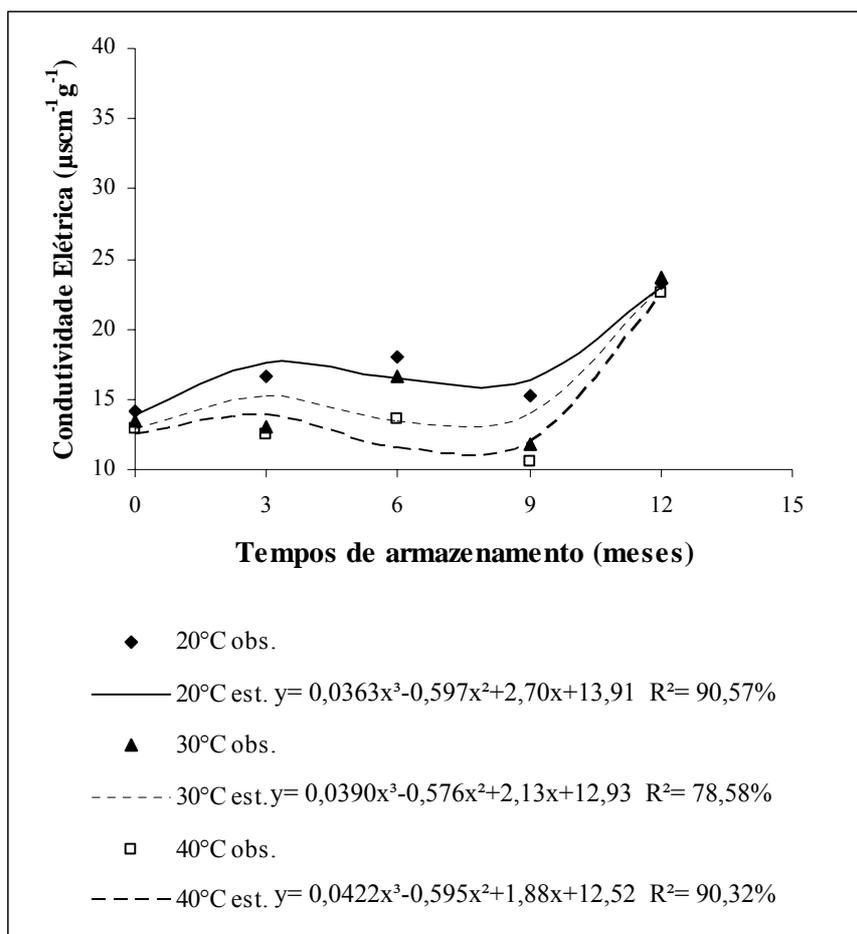


FIGURA 42 Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento, analisados para cada temperatura, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Comparando as curvas das sementes não condicionadas (Figura 12A) e condicionadas (Figura 42), observa-se efeito positivo do condicionamento na

manutenção da estrutura de membranas entre 3 e 9 meses de armazenamento nas temperaturas de 20 e 30°C.

Pela Tabela 27A verifica-se que o condicionamento das sementes por 2 dias a 30 e 40°C após o terceiro mês de armazenamento, e por 6 dias a 30°C após 12 meses, apresentaram melhorias na estruturação das membranas quando comparados às sementes não condicionadas.

4.3 Avaliação dos padrões proteicos

As análises dos padrões enzimáticos (Figuras 43 a 45) e das proteínas resistentes ao calor (Figura 46), para cada um dos experimentos, foram realizadas em alguns tratamentos, selecionados com base nas comparações das médias resultantes das avaliações do teste de condutividade elétrica.

4.3.1 Atividade das enzimas

Os perfis eletroforéticos das enzimas foram analisados e avaliados separadamente para cada experimento.

4.3.1.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de umidade

Na Figura 43 são apresentados os perfis dos sistemas enzimáticos para sementes com 13,0% de umidade, em cada época de armazenamento, dentro de cada temperatura e períodos de tempo de condicionamento.

Houve menor atividade da Superóxido Superóxido dismutase (E.C. 1.15.1.1 - SOD) para sementes não armazenadas quando se realizou o condicionamento fisiológico a 40°C por 6 dias, e maior atividade, para 40°C por 2 dias, cuja atividade foi semelhante às sementes não condicionadas.

Aos três e seis meses de armazenamento a intensidade de atividade da SOD foi semelhante dentro de cada temperatura, independente dos tempos de condicionamento. Aos nove meses de armazenamento o condicionamento a

20°C por 2 dias proporcionou maior atividade da SOD. Esta atividade se mostrou semelhante para sementes condicionadas a 20°C por 4 dias e 30°C por 2 e 4 dias. Quando as sementes foram condicionadas por 4 e 6 dias a 40°C a atividade da SOD foi menor e semelhante às sementes não condicionadas. A atividade da SOD para sementes armazenadas por doze meses foi intensa e semelhante para sementes condicionadas ou não, com aparente registro de isoformas (Figura 43A).

Observa-se pela Tabela 16 que a melhoria na qualidade fisiológica das sementes condicionadas, somente foram registradas praticamente aos 12 meses de armazenamento, justamente quando se observou maior expressão da atividade da SOD (Figura 43A). Provavelmente houve maior remoção de superóxidos, o que contribui para a manutenção da integridade das membranas e consequentemente, melhorar qualidade fisiológica das sementes.

Para sementes não armazenadas, nos perfis eletroforéticos para a Catalase (E.C. 1.11.1.6 - CAT) (Figura 43B) houve maior atividade desta enzima no condicionamento a 40°C por 6 dias e nas sementes não condicionadas, com atividade semelhante para os demais tratamentos. Também não se detectou diferenças na atividade da CAT nas sementes nas temperaturas de 20 e 30°C.

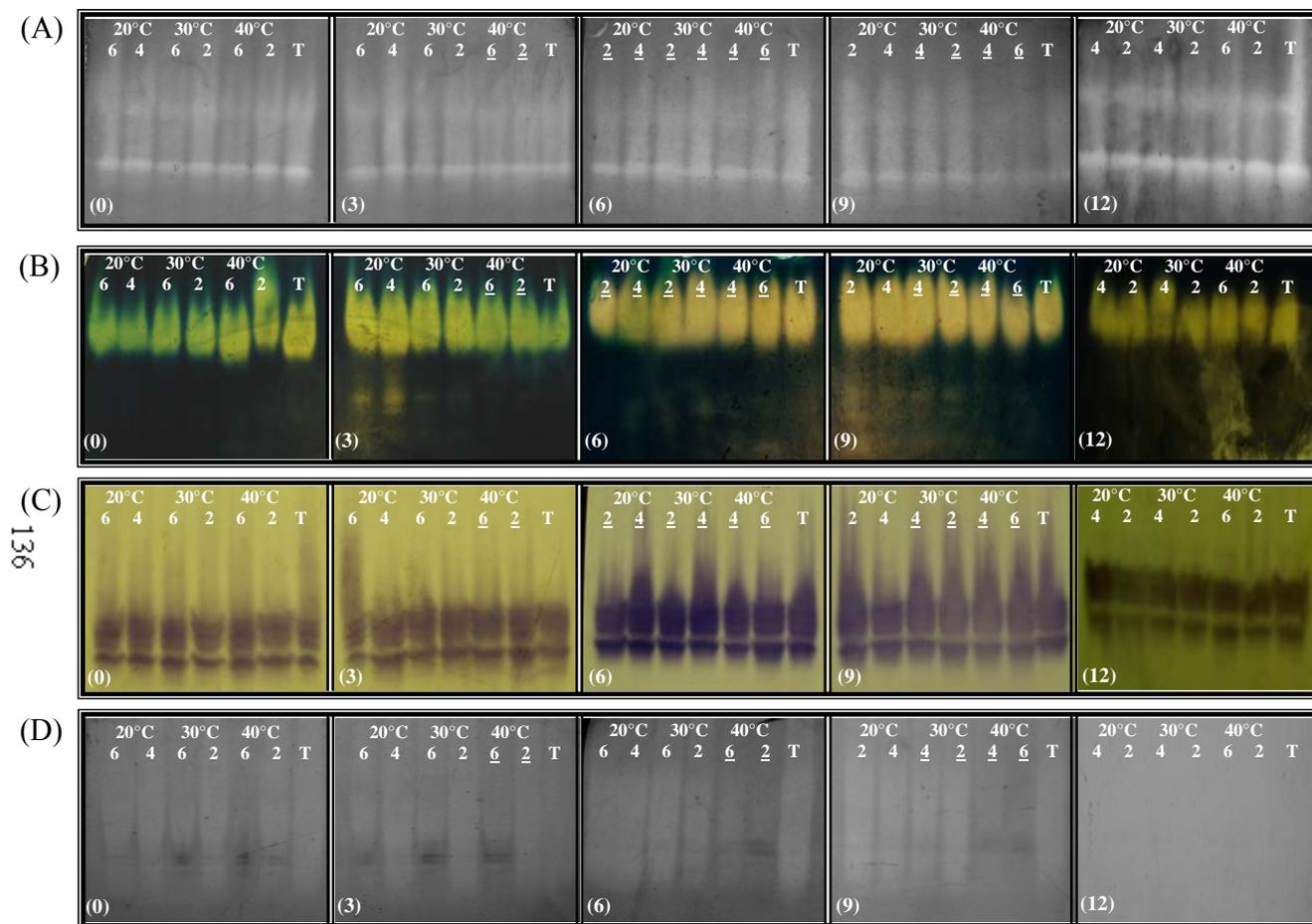


FIGURA 43 Perfis enzimáticos da Superóxido dismutase (E.C. 1.15.1.1 - SOD) (A); Catalase (E.C. 1.11.1.6 - CAT) (B); Malato desidrogenase (E.C. 1.1.1.37 - MDH) (C) e Álcool desidrogenase (E.C. 1.1.1.1 - ADH) (D) de sementes de *Coffea arabica* L. armazenadas durante 0, 3, 6, 9 e 12 meses com 13,0% de umidade inicial. Com base nos resultados do teste de Condutividade Elétrica (Tabela 12) e partir dos períodos de tempo de 2, 4 e 6 dias, aqueles sublinhados, dentro de cada temperatura de condicionamento, não diferem entre si pelo teste Scott Knott no nível nominal de significância de 5%. Para aqueles não sublinhados se encontram dispostos na ordem melhor/pior, segundo o mesmo teste, quando comparados dentro de cada temperatura.

De uma maneira geral, a atividade da CAT nas sementes armazenadas por três meses foi ligeiramente mais intensa que nas sementes não armazenadas (Figura 43B). Esta superioridade também foi observada na qualidade fisiológica das sementes neste período. Também é notável, que após o terceiro mês de armazenamento o condicionamento das sementes exerceu efeito positivo, com discreta superioridade da atividade da CAT sobre as sementes não condicionadas. Todavia, o condicionamento nesta época de armazenamento não proporcionou melhoria da qualidade das sementes em relação as não condicionadas (Tabela 16).

Nas sementes armazenadas por seis meses, observa-se menor atividade da CAT para sementes condicionadas a 20°C, principalmente por 2 dias, e maior atividade para sementes não condicionadas ou condicionadas a 30 e 40°C. Comportamento semelhante foi observado no teste de condutividade elétrica na avaliação do vigor das sementes para esta época de armazenamento (Tabela 12), estabelecendo uma correlação positiva deste atributo com a atividade da CAT.

Aos nove meses de armazenamento a atividade da CAT foi semelhante para todos os tratamentos de condicionamento, exceto para 40°C por 6 dias e para sementes não condicionadas, onde se observou menores atividades. Já aos doze meses, as atividades mais intensas foram registradas para o condicionamento a 40°C por 6 dias e para as sementes não condicionadas.

Considerando todas as épocas de armazenamento, observa-se que de uma maneira geral, a atividade da CAT foi decrescendo sensivelmente com o armazenamento, o que também foi observado na qualidade fisiológica das sementes, que decresceu no decorrer do armazenamento. A catalase está envolvida na remoção de peróxido de hidrogênio (Smith, 1989) e a redução na sua atividade, provavelmente, resulta de um decréscimo no nível de glutathione reduzido, reconhecido como um importante fator na prevenção de injúrias oxidativas. Bailly et al. (1996) verificaram que a perda de viabilidade de

sementes de girassol está associada ao decréscimo na atividade da SOD, CAT e glutatona redutase (GR).

Nos perfis eletroforéticos para a Malato desidrogenase (E.C. 1.1.1.37 - MDH) (Figura 43C), foi observada atividade semelhante desta enzima nos diversos tratamentos até o terceiro mês de armazenamento, tanto para sementes condicionadas, quanto para não condicionadas. No sexto mês de armazenamento as atividades mais intensas da MDH foram detectadas no condicionamento a 20°C por 2 dias e 40°C por 6 dias. Nos demais tratamentos, para esta época de armazenamento, houve atividades menos intensa e semelhantes às sementes não condicionadas. Aos nove meses de armazenamento, a atividade da MDH foi discretamente superior nas sementes não condicionadas e semelhantes para os demais tratamentos.

Aos 12 meses a atividade mais intensa da MDH foi detectada no condicionamento a 40°C por 6 dias, que foi semelhante a atividade desta enzima para sementes não condicionadas.

De maneira geral, considerando todas as épocas de armazenamento, observa-se um aumento na atividade da MDH até o nono mês, indicando maior atividade respiratória aeróbica, que pode estar relacionado com maior intensidade de deterioração. No entanto, houve redução da atividade da MDH aos 12 meses, sugerindo menor taxa respiratória, provavelmente em consequência de menor qualidade fisiológica das sementes ao final do armazenamento. Comportamento inverso foi verificado para a atividade da ADH, possivelmente por algum bloqueio da via aeróbica (Figuras 43 C e D). Entretanto, pela Tabela 16 observa-se que o condicionamento fisiológico proporcionou melhoria na qualidade das sementes justamente aos nove, e principalmente aos doze meses de armazenamento, quando se registrou atividade das enzimas SOD e CAT, e principalmente da SOD (Figuras 43 A e B).

As maiores atividades da álcool desidrogenase (E.C. 1.1.1.1 - ADH) para sementes não armazenadas ocorreram para o condicionamento a 30°C por 6 dias e 40°C por 2 e 6 dias. Não se observou atividade desta enzima para o condicionamento a 20°C por 4 dias, 30°C por 2 dias e sementes não condicionadas. Para sementes armazenadas por três meses foram detectadas atividades da ADH aos 6 dias de condicionamento nas temperaturas de 20, 30 e 40°C. No entanto, nos condicionamentos a 20°C por 4 dias, 30°C por 2 dias, 40°C por 2 dias e nas sementes não condicionadas, não se detectou atividade desta enzima. É provável que o condicionamento no maior período de tempo tenha gerado uma maior demanda na atividade desta enzima, independente da temperatura, como acima referido. Para sementes armazenadas por seis e nove meses observa-se uma discreta atividade da ADH, somente para o condicionamento realizado a 40°C.

Nenhuma atividade da ADH foi detectada aos 12 meses de armazenamento, época em que já se registrava um severo comprometimento da qualidade das sementes (Figura 43 D), mas que, no entanto, se observou o efeito mais positivo do condicionamento sobre a qualidade das sementes (Tabela 16). Brandão Júnior et al. (1999) observaram correlação positiva entre a atividade da ADH e a viabilidade de sementes de milho. Entretanto, Camargo (1998) observou aumento na intensidade de bandas da álcool desidrogenase (ADH), as quais se correlacionaram com os piores desempenhos das sementes.

4.3.1.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de Umidade

Na Figura 44 estão ilustrados os perfis dos sistemas enzimáticos para sementes com 24,0% de umidade, em cada época de armazenamento, dentro de cada temperatura e períodos de tempo de condicionamento.

Observa-se semelhança na intensidade da atividade da Superóxido dismutase (E.C. 1.15.1.1 - SOD) entre os períodos de tempo, dentro das

diferentes temperaturas em cada época de armazenamento até o sexto mês, para sementes condicionadas ou não. Registrou-se menor atividade desta enzima aos nove e doze meses de armazenamento nas sementes não condicionadas, contrastando com notável atividade quando se realizou o condicionamento nas temperaturas de 20, 30 e 40°C (Figura 44 A).

De uma maneira geral, observa-se aumento na atividade da SOD com o tempo de armazenamento, principalmente aos nove e doze meses, épocas onde se registrou os melhores resultados do efeito do condicionamento sobre a qualidade fisiológica das sementes (Tabela 16). Jeng & Sung (1994) relataram que enzimas removedoras de radicais livres tais como SOD e CAT, aumentaram com o condicionamento osmótico de sementes de milho doce.

Enzimas removedoras de radicais livres, como glutathione redutase, superóxido dismutase, catalase e peroxidase podem reduzir os produtos tóxicos resultantes do ataque destes radicais, antes que os danos possam ocorrer (Nkang et al., 2000). As enzimas superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) são capazes de realizarem a desintoxicação de (O_2^-) e H_2O_2 (McDonald, 1999; Bailly et al., 2002). Sung & Chiu (2001) relataram que o “priming” de matriz sólida recupera danos de peroxidação lipídica do envelhecimento, com aumento de atividade de enzimas removedoras de peróxido e de radicais livres.

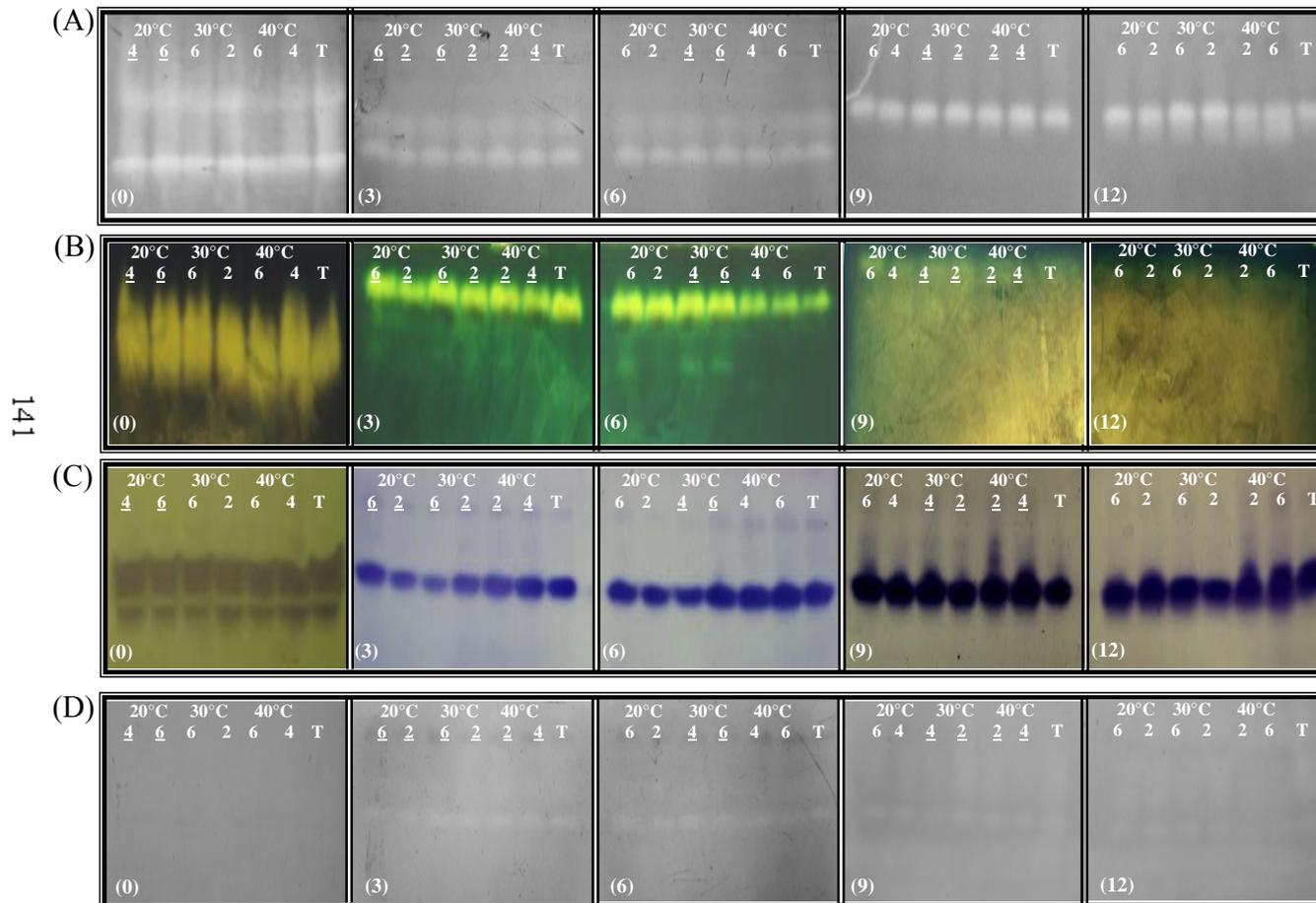


FIGURA 44 Perfis enzimáticos da Superóxido dismutase (E.C. 1.15.1.1 - SOD) (A); Catalase (E.C. 1.11.1.6 - CAT) (B); Malato desidrogenase (E.C. 1.1.1.37 - MDH) (C) e Álcool desidrogenase (E.C. 1.1.1.1 - ADH) (D) de sementes de *Coffea arabica* L. armazenadas durante 0, 3, 6, 9 e 12 meses com 24,0% de umidade inicial. Com base nos resultados do teste de Condutividade Elétrica (Tabela 13) e partir dos períodos de tempo de 2, 4 e 6 dias, aqueles sublinhados dentro de cada temperatura de condicionamento, não diferem entre si pelo teste Scott Knott no nível nominal de significância de 5%. Para aqueles não sublinhados se encontram dispostos na ordem melhor/pior, segundo o mesmo teste, quando comparados dentro de cada temperatura.

A atividade da Catalase (E.C. 1.11.1.6 - CAT) (Figura 44 B) foi semelhante nas sementes não armazenadas, tanto nas condicionadas quanto nas não condicionadas. Nas sementes armazenadas por três meses observou-se semelhante intensidade na atividade da CAT para sementes condicionadas, e maior atividade nas sementes não condicionadas. Aos seis meses a intensidade da atividade da CAT foi semelhante para sementes condicionadas a 20 e 30°C, independentemente do período de tempo de condicionamento, decrescendo para o condicionamento a 40°C, e mais ainda, para sementes não condicionadas.

Não se detectou atividade da CAT nas sementes armazenadas por nove e doze meses, tanto para sementes condicionadas, quanto para as não condicionadas (Figura 44B). No entanto, nestas épocas de armazenamento registrou-se os melhores resultados para o condicionamento, quando vários tratamentos superaram a qualidade fisiológica das sementes não condicionadas (Tabela 16). Estes resultados, foram observados ao mesmo tempo que se observou aumento da atividade da SOD, que também atua na proteção das membranas pela remoção de radicais livres.

Nos perfis da enzima Malato desidrogenase (E.C. 1.1.1.37 - MDH) (Figura 44 C) observou-se menor atividade nos maiores períodos de tempo de condicionamento, dentro de cada temperatura, sendo também inferiores a atividade nas sementes não condicionadas que não foram armazenadas. Menor atividade nos maiores períodos de tempo sugere menor respiração aeróbica, provavelmente em função da qualidade fisiológica das sementes não armazenadas.

Aos três e seis meses de armazenamento a intensidade da atividade da MDH foi semelhante para os tratamentos, a exceção do condicionamento a 30°C, respectivamente, por 6 e 4 dias, que apresentaram atividade discretamente mais reduzida, quando comparadas dentro de cada uma destas épocas de armazenamento. Aos nove meses, o condicionamento das sementes

proporcionou maior atividade da MDH se comparada a atividade nas sementes não condicionadas (testemunhas), o que não ocorreu aos 12 meses, onde a atividade foi semelhante em todos os tratamentos (Figura 44 C).

De maneira geral, observa-se aumento da atividade da MDH com o tempo de armazenamento, sugerindo aumento na taxa respiratória aeróbica e progressivo processo deteriorativo, que se confirmou pela avaliação fisiológica das sementes. Vieira (1996) encontrou aumento do número de bandas de MDH, em sementes de algodão com o envelhecimento. O aumento no número e/ou intensidade de coloração de bandas dessa enzima, em sementes submetidas a períodos mais longos de envelhecimento artificial, pode ser em função do aumento da respiração que ocorre nas sementes que se encontra em processo de deterioração avançado, uma vez que, enzimas envolvidas na respiração podem ser ativadas em sementes de qualidade reduzida (Shatters Junior et al., 1994), e ser um possível marcador molecular para deterioração (Vieira, 1996).

No entanto, apesar disso, vários tratamentos de condicionamento proporcionaram melhorias fisiológicas na qualidade das sementes, permitindo que superassem a qualidade das sementes não condicionadas, principalmente aos doze meses de armazenamento (Tabela 16). Neste sentido, o aumento da taxa respiratória pode ser atribuído ao condicionamento, no qual são ativados processos bioquímicos que possivelmente proporcionaram melhoria fisiológica nas sementes, mesmo com processos deteriorativos avançados aos doze meses de armazenamento (Tabelas de 15A a 18A).

De acordo com Wilson Junior & McDonald Junior (1986), em sementes deterioradas as células sofrem prejuízos em sua capacidade respiratória no início do processo germinativo. A membrana da mitocôndria, por ser rica em lipídios insaturados e devido à presença de cristas, apresenta maior peroxidação de lipídios o que interfere nas taxas respiratórias. Com as membranas mitocondriais

danificadas a capacidade das células em manter a respiração aeróbica é diminuída.

Ferguson et al. (1990) confirmaram a hipótese de que os danos às membranas mitocondriais são importantes eventos em sementes em deterioração, ao verificarem reduções tanto na absorção de oxigênio como na produção de ATP por mitocôndrias isoladas. Lima (2001) e Pertel (2001) utilizaram as enzimas da rota anaeróbica (ADH) e aeróbica (MDH), para inferir sobre a eficiência dos tratamentos de condicionamento fisiológico e sobre a qualidade das sementes de café.

A atividade da enzima Álcool desidrogenase (E.C. 1.1.1.1 - ADH) foi nula nas sementes não armazenadas, condicionadas ou não. No entanto, entre três e nove meses de armazenamento ocorreu discreta e semelhante intensidade na atividade desta enzima em sementes condicionadas por diferentes períodos de tempo nas três temperaturas (Figura 44D).

Aos doze meses de armazenamento houve atividade da ADH para sementes condicionadas a 20 e 30°C, entretanto não se detectou atividade nas sementes não condicionadas e condicionadas a 40°C (Figura 44 D). Na Tabela 16 observa-se que, justamente nos tratamentos em que houve maior atividade desta enzima (nas temperaturas de 20 e 30°C), também ocorreu melhoria na qualidade fisiológica das sementes condicionadas de maneira mais pronunciada, aos 12 meses de armazenamento. Da mesma forma, Brandão Junior et al. (1999) também observaram uma correlação positiva entre viabilidade de sementes de milho e atividade da enzima ADH.

Quando a via anaeróbica da respiração é ativada, produtos tóxicos às células como acetaldeído e etanol são acumulados, contribuindo para a deterioração das sementes. No metabolismo anaeróbico, o piruvato, primariamente produzido na glicólise, é convertido para acetaldeído pela ação da

enzima piruvato descarboxilase e o acetaldeído é, então, reduzido para etanol pela álcool desidrogenase (ADH).

A ADH está envolvida no processo de conversão de acetaldeído à etanol. O acúmulo de acetaldeído tem sido relacionado com a deterioração das sementes, e neste sentido o aumento da atividade desta enzima durante o condicionamento pode ter favorecido a melhoria na qualidade fisiológica. Zhang et al. (1994) relatam que quando a atividade da enzima álcool desidrogenase (ADH) diminui, a semente fica mais susceptível à ação deletéria do acetaldeído, o que pode ser um importante fator que acelera a deterioração das sementes durante o armazenamento.

4.3.1.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de Umidade

Na Figura 45 estão representados os perfis dos sistemas enzimáticos para sementes com 36,0% de umidade, em cada época de armazenamento, dentro de cada temperatura e períodos de tempo de condicionamento.

Os perfis eletroforéticos apontaram atividade semelhante dentro de cada época de armazenamento para a Superóxido dismutase (E.C. 1.15.1.1 - SOD) até o nono (Figura 46 A). O condicionamento em alguns tratamentos proporcionou melhora significativa na qualidade das sementes não armazenadas e armazenadas por até nove meses, principalmente no terceiro e nono mês (Tabela 16), quando a SOD apresentou atividade mais intensa. Por outro lado, aos doze meses quando a atividade da SOD foi menos intensa e semelhante para todos os tratamentos, não se registrou melhora na qualidade fisiológica das sementes condicionadas (Tabela 16). Bailly et al. (2002) apresentaram uma clara relação entre vigor de sementes de girassol e essas enzimas removedoras de espécies reativas de oxigênio.

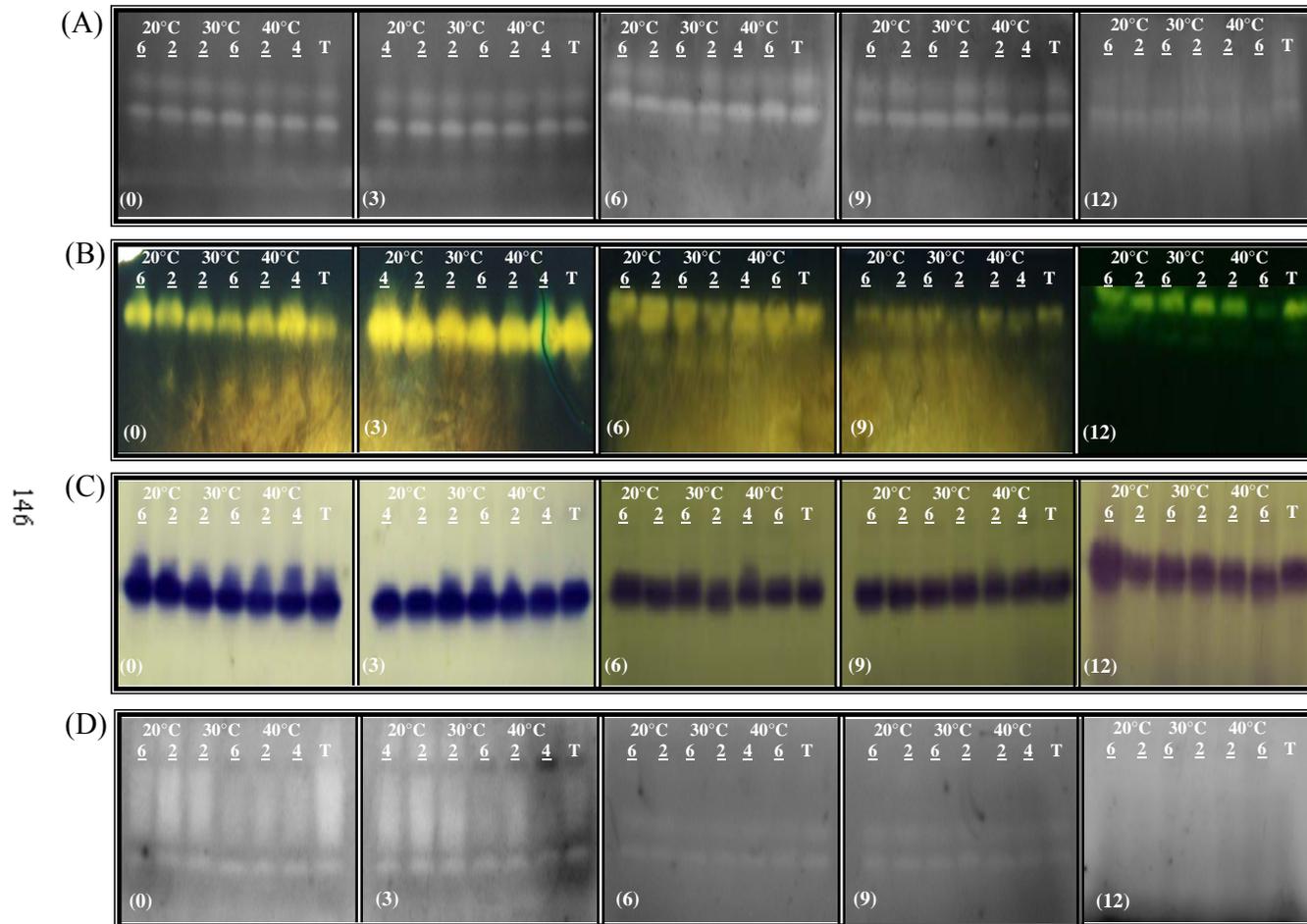


FIGURA 45 Perfis enzimáticos da Superóxido dismutase (E.C. 1.15.1.1 - SOD) (A); Catalase (E.C. 1.11.1.6 - CAT) (B); Malato desidrogenase (E.C. 1.1.1.37 - MDH) (C) e Álcool desidrogenase (E.C. 1.1.1.1 - ADH) (D) de sementes de *Coffea arabica* L. armazenadas durante 0, 3, 6, 9 e 12 meses com 36,0% de umidade inicial. Com base nos resultados do teste de Condutividade Elétrica (Tabela 20A) e partir dos períodos de tempo de 2, 4 e 6 dias, aqueles sublinhados dentro de cada temperatura de condicionamento, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott no nível nominal de significância de 5%. Para aqueles não sublinhados se encontram dispostos na ordem melhor/pior, segundo o mesmo teste, quando comparados dentro de cada temperatura.

Possivelmente, a menor intensidade da atividade da SOD pode ter contribuído para resultados menos satisfatórios neste caso, pois comportamento semelhante foi observado para sementes armazenadas com 13,0 e 24,0% de umidade, onde se registrou melhoria da qualidade fisiológica das sementes na presença da atividade desta enzima.

Puntalaro & Boveris (1990) demonstraram uma correlação entre reduções na atividade de SOD produzidas nas duas primeiras horas de embebição e decréscimo de vigor, além de observarem um aumento de atividade da catalase e peroxidase, em eixos embrionários de soja, envelhecidos artificialmente e naturalmente. Stewart & Bewley (1980) mostraram que sementes de soja viáveis têm a capacidade de produzir SOD, dentro das primeiras horas de embebição, mas que sua atividade foi ausente em materiais não viáveis. Por outro lado, Li & Sun (1999), investigando a sensibilidade à dessecação e atividade de enzimas removedoras de radicais livres em sementes de *Theobroma cacao*, também sensíveis à dessecação, encontraram altas correlações negativas entre a atividade de superóxido dismutase (SOD) e a viabilidade das sementes.

Para as sementes não armazenadas a intensidade de atividade da enzima Catalase (E.C. 1.11.1.6 - CAT) (Figura 45 B) foi ligeiramente maior no condicionamento a 40°C por 4 dias, e atividades semelhantes para o restante dos tratamentos nesta época de armazenamento. Mesmos níveis de atividade da CAT também foram observados entre os tratamentos dentro dos três, seis e nove meses de armazenamento para sementes condicionadas ou não. A atividade desta enzima aos doze meses foi mais intensa no condicionamento a 20°C por 6 dias, menos intensa a 40°C por 6 dias e semelhante para o restante dos tratamentos nesta época.

Em relação às sementes não armazenadas, observou-se maior atividade da CAT aos três meses, época em que também se registrou a melhor qualidade

fisiológica. A partir do sexto mês de armazenamento, houve queda gradual na atividade desta enzima, culminando com a menor atividade aos 12 meses, quando não se observou efeitos positivos do condicionamento sobre a qualidade das sementes. Possivelmente, a baixa atividade desta enzima nesta época de armazenamento é função do estágio de deterioração das mesmas.

Os perfis eletroforéticos da Malato desidrogenase (E.C. 1.1.1.37 - MDH) (Figura 45 C) não apontaram variações na atividade desta enzima entre os diferentes tratamentos, tanto para sementes condicionadas quanto não condicionadas, dentro de cada uma das cinco épocas de armazenamento. Shatters Junior et al. (1994) observaram que atividade da malato desidrogenase (MDH) foi a menos afetada pelos tratamentos de envelhecimento em sementes de soja. Resultados semelhantes foram encontrados por Spinola et al. (2000), em sementes de milho, os quais não constataram alterações nos perfis eletroforéticos dessa enzima com o aumento do período de envelhecimento. Já Kalpana & Mandhava Rao (1997) observaram uma diminuição na atividade dessa enzima com o envelhecimento de sementes de guandu.

Comparando as épocas de armazenamento, observa-se que a atividade da MDH nas sementes não armazenadas já é intensa, mantendo-se desta forma aos três meses de armazenamento. A partir do sexto mês esta atividade é diminuída, e se mantém constante até o décimo segundo mês de armazenamento. Provavelmente, neste caso, a alta taxa respiratória detectada desde o início do armazenamento é resultado, muito mais do elevado conteúdo de água da semente, do que propriamente o efeito do condicionamento.

A atividade da álcool desidrogenase (E.C. 1.1.1.1 - ADH) foi semelhante até o terceiro mês de armazenamento, tanto para as sementes condicionadas nas três temperaturas, quanto para as sementes não condicionadas. Uma redução significativa na atividade desta enzima foi observada ao sexto e nono mês de armazenamento, semelhante tanto para

sementes condicionadas nas três temperaturas, quanto para sementes não condicionadas (figura 45 D). Aos doze meses de armazenamento não se detectou atividade desta enzima, como também, nenhuma melhoria da qualidade fisiológica das sementes em função do condicionamento (Tabela 16). Vieira (1996) não detectou variação nos padrões dessa enzima ao longo do envelhecimento.

4.3.2 Proteínas resistentes ao calor

Na Figura 46 estão apresentados os perfis eletroforéticos das proteínas resistentes ao calor de sementes de café, armazenadas por até doze meses com 13,0; 24,0 e 36,0% de umidade, e posteriormente, submetidas, ao condicionamento fisiológico, assim como, o padrão observado nas sementes não condicionadas (testemunhas).

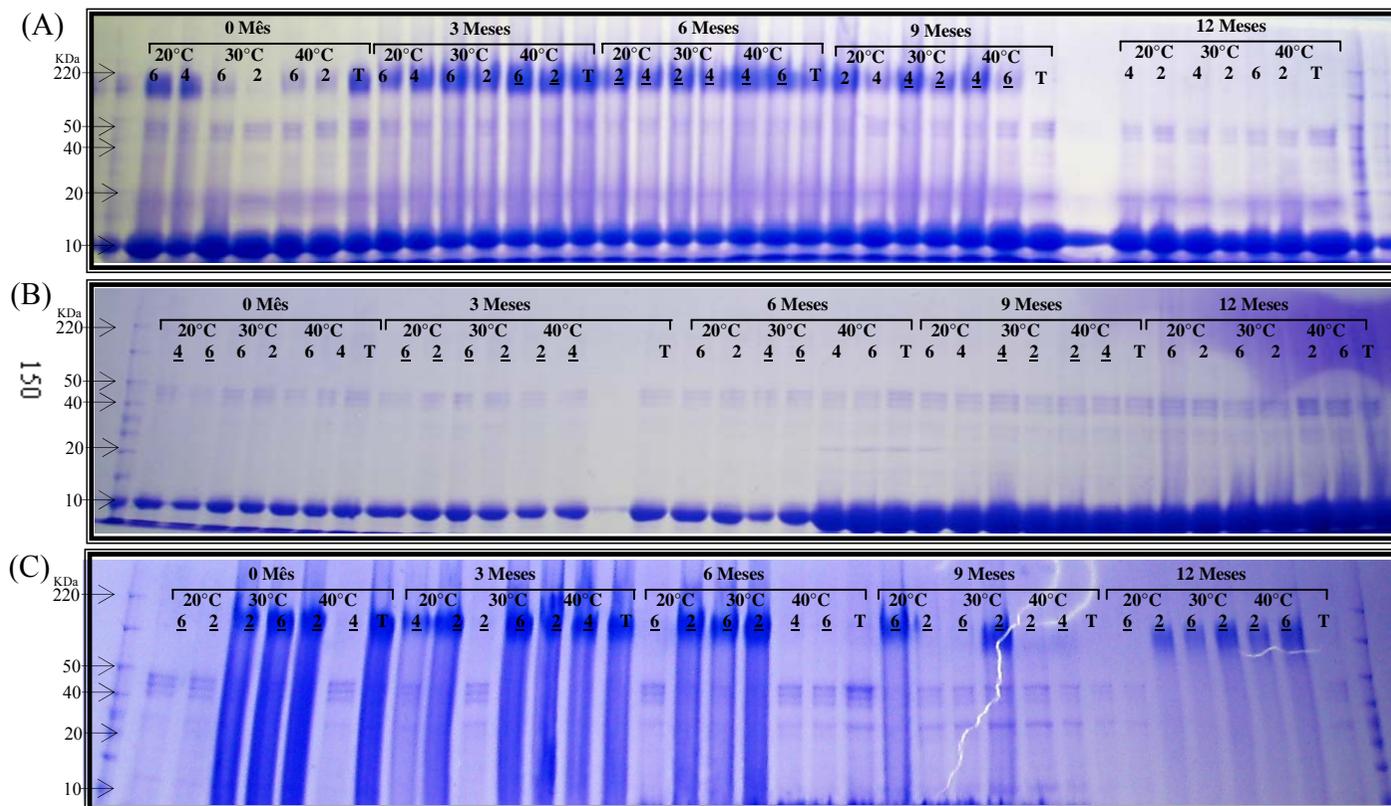


FIGURA 46 Padrões eletroforéticos de proteínas resistentes ao calor de sementes de *Coffea arabica* L. armazenadas durante 0, 3, 6, 9 e 12 meses com 13,0% (A), 24,0% (B) e 36,0% (C) de umidade inicial. Com base nos resultados do teste de Condutividade Elétrica (Tabelas 12, 13 e 20A) e partir dos períodos de tempo de 2, 4 e 6 dias, aqueles sublinhados dentro de cada temperatura de condicionamento, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott no nível nominal de significância de 5%. Para aqueles não sublinhados se encontram dispostos na ordem melhor/pior, segundo o mesmo teste, quando comparados dentro de cada temperatura.

4.3.2.1 Sementes armazenadas com 13,0 % de Umidade

Observou-se nas sementes não armazenadas intensidade de bandas semelhantes para o condicionamento nas temperaturas de 20, 30 e 40°C, como também, entre os períodos de condicionamento dentro de cada temperatura, exceto para 30°C por 2 dias que se apresentou ligeiramente menos intensa. Foram registradas bandas de pesos moleculares entre 10 e 20 KDa, e principalmente entre 40 e 50 KDa, sendo estas últimas, de maior intensidade nas sementes não condicionadas (Figura 46 A).

Aos três e seis meses observa-se menor intensidade das bandas com o avanço do tempo de armazenamento, não se registrando diferenças entre os tratamentos, que se mostraram semelhantes às sementes não condicionadas. Com menor clareza, observa-se também bandas de alto peso molecular, próximo a 220 KDa, que se apresentaram mais intensas nestas épocas de armazenamento.

A intensidade das bandas, principalmente aquelas entre 40 e 50 KDa, se tornaram mais evidentes aos nove e doze meses, notadamente nas sementes não condicionadas (Figura 46 A).

Aos doze meses de armazenamento ficou evidente a ausência de bandas de pesos moleculares acima de 50 KDa, as quais foram apresentadas anteriormente. Na Tabela 16 observa-se que, nesta época de armazenamento houve maior efeito do condicionamento fisiológico sobre a germinação e vigor das sementes, quando vários tratamentos superaram a qualidade das sementes não condicionadas. Possivelmente, nesta época, não houve a expressão de gens que codificam a tradução de proteínas resistentes ao calor de maiores pesos moleculares, e concomitantemente a expressão de outras de menores pesos, o que pode ter contribuído na preservação de estruturas celulares e membranas, interferindo de maneira positiva na qualidade das sementes. Guimarães et al. (2002) observaram que este grupo de proteínas atuam como agentes protetores de membranas em diferentes estágios de desenvolvimento de sementes de café.

4.3.2.2 Sementes armazenadas com 24,0 % de Umidade

Para a umidade de 24%, observa-se bandas discretamente mais intensas para sementes não condicionadas em relação às condicionadas, que foram semelhantes dentro de cada época de armazenamento até o sexto mês, com bandas de peso molecular entre 40 e 50 KDa, menos intensas se comparadas a nove e doze meses (Figura 46 B).

Bandas de pesos moleculares menores que 40 KDa foram mais evidentes para sementes condicionadas após o nono e décimo segundo mês de armazenamento, quando também ficou evidenciado maior intensidade de bandas com pesos moleculares entre 40 e 50 KDa, principalmente, nesta última época de armazenamento. Pela Tabela 16, constata-se que os efeitos mais positivos do condicionamento ocorreram justamente nestas duas últimas épocas de armazenamento, quando mais uma vez, provavelmente, a presença de parte destas proteínas contribuíram para a qualidade das sementes condicionadas, o que também foi observado nas sementes armazenadas e condicionadas com 13,0% de umidade.

Não se observou bandas de proteínas resistentes ao calor de pesos moleculares acima de 50 KDa para sementes com 24,0% de umidade, armazenadas ou não. Ao mesmo tempo, registraram-se efeitos positivos do condicionamento das sementes em todas estas épocas de armazenamento, onde o condicionamento proporcionou a melhoria da qualidade das sementes (Tabela 16). Tais fatos sugerem haver correlação positiva entre a ausência destas proteínas de maior peso molecular (próximo a 220 KDa) e a presença daquelas de menores pesos (entre 40 e 50 KDa) e o efeito benéfico do condicionamento na melhoria da qualidade fisiológica das sementes (Tabela 16 e Figura 46 B).

Este comportamento foi também observado nas sementes com 13,0% de umidade, onde o condicionamento proporcionou melhoria na qualidade das

sementes aos doze meses, na ausência das proteínas resistentes ao calor de maiores pesos moleculares (Tabela 16 e Figura 46 A).

Há aqui um claro indicativo de que durante o condicionamento fisiológico, os efeitos mais positivos são alcançados com expressões parciais das proteínas resistentes ao calor de peso molecular entre 40 e 50 KDa. Possivelmente, uma parcela destas proteínas apresenta papel relevante na preservação de membranas e outras estruturas celulares observados durante o condicionamento fisiológico, além de contribuir na manutenção da tolerância à dessecação em sementes condicionadas.

A perda de tolerância à dessecação em sementes germinando está associada à menor quantidade de proteínas resistentes ao calor. O papel destas proteínas na tolerância à dessecação deve-se à sua habilidade para atrair moléculas de água, mantendo o ambiente local enriquecido de água ou de alguma forma até substituindo a água (Bewley & Black, 1985).

4.3.2.3 Sementes armazenadas com 36,0 % de Umidade

Os perfis eletroforéticos das proteínas resistentes ao calor das sementes condicionadas ou não, para o ensaio com sementes armazenadas a 36,0% de umidade não se expressaram claramente em todos os tratamentos, não proporcionando plena interpretação dos resultados. No entanto, foi possível extrair evidências, que se comportaram dentro da lógica em que os resultados vêm sendo discutidos.

Observou-se bandas destas proteínas com pesos moleculares entre 40 e 50 KDa com intensidades semelhantes até o sexto mês, juntamente com outras bandas de menor peso (entre 20 e 40 KDa) e menor intensidade, até esta época de armazenamento, para sementes condicionadas ou não. Entretanto, o condicionamento até esta época, na presença destas bandas, proporcionou a

melhoria da qualidade fisiológica das sementes em diversos tratamentos (Tabela 16).

Aos nove meses, para sementes condicionadas, estas bandas de maiores pesos (entre 40 e 50 KDa) se tornaram menos intensas, ao passo que, aquelas de menores pesos (entre 20 e 40 KDa) ficaram mais evidentes, porém ambas mais intensas se comparadas às sementes não condicionadas (Figura 46 C). Isto sugere que, embora tenha havido menor expressão de proteínas no nono mês de armazenamento, estas se fizeram presentes em bandas de menores pesos, principalmente nas sementes condicionadas, onde se registrou maior qualidade fisiológica para diversos tratamentos nesta época de armazenamento (Tabela 16).

No décimo segundo mês de armazenamento, verificou-se completa ausência de proteínas resistentes ao calor para sementes condicionadas. Nas sementes não condicionadas, estas foram pouco evidentes, porém presentes em diferentes bandas com baixa intensidade (Figura 46 C). Nesta época de armazenamento não se registrou melhoria na qualidade das sementes condicionadas (Tabela 16), o que reforça a idéia de que, os efeitos positivos do condicionamento estão de alguma forma relacionados com a presença e manutenção destas proteínas com determinados pesos moleculares, e sua ação nas estruturas celulares. Blackman et al. (1991), Yeoung et al. (1996) e Albuquerque (2006) constataram significativa redução das proteínas resistentes ao calor com o avanço do processo germinativo das sementes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O condicionamento fisiológico é uma técnica já comprovadamente eficiente em promover melhor desempenho em sementes de café. Alguns autores, citados anteriormente, têm pesquisado ajustes metodológicos que permitam alcançar os melhores resultados.

Registros de trabalhos sobre esta técnica para sementes de café são encontrados na literatura, porém quase a totalidade destes, se referem ao condicionamento osmótico das sementes, que inclusive, ainda não apresenta um ajuste metodológico, com expressiva variação nos resultados.

Muitos são os fatores que interferem no condicionamento fisiológico das sementes de café, e que são determinantes para o sucesso desta técnica. Alguns deles são de extrema importância como a presença do endocarpo nas sementes, a temperatura e o período de tempo de condicionamento, a composição e concentração das soluções osmóticas, a taxa de oxigenação e as possíveis alterações fisiológicas e bioquímicas durante o tratamento, a atuação de microrganismos, o período de armazenamento, a qualidade das sementes, e muitos outros.

Observou-se neste trabalho, que muitos dos fatores acima citados influenciam sobremaneira também no condicionamento fisiológico de matriz sólida em sementes de café. Alguns outros devem ser investigados, dentre os quais pode-se destacar: as características físico-químicas da matriz; o nível de saturação de água e o potencial matricial estabelecido durante o tratamento; a relação volumétrica matriz/sementes.

No presente trabalho, constatou-se a interferência de vários fatores e suas interações durante o condicionamento fisiológico de matriz sólida em sementes de café. Dentre estes, o conteúdo de água das sementes, a temperatura, o período de tempo de condicionamento e a qualidade das sementes em função

do período de armazenamento foram determinantes e devem ser investigados mais profundamente. A germinação das sementes de café após o condicionamento em matriz sólida, tanto em porcentagem quanto em uniformidade e o desenvolvimento das mudas, em condições de viveiro, são investigações importantes e que também devam ser realizadas.

Na Tabela 16 são apresentadas as avaliações fisiológicas das sementes após o condicionamento em matriz sólida, em cada experimento (13,0%; 24,0% e 36,0% de umidade), destacando para cada tratamento (combinações: armazenamento x temperatura x período de priming) os resultados superiores de germinação e vigor, obtidos pelo condicionamento das sementes em relação à aquelas não condicionadas.

Observou-se que o condicionamento foi mais eficiente em promover melhorias fisiológicas nas sementes com teor de água de 24,0%, o que ocorreu praticamente em todas as épocas de armazenamento. Quando realizado em sementes com 13,0% de umidade, somente foram observados resultados que superaram as sementes não condicionadas a partir do nono mês de armazenamento. Comportamento inverso foi verificado para sementes com 36,0% de umidade, onde o condicionamento, melhorou a qualidade das sementes quando armazenadas por até 9 meses (Tabela 16).

As temperaturas de 20 e 30°C foram as mais adequadas para o condicionamento fisiológico das sementes nas tres umidades estudadas, independentemente do período de tempo e da época de armazenamento (Tabela 16). Lima (2001), Motta (2001), Sguarezi et al. (2001b) e Souza et al. (2003) sugerem 25°C para o condicionamento das sementes de café.

A temperatura de 40°C prejudicou o desempenho das sementes, principalmente nos maiores períodos de tempo. Lima (2001) observou prejuízos no desempenho das sementes com o condicionamento a 35°C. Verificou-se também que o tempo mais adequado de condicionamento está em função

principalmente da temperatura, onde, os melhores resultados foram obtidos nos menores períodos de tempo para maiores temperaturas e vice-versa (Tabela 16).

Considerando que, ao final do armazenamento, a qualidade das sementes decresceu de maneira diferenciada em cada umidade, verificou-se que o condicionamento resultou em melhorias no desempenho das sementes com menor qualidade fisiológica, exceto para sementes com 36,0% de umidade armazenadas por 12 meses, onde a qualidade foi excessivamente prejudicada (Tabela 16).

TABELA 16 Tratamentos de condicionamento que superaram as sementes não condicionadas, avaliados por testes fisiológicos, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0; 24,0 e 36,0%.

Umidade inicial das sementes (%)		13,0			24,0			36,0		
Armaz. (meses)	Temp. (°C)	Período de priming (dias)			Período de priming (dias)			Período de priming (dias)		
		2	4	6	2	4	6	2	4	6
0	20				I	I	I			I
	30				I		I		I	
	40				I					
3	20				I			I	I	I
	30				I	I	I	IC	I	IC
	40				C	C	C	IC		
6	20						G		E	
	30				G			E		
	40							E		
9	20				E	E	GE	I	GEI	GI
	30			I	GE	E		GI	I	I
	40				E			I		
12	20		GI	GI	EI	EIC	GEIC			
	30	G	GC	GIC	EI	GEIC	EIC			
	40	GI			EI	EI				

As médias dos condicionamentos superaram as médias das sementes não condicionadas pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%, quando avaliados pelos Testes de Germinação (G), Emergência de plântulas em bandejas (E), Índice de Velocidade de Emergência de Plântulas (I) e Condutividade Elétrica (C).

Dias et al. (2001) e Pertel et al. (2001) observaram que os resultados do condicionamento fisiológico em sementes de café estão em função da qualidade inicial das sementes. Eira (1988) sugere que sementes mais vigorosas mostram-se menos sensíveis ao condicionamento e Camargo (1998) obteve melhor resultado no condicionamento de lotes de sementes de café com menor qualidade.

Sob o ponto de vista molecular constatou-se significativa relevância da atividade das enzimas SOD e CAT, que atuam, em última análise, na preservação e integridade dos sistemas de membranas celulares. Foram observados efeitos positivos do condicionamento sobre a qualidade das sementes com a atividade conjunta destas duas enzimas, ou quando se detectou atividade somente da SOD. Desta forma, pode se estabelecer uma relação positiva da atividade destas enzimas, principalmente da SOD, com os efeitos positivos do condicionamento fisiológicos sobre a qualidade das sementes de café.

Quanto as enzimas que atuam nas rotas respiratórias, constatou-se maior relação da atividade da MDH com a melhoria da qualidade das sementes condicionadas, onde se observaram efeitos positivos do condicionamento sempre que a atividade desta enzima se fez presente, principalmente em intensidades moderadas.

A atividade da ADH se apresentou discreta ou ausente nas sementes condicionadas, parecendo ter pouca relevância sobre os efeitos positivos do condicionamento na qualidade das sementes, não possibilitando o estabelecimento de uma relação lógica no decorrer do armazenamento.

Certamente, o comportamento da atividade da ADH, que atua nas rotas anaeróbicas de respiração, é função da forma de condicionamento realizado neste trabalho, onde o meio em matriz sólida permite, de maneira ininterrupta, a oxigenação das sementes e, desta forma, dificulta o estabelecimento de relação mais estreita desta enzima com tal modalidade de condicionamento fisiológico.

As avaliações e análises das proteínas resistentes ao calor revelaram que, a presença parcial destas proteínas durante o condicionamento pode ser relacionada com efeitos positivos deste tratamento sobre a qualidade das sementes. Assim, observou-se que após o condicionamento, a ausência de bandas de proteínas resistentes ao calor de pesos moleculares mais altos (acima de 50 KDa), concomitantemente, com a presença de bandas de proteínas de pesos entre 40 e 50 KDa se relacionam positivamente com a melhoria da qualidade das sementes proporcionada por este tratamento. Provavelmente, a atuação destas proteínas remanentes pós condicionamento, refletem positivamente na tolerância à dessecação e na preservação e proteção do sistema de membranas celulares.

Com os resultados deste trabalho, é possível afirmar que o condicionamento fisiológico em matriz sólida proporciona melhoria na qualidade e desempenho das sementes de café. Entretanto, mais trabalhos de pesquisas nesta linha deverão ser realizados.

6 CONCLUSÕES

Os resultados verificados neste trabalho de tese, permite concluir que o condicionamento de sementes de café (*Coffea arabica* L.) em matriz sólida:

- promove aumento na porcentagem de germinação e emergência de plântulas, notadamente em sementes de menor qualidade fisiológica;
- antecipa a germinação e melhora o vigor, principalmente nas sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0 e 36,0%;
- prejudica o desempenho das sementes quando realizado na temperatura de 40°C, principalmente nos períodos de tempo de 4 e 6 dias de condicionamento;
- apresenta maior eficiência na melhoria do desempenho das sementes, quando realizado a 20°C para 4 e 6 dias de condicionamento e 30°C para 2, 4 e 6 dias;
- interfere na atividade das enzimas SOD, CAT, MDH e ADH, sobretudo na primeira;
- promove a expressão de proteínas resistentes ao calor de diferentes pesos moleculares, com relação positiva entre a melhoria na qualidade fisiológica das sementes e a expressão destas proteínas com pesos moleculares entre 40 e 50 KDa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-BAKI, A.A. Biochemical aspects of seed vigour. **HortScience**, Alexandria, v.15, n.6, p.765-771, Dec. 1980.
- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOSLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic, 1972. v.1, p.283-315, 416p.
- AGUIAR, A.T. da E. **Descritores para caracterização de cultivares e linhagens de café tipo arábica**. 2001. 98p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético Vegetal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ALBUQUERQUE, K.S. **Aspectos fisiológicos da germinação de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.)**. 2006. 90p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ALI, A.; MACHADO, V.S.; HAMILL, A.S. Osmoconditioning of tomato and onion seeds. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.43, n.3, p.213-224, Oct./Dec. 1990.
- ALTOÉ, M.; MOREIRA, S.O.; ALMEIDA, R.; ZANOTTI, L.L.; MARTINS FILHO, S.; LOPES, J.C. Qualidade de sementes dos cafês do estado do Espírito Santo após diferentes períodos de embebição. **Informativo ABRATES**, Gramado, v.13, n.3, p.155, set. 2003.
- ALVARENGA-MANTOVANI, E.; HENRIQUES, E.; AMPESSAN, J.; DIAS, D.C.F.S. Liberação de exsudatos de sementes de café como método para avaliar a sua qualidade fisiológica. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.137, set. 2001.
- AMARAL, A.D.; PESKE, S.T. PH do exsudato para estimar em 30 minutos, a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.6, n.3, p.85-92, maio/jun. 1984.
- AMORIM, H.V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos de grão de café verde relacionados com a determinação da qualidade**. 1978. 85p. Tese (Livre Docência em Bioquímica)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

AMORIN, H.V.; CRUZ, A.R.; DIAS, R.M.; GUTIERREZ, S.E.; TEIXEIRA, A.A.; MELLO, M.; OLIVEIRA, G.D. de. Transformações químicas e estruturais durante a deterioração da qualidade de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 5., 1977, Guarapari. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1977. p.15-18.

ANDERSON, J.D. Metabolic changes associated with senescence. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, n.2, p.401-416, 1973.

ARAUJO, E.F.; MEIRELES, R.C.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SAKIYAMA, N.S.; REIS, L.S. Efeito do hipoclorito de sódio na remoção do pergaminho e na germinação das sementes de café (*coffea arabica L.*). **Informativo ABRATES**, Pelotas, v.15, n.1/3, p.222, ago. 2005.

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

AROUCHA, E.M.M.; SILVA, R.F. da; NUNES, G.H.S.; SANTOS, M.C.M.A. dos. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de mamão. **Caatinga**, Mossoró, v.19, n.3, p.272-277, jul./set. 2006.

AUNG, U.T.; MCDONALD, M.B. Changes in esterase activity associated with peanut (*Arachis hipogaea L.*) seed deterioration. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.23, n.1, p.101-111, 1995.

BACCHI, O. Seca da semente de café ao sol. **Bragantia**, Campinas, v.14, n.22, p.225-236, nov. 1955.

BAILLY, C.; BENAMAR, A.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Changes in malondialdehyde content and in superoxide dismutase, catalase and glutathione reductase activities in sunflower seeds as related to deterioration during accelerated aging. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.97, n.1, p.104-110, May 1996.

BAILLY, C.; BENAMAR, A.; CORBINEAU, F.; CÔME, D. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus L.*) seeds as affected by priming. **Seed Science Research**, Wallingford, v.10, n.1, p.35-42, Mar. 2000.

BAILLY, C.; BOGATEK-LESZCZYNSKA, R.; CÔME, D.; CORBINEAU, F. Changes in activities of antioxidant enzymes and lipoxygenase during growth of sunflower seedlings from seeds of different vigour. **Seed Science Research**, Wallingford, v.12, n.1, p.47-55, Mar. 2002.

BALBINOT, E.; LOPES, H.M. Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.1-8, jan. 2006.

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

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

BERNAL-LUGO, I.; LEOPOLD, A.C. Changes in soluble carbohydrates during seed storage. **Plant Physiology**, Washington, v.98, n.3, p.1207-1210, Mar. 1992.

BETTEY, M.; FINCH-SAVAGE, W.E. Respiratory enzyme activities during germination in Brassica seed lots of differing vigour. **Seed Science Research**, Warwick, v.6, n.6, p.165-173, June 1996.

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

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

BINGHAM, C.D.; HARRIS, A.; MCDONALD, L. A comparative study of radicle and coleoptile extension in maize seedlings from age and unaged seed. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.22, n.6, p.127-139, Dec. 1994.

BIOPLANT. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.bioplant.com.br>>. Acesso em: 1 maio 2008.

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

BOCK, F.L. **Resposta a nível molecular do envelhecimento artificial, natural e pré-condicionamento de sementes de soja**. 1999. 27p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes)-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BRACCINI, A. de L.E.; BRACCINI, M. do C.L.; SCAPIM, C.A.; OLIVEIRA, V.R.; ANDRADE, C.A. de B. Conservação de sementes de café-Robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) cultivar Conillon em função do grau de umidade e do tipo de embalagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.160-169, mar./abr. 1998.

BRACCINI, A. de L.E.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M. do C.L.; ANDRADE, C.A. de B.; VIDIGAL FILHO, P.S. Incidência de microrganismos em sementes de café Robusta durante o armazenamento. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.305-315, mar./abr. 1999.

BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.5, p.1105-1112, Nov. 1986.

BRADFORD, K.J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: M.Dekker, 1995. p.351-396.

BRAHAM, J.E.; BRESSANI, R. **Polpa de café**: composición, tecnología y utilización. Guatemala: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1978. 152p.

BRANDÃO JUNIOR, D. da S.; CARVALHO, M.L.M.; VIEIRA, M.G.G.C. Variações eletroforéticas de proteínas e isoenzimas relativas à deterioração de sementes de milho envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.114-121, jan. 1999.

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

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agronegócio café**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/agronegociocafé>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

BRAY, E.A. Molecular responses to water deficit. **Plant Physiology**, Washington, v.103, p.1035-1040, 1993.

BRAZ, M.R.S.; ROSSETTO, C.A.V. Condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes armazenadas de café. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.1849-1856, jul. 2008.

BUCKERIDGE, M.S.; PANEGASSI, V.R.; DIETRICH, S.M.C. Storage carbohydrate mobilisation in seeds of *Dimorphandra mollis* Benth. (Leguminosae) following germination. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.18, n.2, p.171-175, Apr./June 2000a.

BUCKERIDGE, M.S.; TINÉ, M.A.S.; SANTOS, H.P.; LIMA, D.U. Polissacarídeos de reserva de parede celular em sementes. Estrutura, metabolismo, funções e aspectos ecológicos. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.12, p.137-162, 2000b. Edição especial.

BURCH, T.A.; DELOUCHE, J.C. Absorption of water by seeds. **Proceedings of the Association Seed Analitical**, Plymouth, v.49, p.142-150, 1959.

CAIXETA, I.F. **Maturação fisiológica da semente do cafeeiro cv. Mundo Novo**. 1981. 48p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

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

CARPENTER, J.F.; CROWE, L.M.; CROWE, J.H. Stabilization of phosphofructokinase with sugars during freeze-drying. **Biochemica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v.923, n.1, p.109-115, Jan. 1987.

CARVALHO, J.C. **Testes fisiológicos e bioquímicos na avaliação da germinação e do vigor de semente de soja**. 1997. 56p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CARVALHO, L.F. de; MEDEIROS-FILHO, S.; ROSSETTI, A.G.; TEÓFILO, E.M. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.185-192, jan./fev. 2000.

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

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

CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M.; CHAGAS, S.J. de R. Relação entre classificação do café pela bebida e composição físico-química, química e microflora do grão beneficiado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989. p.25-26.

CONN, E.C.; STUMPF, P.K. **Introdução à bioquímica**. São Paulo: E.Blucher, 1980. 451p.

COOLBEAR, P. Mechanisms of seed deterioration. In: BASKA, A.S. (Ed.). **Seed quality: basic mecanismos and agricultural implications**. New York: Food Products, 1995. p.223-277.

COSTA, C.J.; VILLELA, F.A. Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.1, p.21-29, jan./fev. 2006.

COUGHLAN, S.J.; HEBER, U. The role of glycinebetaine in the protection of spinach thylakoids against freezing stress. **Planta**, Berlin, v.156, n.1, p.62-69, Nov. 1982.

CROMARTY, A.S.; ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. **Desing of seed storage facilities for genetic conservation**. Rome: IBPGR, 1985. 100p.

DANTAS, B.F. **Armazenamento e conservação de sementes**. Disponível em: <www.pirai.com.br>. Acesso em: 14 abr. 2006.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seeds lots. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.2, p.427-452, 1973.

- DELOUCHE, J.C.; MATTHES, R.K.; DOUGHERT, G.M.; BOYD, A.H. Storage of seed in sub-tropical and tropical regions. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.3, p.671-700, 1973.
- DIAS, D.C.F. dos S.; PERTEL, J.; DIAS, L.A.S.; ALVARENGA, E.M. Efeito do condicionamento osmótico na germinação e no vigor de sementes de café. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.124, set. 2001.
- DIAS, M.C.L.L.; BARROS, A.S.R. Conservação de sementes de café (*Coffea arabica* L.) em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.2, p.197-202, mar./abr. 1993.
- DURE, L.I. Structural motifs in Lea proteins. In: CLOSE, T.J.; BRAY, E.A. (Ed.). **Plant responses to cellular dehydration during environmental stress**. Rockville: American Society Plant Physiology, 1993. p.91-103.
- EIRA, M.T. **Condicionamento osmótico de sementes de alface**: efeitos sobre a germinação e desempenho sob estresse hídrico, salino e térmico. 1988. 90p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ELLIS, R.H. The longevity of seeds. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.9, p.1119-1125, Sept. 1991.
- 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, Sept. 1990.
- ESKIN, N.A.M. Biochemistry of food spoilage: enzymatic browning. In: _____. **Biochemistry of food**. 2.ed. San Diego: Academic, 1990. p.401-427.
- FARAH, A.; DONANGELO, C.M. Compostos fenólicos em café. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v.18, n.1, p.23-36, jan./mar. 2006.
- FAZUOLI, L.C.; BRAGHINI, M.T.; CONCEIÇÃO, A.S. da; SILVAROLLA, M.B. Estudo de conservação de sementes de café arábica e robusta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café, 2001. 1 CD-ROM.
- FERGUSON, J.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.M. Changes during early soybean seed and axes deterioration: II., lipids. **Crop Science**, Madison, v.30, n.1, p.179-182, Jan./Feb. 1990.

FOYER, C.H.; DESCOURVIERES, P.; KUNERT, K.J. Protection against oxygen radicals: an important difference mechanism studied in transgenic plants. **Pant Cell Environment**, Oxford, v.17, n.5, p.507-523, May 1994.

FRANCO, C.M. **Apontamentos de fisiologia do cafeeiro**. Campinas: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1970. 55p.

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

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

GENTIL, D.F. de O.; SILVA, W.R. da; MIRANDA, D.M. de. Grau de umidade e temperatura na conservação de sementes de café. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.1, p.53-64, 2001.

GIOMO, G.S.; LOMBARDI, A.P.Z.; CUTOLO-FILHO, A.A.; PALOMINO, E.C.; LEMOS, L.B.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.11, n.2, p.180, set. 2001.

GODINHO, R.P.; VILELA, E.R.; OLIVEIRA, G.A.; CHAGAS, S.J.R. Variações na cor e na composição do café (*Coffea arabica* L.) armazenado em côco e beneficiado. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v.1, p.38-43, 2000. Edição especial.

GRILLI, I.; BACCI, E.; LOMBARDI, T.; SPANO, C.; FLORIS, C. Natural ageing: poly (A) polimerase in germinating embryos of *Triticum durum* wheat. **Annals of Botany**, New York, v.76, n.1, p.15-21, 1995.

GUEDES, A.C.; CANTLIFFE, D.J. Germination of lettuce seeds at high temperature after seed priming. **Journal of the American Society for Horticultural Society**, Madison, v.105, n.6, p.777-781, Nov. 1980.

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.M. **Fisiologia de sementes.** Lavras: UFLA-FAEPE, 1999. 132p. Apostila.

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

GUIMARÃES, R.M.; VIEIRA, M.G.G.C.; FRAGA, A.C.; PINHO, E.V.R. von; FERRAZ, V.P. Tolerância à dessecação em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica*, L). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.128-139, jan./fev. 2002.

GULLIVER, R.L.; HEYDECKER, W. Establishment of seedlings in a changeable environment. In: HEYDECKER, W. (Ed.). **Seed ecology**. London: Butterworth, 1973. p.443-462.

HEGARTY, T.W. The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination: a review. **Plant, Cell and Environment**, New York, v.1, n.1, p.101-119, 1978.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; GULLIVER, R.L. Accelerated germination by osmotic seed treatment. **Nature**, London, v.246, n.2, p.42-44, 1973.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y.J. Invigoration of seeds? **Seed Science and Technology**, Zurich, v.3, n.3/4, p.881-888, July/Oct. 1975.

HOBBS, P.R.; OBENDORF, R.L. Interaction of initial seed moisture and imbibitional temperature on germination and productivity of soybean. **Crop Science**, Madison, v.13, n.1, p.664-667, 1972.

HOLTZMAN, E.; NOVIKOFF, A.B. **Células e estrutura celular.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1985. 630p.

HUXLEY, P.A. Some factors which can regulate germination and influence ability of coffee seeds. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, v.30, n.1, p.705-715, 1965.

JENG, T.L.; SUNG, J.M. Hydration effect on lipid peroxidation and peroxide scavenging enzymes activity of artificially age peanut seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.22, n.3, p.531-539, Aug. 1994.

JOSÉ, S.C.B.R.; VIEIRA, M.G.G.C.; GUIMARÃES, R.M.; RODRIGUES, R. Alterações fisiológicas e bioquímicas de sementes de pimentão submetidas ao osmocondicionamento, utilizando diferentes agentes osmóticos e meios de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.217- 223, mar./abr. 1999.

KALPANA, R.; MANDHAVA RAO, K.V. Lowered lipoxygenase activity in seeds of pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millsp) cultivars during accelerated ageing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.21, n.1, p.269-272, 1993.

KALPANA, R.; MANDHAVA RAO, K.V. Nucleic acid metabolism of seeds of pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millsp) cultivars during accelerated ageing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.25, n.18, p.293-301, 1997.

KIKUTI, A.L.P.; GUIMARÃES, R.M.; PINHO, E.V. de R. von; OLIVEIRA, J.A. Aplicação de antioxidantes em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) visando a preservação da qualidade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.4, p.663-672, jul./ago. 2002.

KOOSTRA, P.; HARRINGTON, J. Biochemical effects of age on membrane lipids of *Cucumis sativus* L. seed. **Proceedings International Seed Testing Association**, Vollebakk, v.34, p.329-340, 1973.

KOSTER, K. Glass formation and desiccation tolerance in seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v.96, p.302-304, 1991.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.

LEPRINCE, O.; DELTOUR, R.; THORPE, P.C.; ATHERTON, N.M.; HENDRY, G.A.F. The role of free radical and processing systems in loss of desiccation tolerance in germinating maize (*Zea mays* L.). **New Phytologist**, London, v.116, n.3, p.573-580, Nov. 1990.

LI, C.; SUN, W. Desiccation sensitivity and activities of free radicalscavenging enzymes in recalcitrant *Theobroma cacao* seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.9, n.3, p.209-217, Sept. 1999.

LIMA, L.B.; NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de berinjela visando a germinação em condições de temperaturas baixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.211-214, abr./jun. 2002.

LIMA, S.M.P. **Condicionamento fisiológico de sementes de cafeeiro**: efeito na germinação, vigor e formação de mudas. 2001. 161p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LIMA, S.M.P.; GUIMARÃES, R.M.; OLIVEIRA, J.A.; VIEIRA, M. das G.G.C. Efeitos de tempos e temperaturas de condicionamento sobre a qualidade fisiológica de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob condições ideais e de estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.3, p.505-514, maio/jun. 2004.

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, MG.

LOCHER, R.; BUCHELI, P. Comparison of soluble sugar degradation in soybean seed under simulated tropical storage conditions. **Crop Science**, Madison, v.38, n.5, p.1229-1253, Sept. 1998.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination: aid seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, Mar./Apr. 1962.

MANOHAR, M.S.; HEYDECKER, W. Effects of water potential on germination of pea seeds. **Nature**, London, v.202, p.22-24, Apr. 1964.

MARTINS FILHO, S.; ALTOÉ, M.; MOREIRA, S.O.; TORRES, L. Influência da retirada do pergaminho na germinação de sementes de café arábica (*Coffea arabica* L.). **Informativo ABRATES**, Pelotas, v.15, n.1/3, p.225, ago. 2005.

MATIELLO, J.B. **O café**: do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo, 1991. 320p. (Coleção do agricultor: grãos).

MATTEWS, S.; POWELL, A.A. Enviromental and physiological constraints on field performace of seeds. **HortScience**, Alexandria, v.21, n.10, p.1125-1128, Oct. 1986.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. Factors affecting germination. In: _____. **The germination of seeds**. Oxford: Pergamon, 1975. p.21-45.

- MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Oxford: Pergamon, 1989. 270p.
- MAZZAFERA, P.; SOAVE, D.; ZULLO, M.A.T.; GUERREIRO FILHO, O. Oil content of green beans from some coffee species. **Bragantia**, Campinas, v.57, n.1, p.45-48, 1998.
- McDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.27, n.1, p.177-237, Mar. 1999.
- 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, MG.
- MENEZES, N.L. de; ESPINDOLA, M.C.G.; PASQUALLI, L.L.; SANTOS, C.M.R.; FRAZINI, S.M. Associação de tratamento pré-germinativos em semente de alface. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v.13, n.1, p.85-96, jan. 2006.
- MIGLIORANZA, E. **Conservação de sementes de café (*Coffea arabica L. cv. Catuai*) com diferentes teores de umidade, armazenadas em embalagens hermeticamente fechadas**. 1982. 60p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- MIRANDA, J.M. **Estudo de alguns fatores que influenciam a duração da viabilidade de sementes de café (*Coffea arabica L. cv. Catuai*)**. 1987. 60p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- MIRANDA, J.M.; VALIAS, E.P.; SILVA, R.F. Estudo sobre a conservação da viabilidade de sementes de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 11., 1984, Londrina. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC, 1984. p.160-162.
- MOTTA, C.A.P. Recuperação da viabilidade de sementes de café após tratamento de hidratação e desidratação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.5, p.1142-1149, set./out. 2001.
- MURAY, D.R. Axis-cotyledon relationship sduring reserve mobilization. In: _____. **Seed physiology**. New York: Academic, 1984. p.295.

NASCIMENTO, W.M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.2, p.106-109, mar./abr. 1998.

NASCIMENTO, W.M. Germinação de sementes de melão osmoticamente condicionadas durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.1, p.158-161, jan./fev. 2002.

NASCIMENTO, W.M.; CANTLIFFE, D.J.; HUBER, D.J. Endo β mananase activity and seed germination of thermosensitive and thermotolerant lettuce genotypes in response to seed priming. **Seed Science Research**, Wallingford, v.11, n.3, p.255-264, Sept. 2001.

NKANG, A.; OMOKARO, D.; EGBE, A. Effects of desiccation on the lipid peroxidation and activities of peroxidase and polyphenoloxidase in seeds of *Telfairia occidentalis*. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.28, n.1, p.1-9, Jan. 2000.

NUNES, U.R.; SANTOS, M.R. dos; ALVARENGA, E.M.; DIAS, D.C.F.S. Efeito do condicionamento osmótico e do tratamento com fungicida na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cebola (*Allium cepa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.239-246, jan. 2000.

OSBURN, R.M.; SCHROTH, M.N. Effect of osmopriming sugar beet seed on exudation and subsequent damping-off caused by *Pythium ultimum*. **Phytopatology**, Saint Paul, v.78, n.9, p.1246-1250, Nov. 1988.

OSBOURN, R.M.; SCHROTH, M.N. Effect of osmopriming sugar beet seed on germination rate and incidence of *Pythium ultimum* damping-off. **Plant Disease**, Quebec, v.73, n.1, p.21-24, Jan. 1989.

PARERA, C.A.; CANTLIFFE, D.J. Presowing seed priming. **Horticultural Reviews**, Edinburgh, v.16, n.1, p.109-139, Jan. 1994.

PAULA, M. de; PÉREZ-OTALA, M.; DARDER, M.; TORRES, M.; MARTÍNEZ-HONDUVILLA, C.J. Function of the ascorbate-glutathione cycle in aged sunflower seeds. **Phydiologia Plantarum**, Copenhagen, v.96, n.4, p.543-550, Apr. 1996.

PERDOMO, A.; BURRIS, J. Histochemical, physiological, and ultrastructural changes in the maize embryos during artificial drying. **Crop Science**, Madison, v.38, n.5, p.1236-1244, Sept./Oct. 1998.

PEREIRA, C.E.; PINHO, E.V.R. von; 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**, Brasília, v.24, n.1, p.306-311, jan./fev. 2002.

PERTEL, J. **Alterações fisiológicas e bioquímicas durante o envelhecimento natural e artificial de sementes de café (*Coffea arabica* L.)**. 2004. 107p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PERTEL, J.; DIAS, D.C.F. dos S.; DIAS, L.A. dos S.; ALVARENGA, E.M. Efeito do condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v.3, p.39-45, dez. 2001. Edição especial.

PIMENTA, C.J. **Qualidade de café**. Lavras: UFLA, 2003. 304p.

PIMENTA, C.J.; COSTA, L.; CHAGAS, S.J.R. Peso, acidez, sólidos solúveis, açúcares e compostos fenólicos em café (*Coffea arabica* L.), colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v.1, p.23-30, dez. 2000. Edição especial.

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

POSSE, S.C.P.; SILVA, R.F. da; VIEIRA, H.D. Temperatura de armazenamento e desempenho de sementes hidratadas e osmocondicionadas de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.26, n.1, p.38-43, jan./fev. 2004.

POWEL, A.A. Cell membranes and seed leachate conductivity in relation to the quality of seed for sowing. **Journal of Seed Technology**, Lansing, v.10, n.2, p.81-100, July 1986.

PUNTARALO, S.; BOVERIS, A. Effect of natural and accelerated aging on the hydroperoxyde metabolism of soybean embrionic axes. **Plant Science**, Amsterdam, v.68, n.1, p.27-32, Jan. 1990.

RAY, M.B.; HALDER, S.; GUPTA, K. Differential responses of early and late cultivars of rice (*Oryza sativa* L.) seeds under accelerated ageing. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.18, n.3, p.823-831, Oct. 1990.

REID, J.S.G.; BEWLEY, J.D. A dual role for the endosperm and its galactomannan reserve in the germinative physiology of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) an endospermic leguminous seed. **Planta**, Berlin, v.147, n.2, p.145-150, 1979.

REIS, J.C.S.; CAMARGO, R.; CARVALHO NETTO, A.P. Efeito da giberelina na aceleração do processo de germinação de sementes do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Informativo ABRATES**, Pelotas, v.15, n.1/3, p.137, ago. 2005.

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

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.

REZENDE, M.L.; GUIMARÃES, R.M.; SILVA, T.T.A. Influência da giberelina na germinação de sementes de cafeeiro. **Informativo ABRATES**, Pelotas, v.15, n.1/3, p.157, ago. 2005.

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

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.1, n.3, p.499-514, 1973.

ROGERS, W.J.; BÉZARD, G.; DESHAYES, A.; MEYER, I.; PÉTIARD, V.; MARRACCINI, P. Biochemical and molecular characterization and expression of the 11S-type storage protein from *Coffea arabica* endosperm. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v.37, n.4, p.261-272, Dec. 1999.

ROSA, S.D.V.F. da; SANTOS, C.G. dos; GUIMARÃES, R.M.; PAIVA, R.; MELO, L.Q. de; VEIGA, A.D. Efeito da cafeína exógena sobre o desenvolvimento in vitro de embriões de *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre. **Informativo ABRATES**, Gramado, v.13, n.3, p.211, set. 2003.

SÁ, M.R.; BARROS, C.S.; ROSSETTO, C.A.V. Qualidade fisiológica de sementes de café influenciada por tratamentos pré-germinativos. **Agronomia**, v.38, n.2, p.42-46, 2004.

SACHS, M.N.; FREELING, M.; OKINOTO, R. The anaerobic protein of maize. **Cell**, Cambridge, v.20, n.3, p.761-767, 1980.

SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L. Tratamentos pré-germinativos em sementes de alface. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.253-258, jan./fev. 2000.

SANTOS, H.P. **Importância ecofisiológica da reserva de xiloglucano e o controle de sua mobilização em cotilédones de *Hymenaea courbaril* L.** 2002. 137p. Tese (Doutorado em Biologia)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SCANDALIOS, J.G. Isoenzymes in development and differentiation. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v.25, n.1, p.225-258, 1974.

SGUAREZI, C.N.; BRACCINI, A.L.E.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L.; DALPASQUALE, V.A. Avaliação de tratamentos pré-germinativos para melhorar o desempenho de sementes de café (*Coffea arabica* L.): condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.152-161, mar./abr. 2001a.

SGUAREZI, C.N.; BRACCINI, A.L.E.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L.; DALPASQUALE, V.A. Avaliação de tratamentos pré-germinativos para melhorar o desempenho de sementes de café (*Coffea arabica* L.): processo de umificação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.2, p.162-170, mar./abr. 2001b.

SGUAREZI, C.N.; BRACCINI, A. de L. e; SCAPIM, C.A.; DALPASQUALE, V.A.; BRACCINI, M. do C.L.; SCHUAB, S.R.P. Influencia das condições de armazenamento na qualidade fisiológica e sanitária das sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v.4, p.16-25, dez. 2002. Especial Café.

SHATTERS JUNIOR, R.G.; ABDELGHANY, A.; ELBAGOURY, O.; WEST, S.H. Soybean seed deterioration and response to priming: changes in specific enzyme activities in extracts from dry and germinating seeds. **Seed Science Research**, Wellingford, v.4, n.1, p.33-41, Mar. 1994.

SHIMIZU, M.M.; MAZZAFERA, P. Mudanças na composição de proteínas e aminoácidos durante a germinação de sementes de café. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.11, p.150, jun. 1999. Suplemento.

SHIMODA, M.; SHIBAMOTO, T. Isolation and identification of headspace volatiles from brewed coffee with an on-column GC/MS method. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v.38, n.3, p.802-804, Mar. 1990.

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

SILVA, E.A.A. da; HIHORST, H.W.M. Germinação de sementes de café (*Coffea arabica* L. cv Rubi): mecanismo e regulação. **Informativo ABRATES**, Gramado, v.13, n.3, p.69, set. 2003.

SILVA, J.B. da; RODRIGUES, T. de J.D.; VIEIRA, R.D. Desempenho de sementes de soja submetidas a diferentes potenciais osmóticos em polietilenoglicol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1634-1637, set./out. 2006.

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

SIMON, E.W. Phospholipids and plant membrane permeability. **New Phytologist**, London, v.73, n.3, p.377-420, Mar. 1974.

SIMON, E.W.; RAJA-HARUN, R.M. Leakage during imbibition. **Journal of Experimental Botany**, Elmsford, v.23, n.77, p.1076-1085, 1972.

SMITH, M.T. The ultrastructures of physiological necrosis in cotyledons of lettuce seeds (*Lactuca sativa* L.). **Seed Science and Technology**, Zurich, v.17, n.3, p.453-462, Sept. 1989.

SMITH, M.T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored Desiccation-Tolerant and desiccation: sensitive seeds. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: M.Dekker, 1995. p.701-746.

SPEER, K.; KOLLING-SPEER, I. A fração lipídica da semente de café. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Campos dos Goytacases, v.18, n.1, p.201-216, jan./mar. 2006.

SPINOLA, M.C.M.; CICERO, S.M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.263-270, abr. 2000.

SOUZA, P.C.M.; LIMA, S.M.P.; GUIMARÃES, R.M.; OLIVEIRA, J.A.; VIEIRA, M.G.G.C. Efeitos de tempos e temperaturas de condicionamento sobre a qualidade fisiológica de sementes do cafeeiro (*Coffea arabica L.*) sob condições ideais de estresse térmico. **Informativo ABRATES**, Gramado, v.13, n.3, p.320, set. 2003.

STEWART, R.R.C.; BEWLEY, J.D. Lipid peroxidation associated with accelerated ageing of soybean axes. **Plant Physiology**, Rockville, v.65, n.2, p.245-248, Feb. 1980.

SUNG, J.M.; CHIU, K.Y. Solid matrix priming can partially reverse the deterioration of sweet corn seeds induced by 2,2'-azobis (2- amidinopropane) hydrochloride generated fire radicals. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.29, n.2, p.287-298, Apr. 2001.

SUNG, J.M.; JENG, T.L. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated ageing of peanut seed. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.91, n.1, p.51-55, Mar. 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Redwood City: The Benjamin/Cummings, 1991. 559p.

TAYLOR, A.G.; ALLEN, P.S.; BENNETT, K.J. Seed enhancements. **Seed Science Research**, Wallingford, n.8, n.2, p.245-256, June 1998.

TAYLOR, A.G.; HADAR, Y.; NORTON, J.M.; KHAN, A.A.; HARMAN, G.E. Influence of presowing seed treatments of table beets on the susceptibility to damping-off caused by *Pythium*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n.4, p.516-519, Nov. 1985.

TILDEN, R.L.; WEST, S.H. Reversal of the effects of aging in soybean seeds. **Plant Physiology**, Washington, v.77, n.3, p.584-586, Mar. 1985.

TONIN, G.A.; GATTI, A.B.; CARELLI, B.P.; PEREZ, S.C.J.G. de A. Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* TULL. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.27, n.2, p.35-43, mar./abr. 2005.

VALIO, I.F.M. Germination of coffee seeds (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo). **Journal of Experimental Botany**, London, v.2, n.100, p.983-991, Sept. 1976.

VANTOAI, T.T.; FAUSEY, N.R.; MCDONALD JUNIOR, M.B. Anaerobic metabolism enzymes as markers of flooding stress in maize seeds. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.102, n.1, p.33-39, Feb. 1987.

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

VERTUCCI, C.W. The kinetics of seed imbibition. In: CROP SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Seed moisture**. Madison, 1989. p.93-115. (CSSA. Special Publication, 14).

VIEIRA, A.H.; MARTINS, E.P.; PEQUENO, P.L. de L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M.G. de. **Técnicas de produção de sementes florestais**. Porto Velho: EMBRAPA, 2001. 4p.

VIEIRA, E.C.; GAZZINELLI, G.; MARES GUIA, M. **Bioquímica celular e biologia molecular**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1991. 360p.

VIEIRA, M.G.C.G. **Utilização de marcadores moleculares no monitoramento da qualidade sanitária e nível de deterioração de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 1996. 127f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VOSSSEN, H.A.M. van der. Methods of preserving the viability of coffee seed in storage. **Seed Science & Technology**, Zürich, v.7, n.1, p.65-74, 1979.

YEOUNG, Y.R.; WILSON, D.O.; MURRAY, G.A. Germination performance and loss of late-embryogenesis abundant (LEA) proteins during muskmelon seed priming. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.24, n.3, p.429-439, Nov. 1996.

WEIKERT, M.J.B.; FRAGA, A.C. Teste de germinação em sementes de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.18, n.3, p.291-294, jul./set. 1994.

WETZEL, M.M.V.S. Fungos de armazenamento. In: SOAVE, J.; WETZEL, M.M.V.S. (Ed.). **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.260-275.

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

WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. **Seed Science and technology**, Zurich, v.1, n.1, p.127-157, 1973.

ZHANG, M.; MAEDA, Y.; FURIHATA, Y.; NAKAMAR, Y.; ESASHI, Y.A. Mechanism of seed deterioration in relation to the compounds involved by dry seeds themselves. **Seed Science Research**, Wallingford, v.4, n.1, p.49-56, Mar. 1994.

ZHU, J.; HASEGAWA, P.M.; BRESSAN, R.A. Molecular aspects of osmotic stress in plants. **Critical Review Plant Science**, Cleveland, v.16, n.3, p.253-277, 1997.

ANEXOS

ANEXOS

Página

FIGURA 1A	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	188
FIGURA 2A	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	189
FIGURA 3A	Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%..	190
FIGURA 4A	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	191
FIGURA 5A	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.....	192
FIGURA 6A	Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%..	193
FIGURA 7A	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%..	194
FIGURA 8A	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%..	195

FIGURA 9A	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%..	196
FIGURA 10A	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%..	197
FIGURA 11A	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%..	198
FIGURA 12A	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%..	199
TABELA 1A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Emergência (E), em porcentagem, segundo os tratamentos fatoriais estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%..	200
TABELA 2A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Condutividade Elétrica (CE) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), segundo os tratamentos fatoriais estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%..	200
TABELA 3A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Emergência (E), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados para as sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%..	201
TABELA 4A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Condutividade elétrica (CE) e Índice de velocidade de emergência (IVE), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados para as sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%..	201

TABELA 5A	Valores médios das variáveis: Germinação (%), Emergência (%), Índice de Velocidade de Emergência e Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), em função dos tratamentos adicionais e tratamentos em esquema fatorial, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	201
TABELA 6A	Valores médios de Germinação (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%..	202
TABELA 7A	Valores médios de Emergência (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%..	203
TABELA 8A	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%..	204
TABELA 9A	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.....	205
TABELA 10A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), em porcentagem, segundo os tratamentos fatoriais estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%...	206
TABELA 11A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Emergência (E) em porcentagem e Condutividade Elétrica (CE), segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%..	206

TABELA 12A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Emergência (E), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%..	207
TABELA 13A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Condutividade elétrica (CE) e Índice de velocidade de emergência (IVE) segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%..	207
TABELA 14A	Valores médios das variáveis: Germinação (%), Emergência (%), Índice de Velocidade de Emergência e Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), em função dos tratamentos adicionais e tratamentos em esquema fatorial, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.	207
TABELA 15A	Valores médios de Germinação (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%..	208
TABELA 16A	Valores médios de Emergência (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.	209
TABELA 17A	Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%..	210
TABELA 18A	Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.	211

TABELA 19A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), em porcentagem, segundo os tratamentos fatoriais estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%..	212
TABELA 20A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Emergência (E) em porcentagem e Condutividade Elétrica (CE), segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%..	212
TABELA 21A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Emergência (E), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%..	213
TABELA 22A	Resumo da análise de variância para as variáveis: Condutividade elétrica (CE) e Índice de velocidade de emergência (IVE) segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%..	213
TABELA 23A	Valores médios das variáveis: Germinação (%), Emergência (%), Índice de Velocidade de Emergência e Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), em função dos tratamentos adicionais e tratamentos em esquema fatorial, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%..	213
TABELA 24A	Valores médios de Germinação (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.	214
TABELA 25A	Valores médios de Emergência (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%...	215

TABELA 26A Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%... 216

TABELA 27A Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.. 217

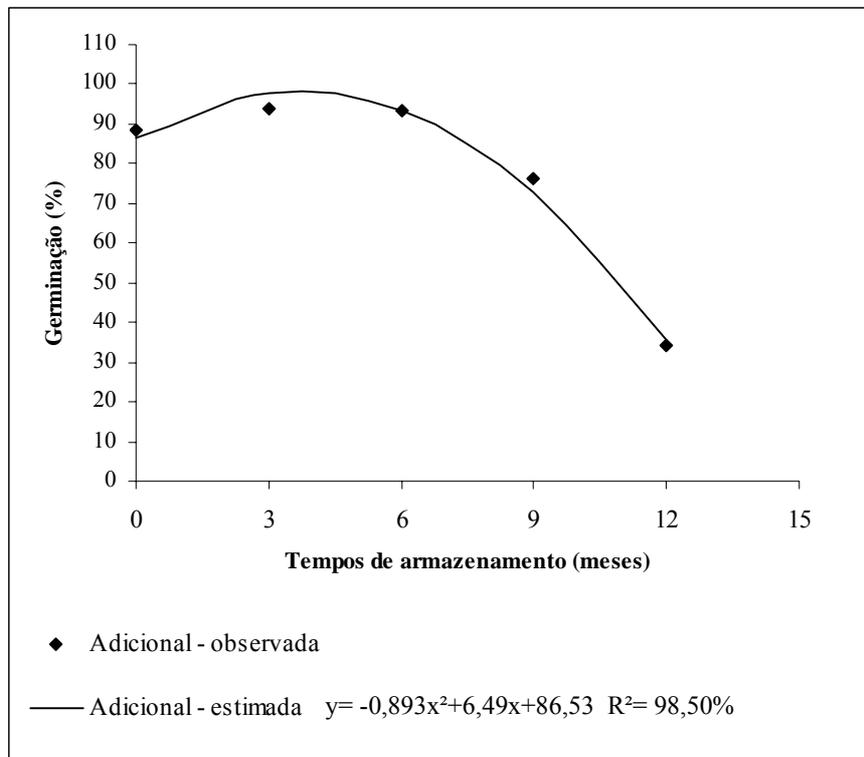


FIGURA 1A Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

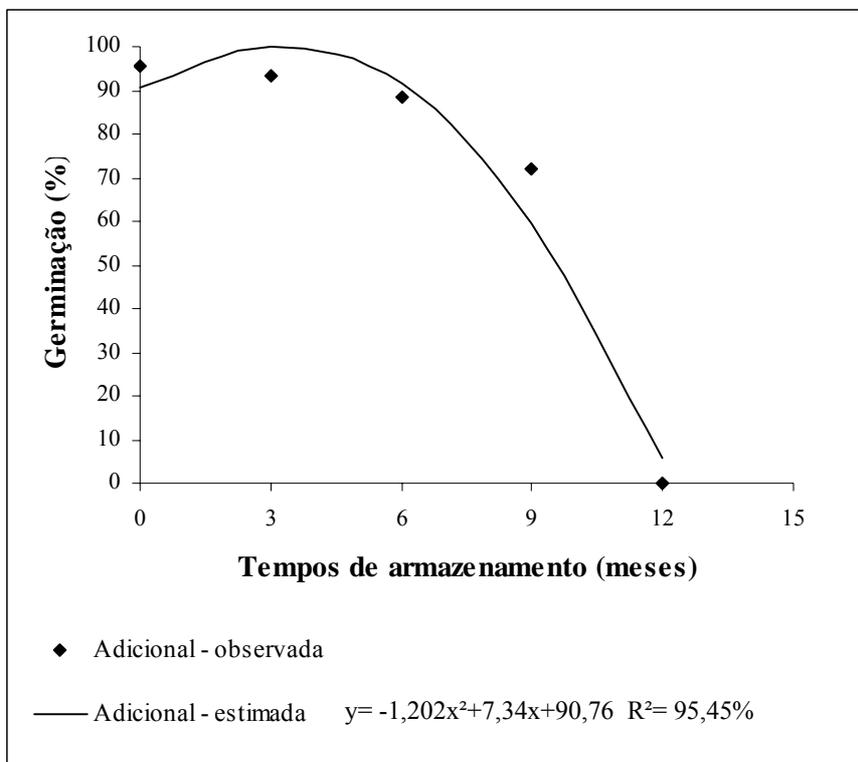


FIGURA 2A Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

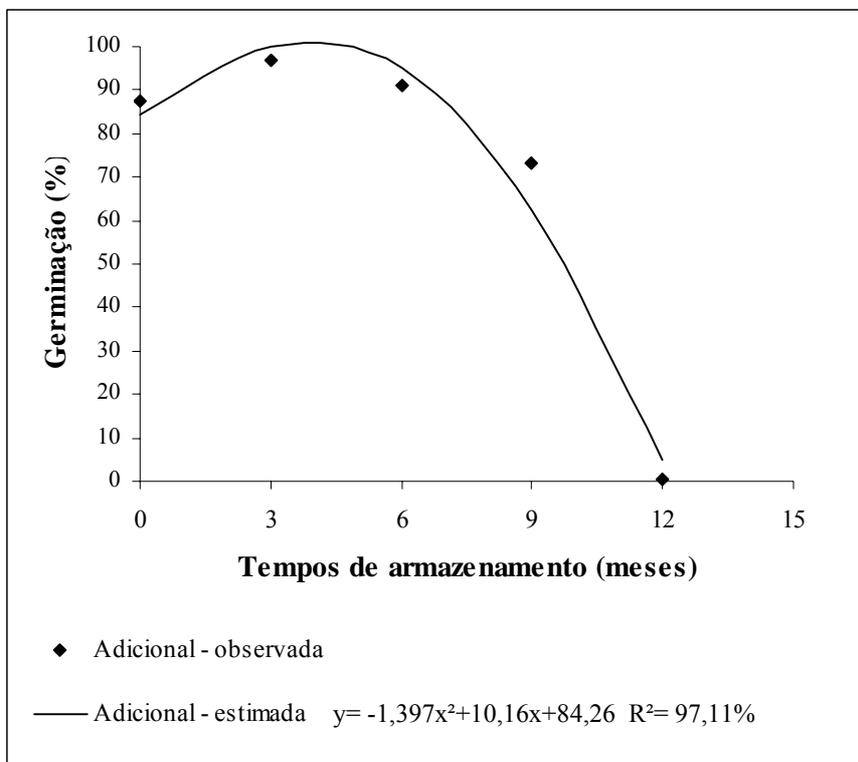


FIGURA 3A Valores médios de Germinação (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

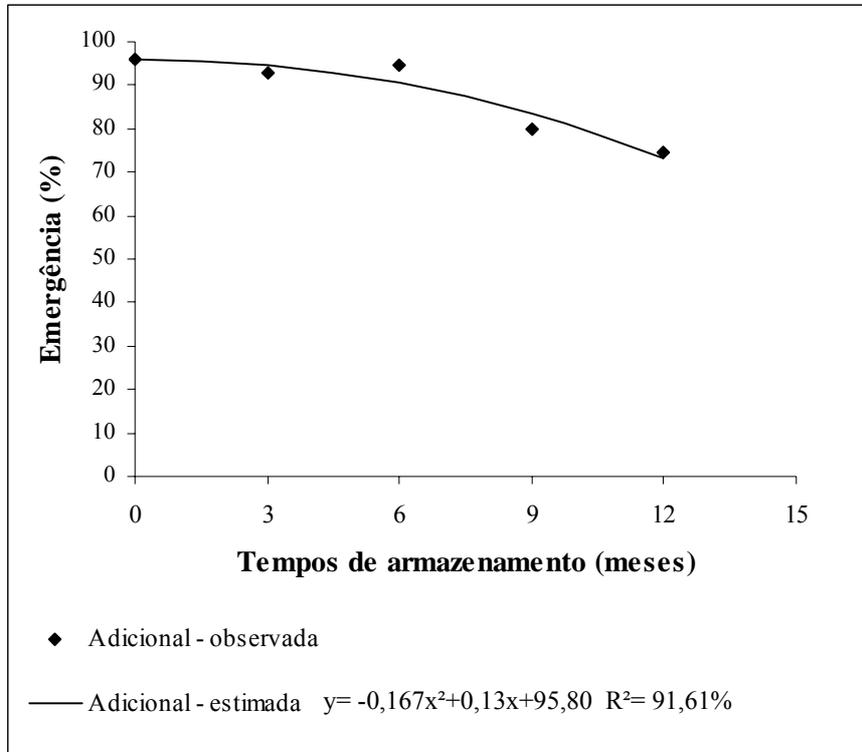


FIGURA 4A Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

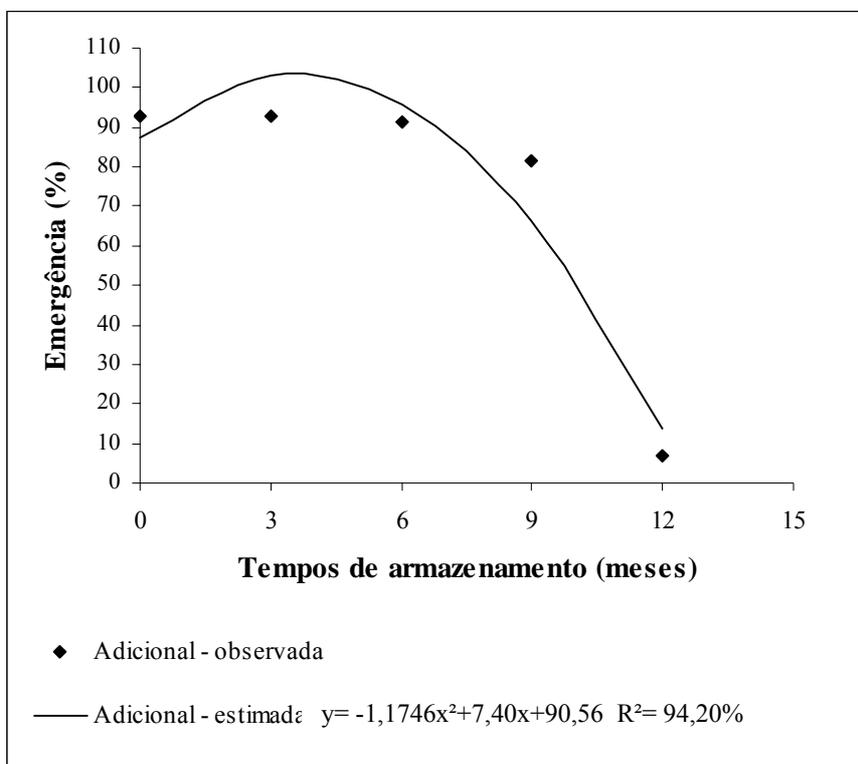


FIGURA 5A Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

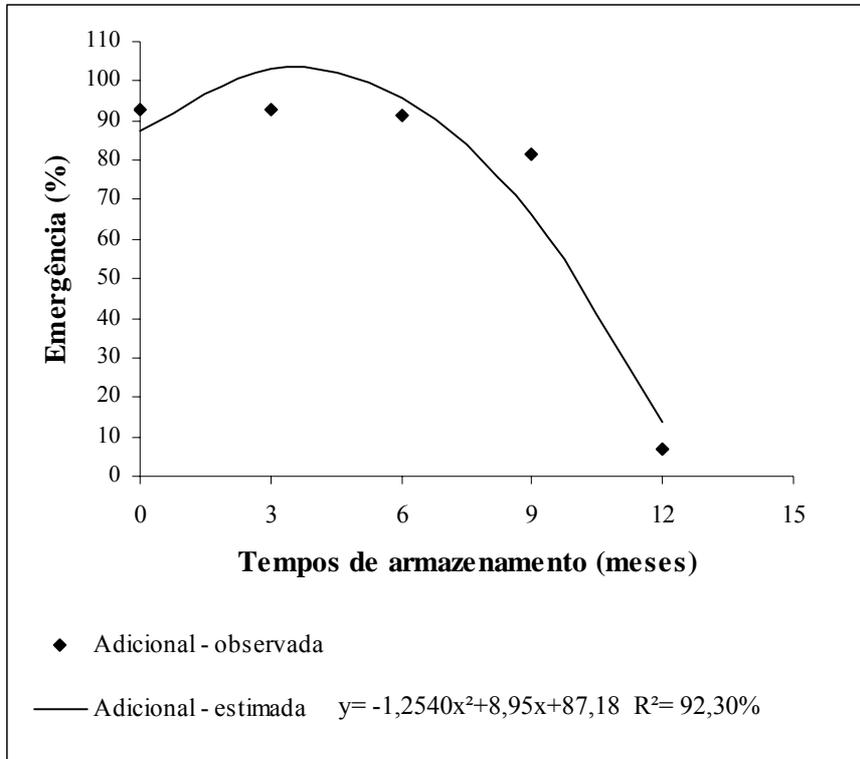


FIGURA 6A Valores médios de Emergência (%) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

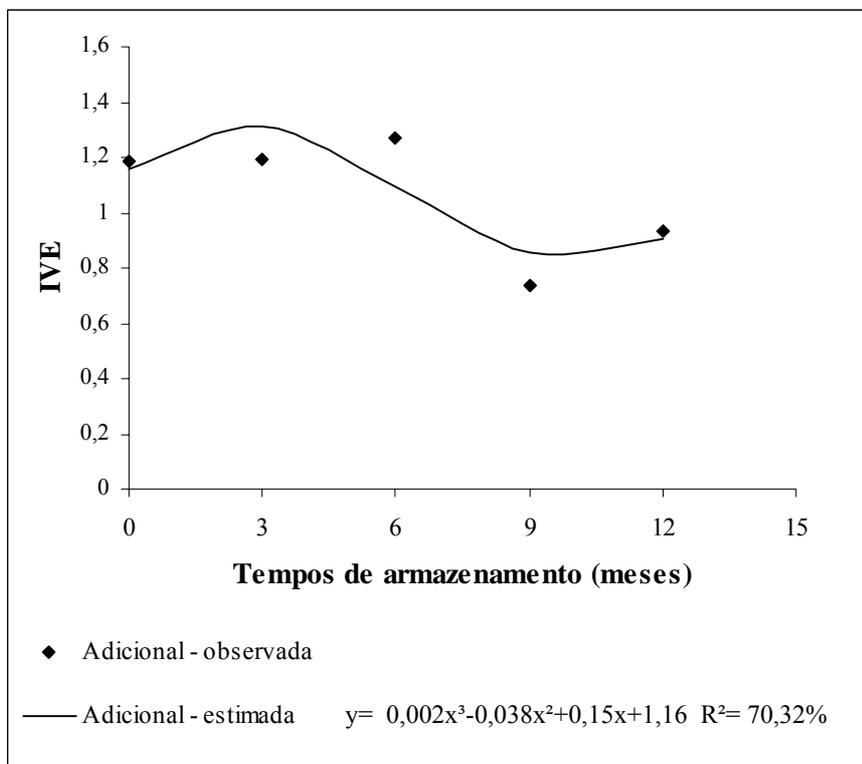


FIGURA 7A Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

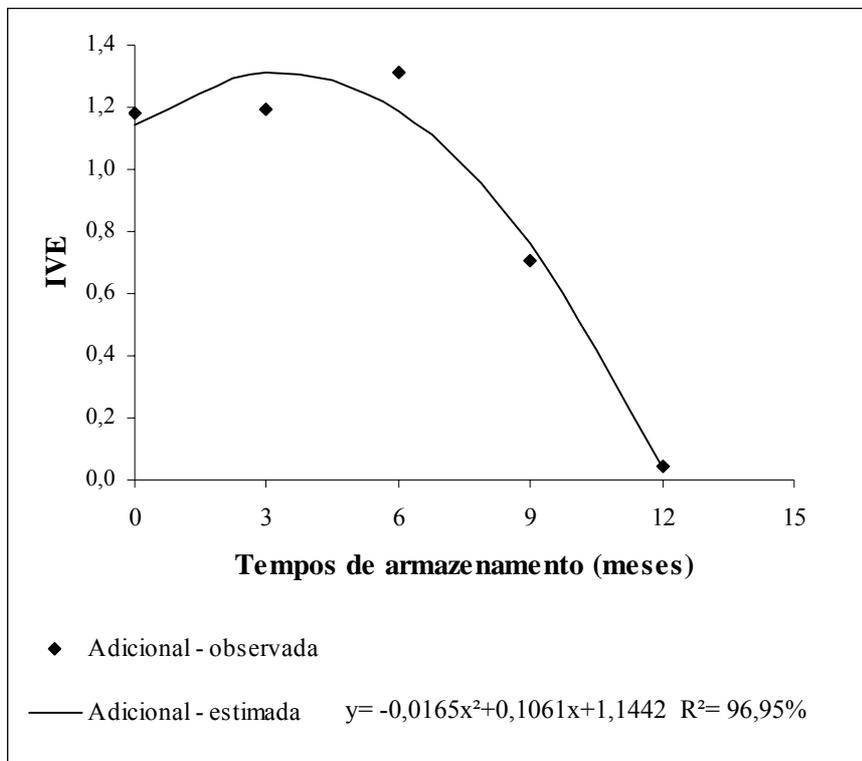


FIGURA 8A Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

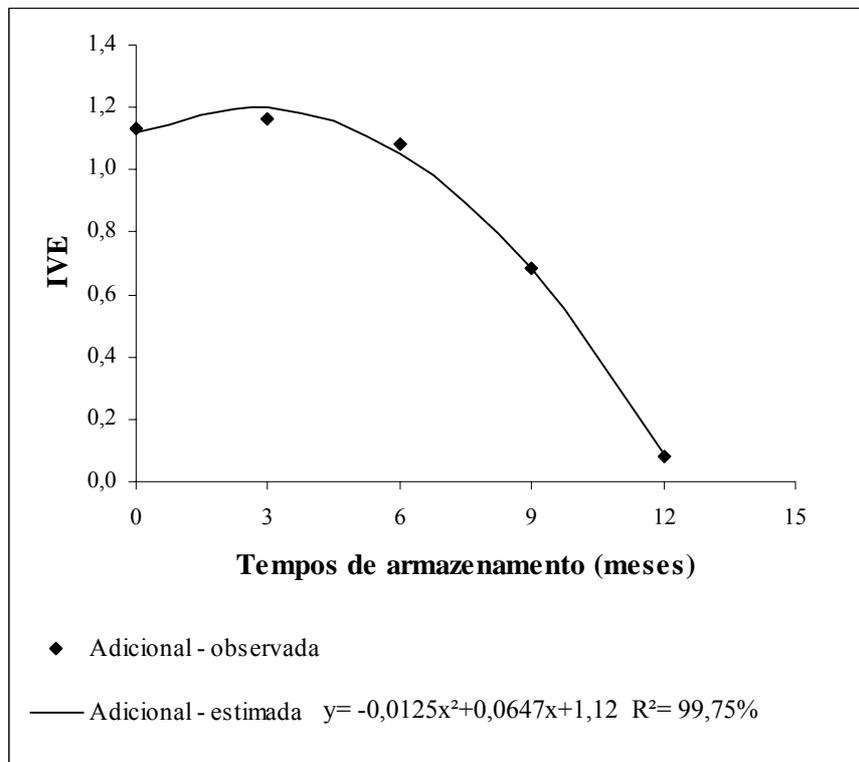


FIGURA 9A Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

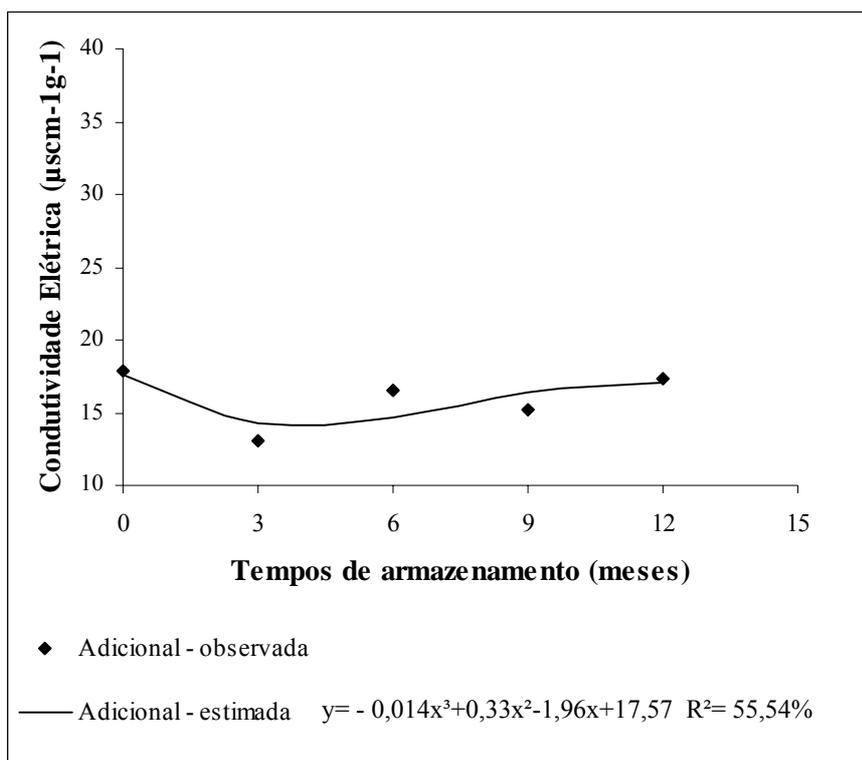


FIGURA 10A Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

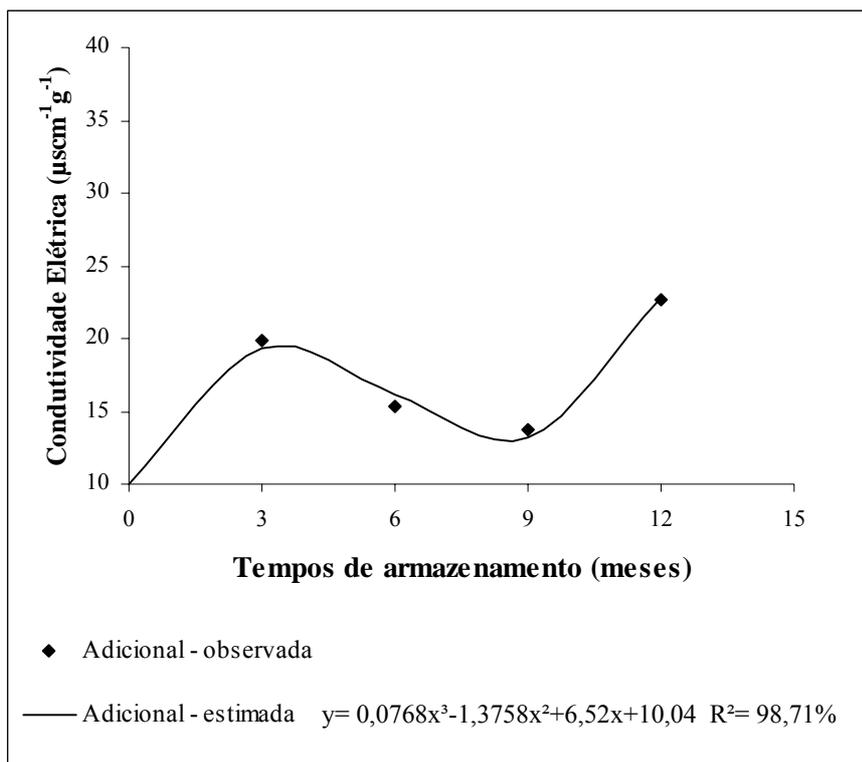


FIGURA 11A Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

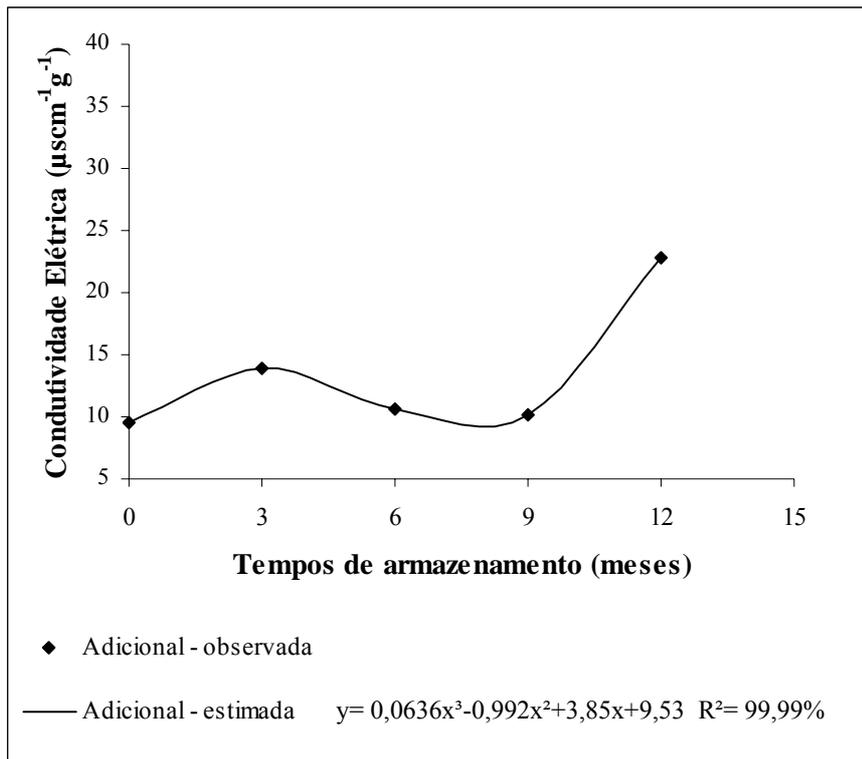


FIGURA 12A Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função dos tempos de armazenamento do tratamento adicional, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

TABELA 1A Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Emergência (E), em porcentagem, segundo os tratamentos fatoriais estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		G	E
Bloco	3	4,4800 (p=0,9047)	46,8050 (p=0,1780)
Tratamentos	(49)	1.452,9796	432,4560
Armazenamento (A)	4	9.709,9222 (p<0,0001)	1294,6722 (p<0,0001)
Temperatura (T)	2	2.771,4889 (p<0,0001)	1019,6056 (p<0,0001)
Período priming (P)	2	688,9556 (p<0,0001)	644,9556 (p<0,0001)
AxT	8	438,3222 (p<0,0001)	208,5639 (p<0,0001)
AxP	8	275,8722 (p<0,0001)	142,3722 (p<0,0001)
TxP	4	1.270,2222 (p<0,0001)	1045,9889 (p<0,0001)
AxTxP	16	2.09,4722 (p<0,0001)	228,2389 (p<0,0001)
Adicional	4	2.542,3000 (p<0,0001)	376,7000 (p<0,0001)
Adicional vs Fatorial	1	1.120,2221 (p<0,0001)	532,4672 (p<0,0001)
Erro	147	23,8814	28,1826
CV (%)		6,96	6,42

TABELA 2A Resumo da análise de variância para as variáveis: Condutividade Elétrica (CE) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), segundo os tratamentos fatoriais estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		CE	IVE
Bloco	3	6,0704 (p=0,3672)	0,0090 (p=0,4324)
Tratamentos	(49)	96,4446	0,1465
Armazenamento (A)	4	67,4142 (p<0,0001)	1,0060 (p<0,0001)
Temperatura (T)	2	571,7974(p<0,0001)	0,2439 (p<0,0001)
Período priming (P)	2	224,2164(p<0,0001)	0,0419 (p=0,0158)
AxT	8	32,3431(p<0,0001)	0,0384 (p=0,0003)
AxP	8	175,8404(p<0,0001)	0,0326(p=0,0016)
TxP	4	16,1844(p=0,0267)	0,1415 (p<0,0001)
AxTxP	16	16,7152 (p=0,0003)	0,0353 (p<0,0001)
Adicional	4	27,2224 (p=0,0012)	0,2010 (p<0,0001)
Adicional vs Fatorial	1	757,5636 (p<0,0001)	0,0805 (p=0,0048)
Erro	147	5,7157	0,0098
CV (%)		10,84	9,86

TABELA 3A Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Emergência (E), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados para as sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		G	E
Bloco	3	4,4800 (p=0,9052)	46,8050 (p=0,1780)
Tratamentos	49	1.452,9795 (p<0,0001)	432,4560 (p<0,0001)
Erro	147	23,8814	28,1826
CV (%)		6,96	6,42

TABELA 4A Resumo da análise de variância para as variáveis: Condutividade elétrica (CE) e Índice de velocidade de emergência (IVE), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados para as sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		CE	IVE
Bloco	3	0,0090 (p=0,4324)	6,0704 (p=0,3672)
Tratamentos	49	0,1465 (p<0,0001)	96,4446 (p<0,0001)
Erro	147	0,0098	5,7157
CV (%)		9,86	10,84

TABELA 5A Valores médios das variáveis: Germinação (%), Emergência (%), Índice de Velocidade de Emergência e Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), em função dos tratamentos adicionais e tratamentos em esquema fatorial, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

Variáveis	² Média do adicional	² Média do fatorial
G	77,30 A	69,41 B
E	87,60 A	82,16 B
IVE	1,06 A	1,00 B
CE	15,99 B	22,70 A

²Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, para o contraste (Adicional vs Fatorial) não diferem entre si pelo teste F com um nível nominal de significância de 5%.

TABELA 6A Valores médios de Germinação (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
9	40	6	20,00 i	9	20	4	76,50 c
12	20	2	25,50 h	9	²Testem.		76,50 c
12	40	6	29,50 h	0	20	6	76,50 c
12	²Testem.		34,00 g	0	20	2	77,50 c
12	40	4	39,50 g	0	40	4	78,00 c
0	40	6	46,50 f	3	30	4	82,00 b
12	20	4	47,00 f	3	40	4	82,00 b
12	40	2	50,00 f	6	40	6	82,50 b
12	30	2	50,50 f	6	40	4	83,00 b
9	40	4	53,50 e	6	20	6	84,00 b
12	20	6	54,00 e	6	30	4	84,50 b
12	30	6	54,50 e	6	40	2	84,50 b
12	30	4	56,00 e	3	30	2	85,00 b
3	40	6	58,00 e	3	20	2	86,00 b
9	30	6	61,00 e	6	20	2	86,50 b
0	40	2	64,00 d	3	20	6	87,00 b
9	40	2	64,50 d	6	20	4	87,00 b
0	30	4	68,00 d	3	40	2	88,00 a
0	20	4	69,50 d	0	²Testem.		88,50 a
0	30	2	70,00 d	3	30	6	89,50 a
9	30	2	70,50 d	6	30	6	90,00 a
9	20	6	73,50 c	3	20	4	90,50 a
9	30	4	75,00 c	3	30	2	90,50 a
0	30	6	76,00 c	6	²Testem.		93,50 a
9	20	2	76,00 c	3	²Testem.		94,00 a
Erro padrão				2,44			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.

TABELA 7A Valores médios de Emergência (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
9	40	6	38,50 e	3	40	4	84,00 c
3	40	6	55,00 d	6	20	6	84,00 c
12	40	6	62,00 c	0	30	6	84,00 c
9	20	2	69,00 c	12	20	4	84,50 c
12	20	2	72,50 c	6	20	2	85,00 b
9	20	4	74,50 c	3	40	2	86,00 a
12	²Testem.		74,50 c	3	30	6	88,00 a
12	30	2	76,50 c	6	30	6	88,00 a
0	40	6	77,75 c	0	20	2	88,50 a
12	30	4	78,00 c	6	40	6	88,50 a
9	40	4	78,50 c	3	20	2	89,50 a
12	40	4	79,00 c	0	20	4	90,00 a
9	30	4	79,00 c	0	20	6	90,00 a
6	30	2	80,00 c	6	20	4	90,00 a
6	40	4	80,00 c	3	20	4	90,50 a
9	30	2	80,00 c	3	30	4	91,00 a
9	²Testem.		80,00 c	3	20	6	91,00 a
9	20	6	80,50 c	0	40	2	91,00 a
9	40	2	81,50 c	6	30	4	91,00 a
12	30	6	81,50 c	3	²Testem.		93,00 a
6	40	2	82,00 c	0	30	2	93,25 a
12	40	2	82,50 c	6	²Testem.		94,50 a
0	30	4	82,75 c	0	40	4	95,00 a
12	20	6	83,50 c	3	30	2	96,00 a
9	30	6	84,00 c	0	²Testem.		96,00 a
Erro padrão				2,65			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.

TABELA 8A Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
9	40	6	0,58 e	6	20	4	1,05 b
12	40	6	0,65 e	6	20	6	1,09 b
3	40	6	0,66 e	6	40	4	1,09 b
9	20	2	0,67 e	0	30	4	1,11 b
9	40	4	0,73 d	0	30	6	1,11 b
9	²Testem.		0,74 d	3	40	2	1,13 a
9	20	4	0,76 d	3	20	4	1,15 a
9	30	4	0,77 d	3	20	2	1,15 a
9	30	2	0,77 d	6	40	6	1,15 a
9	40	2	0,77 d	0	20	2	1,15 a
9	20	6	0,80 d	6	20	2	1,16 a
9	30	6	0,82 c	3	30	6	1,16 a
12	20	2	0,87 c	6	30	4	1,17 a
12	30	2	0,88 c	6	30	6	1,17 a
0	40	6	0,89 c	0	40	2	1,17 a
12	30	4	0,91 c	0	20	6	1,18 a
12	40	4	0,91 c	0	²Testem.		1,19 a
12	²Testem.		0,93 c	3	²Testem.		1,19 a
3	40	4	0,95 c	0	40	4	1,21 a
6	40	2	0,97 c	3	20	6	1,21 a
6	30	2	0,99 b	0	20	4	1,22 a
12	20	4	1,00 b	3	30	4	1,22 a
12	40	2	1,01 b	3	30	2	1,23 a
12	30	6	1,02 b	0	30	2	1,24 a
12	20	6	1,03 b	6	²Testem.		1,27 a
Erro padrão				0,05			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.

TABELA 9A Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 13,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
3	² Testem.		12,47 e	0	30	6	21,96 c
12	30	4	14,34 e	0	20	6	22,84 b
12	30	6	14,53 e	6	40	6	23,03 b
9	² Testem.		14,56 e	9	30	6	23,71 b
12	40	6	16,52 d	0	40	2	23,75 b
9	40	4	16,64 d	9	30	2	23,76 b
12	² Testem.		17,38 d	3	30	2	23,87 b
9	40	2	17,42 d	0	30	4	24,58 b
3	40	4	17,64 d	6	30	2	24,93 b
3	40	6	17,71 d	6	30	6	25,12 b
12	40	4	17,83 d	3	20	2	25,41 b
12	20	4	17,87 d	3	20	6	25,53 b
0	² Testem.		18,18 d	6	30	4	25,74 b
9	40	6	18,34 d	9	20	6	25,82 b
12	20	6	18,35 d	6	20	6	26,07 a
3	40	2	18,36 d	6	20	2	26,21 a
6	² Testem.		18,49 d	9	20	4	26,47 a
0	40	6	18,56 d	0	20	2	26,84 a
6	40	4	20,05 c	12	40	2	27,09 a
3	30	6	20,31 c	0	30	2	27,13 a
9	30	4	20,43 c	6	20	4	27,31 a
3	30	4	20,56 c	12	30	2	27,85 a
6	40	2	20,83 c	0	20	4	28,46 a
0	40	4	21,39 c	3	20	4	30,57 a
9	20	2	21,92 c	12	20	2	38,02 a
Erro padrão				1,19			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.

TABELA 10A Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), em porcentagem, segundo os tratamentos fatoriais estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (valor <i>p</i>)	
		G	IVE
Bloco	3	20,1383 (p=0,3263)	0,0147 (p=0,1910)
Tratamentos	(49)	4.415,3234	0,7691
Armazenamento (A)	4	40.669,7275 (p<0,0001)	6,9460 (p<0,0001)
Temperatura (T)	2	3.417,8650 (p<0,0001)	0,9923 (p<0,0001)
Período (P)	2	1.251,4650 (p<0,0001)	0,3435 (p<0,0001)
A x T	8	774,0613 (p<0,0001)	0,0464 (p<0,0001)
A x P	8	461,5363 (p<0,0001)	0,0396 (p=0,0001)
T x P	4	450,8825 (p<0,0001)	0,3409 (p<0,0001)
A x T x P	16	350,3694 (p<0,0001)	0,0459 (p<0,0001)
Adicional	4	6.448,7000 (p<0,0001)	1,1112 (p<0,0001)
Adicional vs Fatorial	1	1.244,2550 (p<0,0001)	0,0018 (p=0,6587)
Erro	147	17,3288	0,0092
CV (%)		6,60	10,90

TABELA 11A Resumo da análise de variância para as variáveis: Emergência (E) em porcentagem e Condutividade Elétrica (CE), segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (valor <i>p</i>)	
		E	CE
Bloco	3	73,6600 (p=0,0417)	7,3715 (p=0,2539)
Tratamentos	(49)	3.914,4147	69,9349
Armazenamento (A)	4	35.844,0889 (p<0,0001)	75,9157 (p<0,0001)
Temperatura (T)	2	3.980,8150 (p<0,0001)	376,5802 (p<0,0001)
Período (P)	2	1.218,8150 (p<0,0001)	116,2035 (p<0,0001)
A x T	8	462,4138 (p<0,0001)	41,1671 (p<0,0001)
A x P	8	275,7050 (p<0,0001)	45,8200 (p<0,0001)
T x P	4	1.133,6075 (p<0,0001)	56,8161 (p<0,0001)
A x T x P	16	233,7056 (p<0,0001)	34,6723 (p<0,0001)
Adicional	4	5.950,0000 (p<0,0001)	101,1831 (p<0,0001)
Adicional vs Fatorial	1	52,0345 (p=0,1611)	254,9286 (p<0,0001)
Erro	147	26,2348	5,3762
CV (%)		7,01	11,77

TABELA 12A Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Emergência (E), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (valor <i>p</i>)	
		G	E
Bloco	3	20,1383 (p=0,3263)	73,6600 (p=0,0417)
Tratamentos	49	4415,3233 (p<0,0001)	3914,4146 (p<0,0001)
Erro	147	17,3288	26,2348
CV (%)		6,60	7,01

TABELA 13A Resumo da análise de variância para as variáveis: Condutividade elétrica (CE) e Índice de velocidade de emergência (IVE) segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		CE	IVE
Bloco	3	7,3714 (p=0,2539)	0,0147 (p=0,1911)
Tratamentos	49	69,9348 (p<0,0001)	0,7691 (p<0,0001)
Erro	147	5,3761	0,0091
CV (%)		11,77	10,90

TABELA 14A Valores médios das variáveis: Germinação (%), Emergência (%), Índice de Velocidade de Emergência e Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), em função dos tratamentos adicionais e tratamentos em esquema fatorial, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

Variáveis	² Média do adicional	² Média do fatorial
G	69,90 A	62,28 B
E	71,50 A	73,20 A
IVE	0,8879 A	0,8786 A
CE	16,31 B	20,07 A

²Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, para o contraste (Adicional vs Fatorial) não diferem entre si pelo teste F com um nível nominal de significância de 5%.

TABELA 15A Valores médios de Germinação (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
12	² Testem.		0,00 i	0	3	4	76,75 c
12	40	6	1,50 i	9	3	2	77,00 c
12	40	2	3,50 i	0	2	4	77,25 c
12	20	4	4,50 i	9	2	6	81,00 b
12	20	2	4,50 i	3	4	2	84,75 b
12	40	4	5,00 i	6	3	6	86,00 b
12	30	2	5,50 i	6	4	4	86,00 b
12	30	6	6,00 i	6	2	4	86,50 b
12	30	4	11,50 h	6	4	6	86,50 b
12	20	6	17,00 g	0	2	2	87,00 b
9	40	6	20,00 g	6	2	2	87,50 b
9	40	4	24,00 g	3	4	4	87,50 b
3	40	6	51,25 f	6	3	4	88,50 b
0	20	6	53,25 f	6	² Testem.		88,50 b
9	30	6	56,00 f	3	3	4	89,50 b
9	30	4	58,00 f	6	4	2	90,00 b
0	40	6	58,00 f	6	2	6	92,00 a
9	40	2	65,00 e	3	3	2	93,00 a
0	30	6	65,50 e	3	² Testem.		93,50 a
0	30	2	70,75 d	3	2	4	95,25 a
9	20	2	71,00 d	3	3	6	95,25 a
0	40	2	71,25 d	3	2	2	95,50 a
9	² Testem.		72,00 d	0	² Testem.		95,50 a
0	40	4	72,00 d	3	2	6	96,00 a
9	20	4	73,00 d	6	3	2	96,00 a
Erro-				2,08			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.

TABELA 16A Valores médios de Emergência (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
12	40	6	4,00 h	6	²Testem.		90,50 a
12	²Testem.		4,00 h	3	²Testem.		92,00 a
12	40	4	12,50 g	6	40	4	92,00 a
12	40	2	14,50 g	0	30	2	92,00 a
12	20	2	15,00 g	6	20	6	92,50 a
12	30	6	20,50 f	0	40	4	93,25 a
12	30	2	22,50 f	6	30	6	93,50 a
12	20	6	27,50 e	3	30	6	94,00 a
12	30	4	28,00 e	3	30	2	94,00 a
12	20	4	29,00 e	3	20	6	94,00 a
9	40	6	36,50 d	3	40	2	94,00 a
3	40	6	41,50 d	6	20	4	94,00 a
9	40	4	42,00 d	6	40	2	94,50 a
9	30	6	69,50 c	3	20	2	95,50 a
9	²Testem.		75,00 c	0	²Testem.		96,00 a
9	30	4	80,00 b	0	30	4	96,00 a
6	40	6	80,50 b	6	20	2	96,50 a
9	30	2	80,50 b	6	30	4	96,50 a
9	40	2	81,00 b	0	20	2	97,00 a
9	20	2	82,50 b	0	20	6	97,25 a
3	40	4	83,00 b	0	30	6	97,50 a
9	20	6	85,00 b	3	30	4	97,50 a
9	20	4	85,00 b	6	30	2	98,00 a
3	20	4	86,50 b	0	40	2	98,00 a
0	40	6	90,00 a	0	20	4	99,00 a
Erro padrão				2,56			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.

TABELA 17A Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
12	40	6	0,030 g	3	40	2	1,114 b
12	²Testem.		0,041 g	0	40	4	1,157 b
12	20	2	0,141 f	0	²Testem.		1,181 b
12	40	4	0,160 f	0	30	4	1,189 b
12	40	2	0,173 f	3	20	6	1,195 b
12	30	6	0,179 f	3	²Testem.		1,196 b
12	30	2	0,262 e	6	40	4	1,205 b
9	40	6	0,303 e	6	20	2	1,218 a
12	30	4	0,321 e	6	30	4	1,220 a
12	20	6	0,323 e	0	30	2	1,224 a
12	20	4	0,323 e	0	20	6	1,224 a
9	40	4	0,384 e	0	20	2	1,228 a
3	40	6	0,492 d	0	30	6	1,250 a
0	40	6	0,562 d	6	20	4	1,262 a
9	30	6	0,656 c	6	40	2	1,262 a
9	40	2	0,706 c	6	20	6	1,275 a
9	²Testem.		0,708 c	3	20	2	1,278 a
9	20	2	0,714 c	3	30	4	1,283 a
9	30	4	0,716 c	3	30	2	1,292 a
9	20	6	0,755 c	0	40	2	1,301 a
9	20	4	0,780 c	0	20	4	1,302 a
9	30	2	0,809 c	6	²Testem.		1,312 a
6	40	6	1,015 b	3	30	6	1,321 a
3	40	4	1,089 b	6	30	6	1,331 a
3	20	4	1,107 b	6	30	2	1,390 a
Erro padrão				0,05			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.

TABELA 18A Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 24,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
0	² Testem.		9,90 f	9	40	4	19,61 d
3	40	2	13,21 e	6	30	6	19,65 d
9	² Testem.		13,77 e	9	20	6	19,65 d
0	40	6	14,18 e	3	20	6	19,76 d
6	40	4	14,75 e	3	² Testem.		19,83 d
3	40	6	14,83 e	0	40	4	20,33 d
6	² Testem.		15,38 e	9	30	2	20,63 c
3	40	4	15,69 e	12	40	2	21,47 c
12	30	4	16,05 e	6	20	6	22,02 c
12	30	6	16,17 e	0	20	4	22,21 c
9	40	2	16,38 e	12	40	4	22,37 c
12	20	6	16,38 e	0	30	4	22,50 c
9	40	6	16,99 d	9	20	2	22,58 c
3	30	4	17,16 d	12	² Testem.		22,67 c
9	30	4	17,18 d	0	20	2	22,97 c
3	30	6	17,22 d	3	20	2	23,07 c
6	40	2	17,88 d	3	20	4	23,07 c
0	30	6	18,06 d	9	20	4	23,46 c
6	30	4	18,09 d	0	20	6	24,09 b
3	30	2	18,31 d	0	30	2	24,81 b
6	30	2	18,38 d	6	20	4	24,83 b
0	40	2	18,56 d	12	30	2	25,66 b
9	30	6	18,72 d	12	40	6	25,70 b
12	20	4	19,29 d	6	20	2	25,97 b
6	40	6	19,36 d	12	20	2	33,95 a
Erro padrão				1,16			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.

TABELA 19A Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE), em porcentagem, segundo os tratamentos fatoriais estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (valor <i>p</i>)	
		G	IVE
Bloco	3	6,3917 (p=0,7515)	0,0111 (p=0,3427)
Tratamentos	(49)	5.262,4960	0,8047
Armazenamento (A)	4	47.221,1889 (p<0,0001)	7,7267 (p<0,0001)
Temperatura (T)	2	7.822,0722 (p<0,0001)	0,5468 (p<0,0001)
Período (P)	2	2.128,0389 (p<0,0001)	0,0897 (p=0,0002)
A x T	8	964,3639 (p<0,0001)	0,1520 (p<0,0001)
A x P	8	298,1222 (p<0,0001)	0,0115 (p=0,3275)
T x P	4	1.740,9306 (p<0,0001)	0,3303 (p<0,0001)
A x T x P	16	346,2847 (p<0,0001)	0,0779 (p<0,0001)
Adicional	4	6.315,3000 (p<0,0001)	0,8432 (p<0,0001)
Adicional vs Fatorial	1	1.211,9605 (p<0,0001)	0,0035 (p=0,5555)
Erro	147	15,8849	0,0099
CV (%)		6,39	12,21

TABELA 20A Resumo da análise de variância para as variáveis: Emergência (E) em porcentagem e Condutividade Elétrica (CE), segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (valor <i>p</i>)	
		E	CE
Bloco	3	51,7333 (p=0,0962)	7,6592 (p=0,1970)
Tratamentos	(49)	5.095,5841	80,3751
Armazenamento (A)	4	49.136,8389 (p<0,0001)	659,1215 (p<0,0001)
Temperatura (T)	2	3.672,0500 (p<0,0001)	138,9558 (p<0,0001)
Período (P)	2	845,1500 (p<0,0001)	8,2880 (p=0,1847)
A x T	8	979,3556 (p<0,0001)	14,7450 (p=0,0034)
A x P	8	267,7889 (p<0,0001)	6,9431 (p=0,1881)
T x P	4	1.287,3500 (p<0,0001)	28,1220 (p=0,0002)
A x T x P	16	408,0931 (p<0,0001)	7,7920 (p=0,0737)
Adicional	4	5.560,4500 (p<0,0001)	121,8763 (p<0,0001)
Adicional vs Fatorial	1	204,0200 (p=0,0041)	109,2353 (p<0,0001)
Erro	147	24,0429	4,8513
CV (%)		6,99	14,09

TABELA 21A Resumo da análise de variância para as variáveis: Germinação (G) e Emergência (E), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (valor <i>p</i>)	
		G	E
Bloco	3	6,3916 (p=0,7513)	51,7333 (p=0,0962)
Tratamentos	49	5262,4960 (p<0,0001)	5095,5840 (p<0,0001)
Erro	147	15,8848	24,0428
CV (%)		6,39	6,99

TABELA 22A Resumo da análise de variância para as variáveis: Condutividade elétrica (CE) e Índice de velocidade de emergência (IVE) segundo os tratamentos estudados para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		CE	IVE
Bloco	3	7,6591 (p=0,1970)	0,0111 (p=0,3427)
Tratamentos	49	80,3750 (p<0,0001)	0,8047 (p<0,0001)
Erro	147	4,8513	0,0099
CV (%)		14,09	12,21

TABELA 23A Valores médios das variáveis: Germinação (%), Emergência (%), Índice de Velocidade de Emergência e Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$), em função dos tratamentos adicionais e tratamentos em esquema fatorial, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

Variáveis	² Média do adicional	² Média do fatorial
G	69,80 A	61,59 B
E	73,15 A	69,78 B
IVE	0,8287 A	0,8149 A
CE	13,42 B	15,88 A

²Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, para o contraste (Adicional vs Fatorial) não diferem entre si pelo teste F com um nível nominal de significância de 5%.

TABELA 24A Valores médios de Germinação (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
12	20	4	0,00 i	9	30	2	79,00 c
12	30	4	0,00 i	0	30	4	79,25 c
12	20	2	0,00 i	0	20	2	82,00 b
12	40	6	0,00 i	6	40	6	82,50 b
12	40	4	0,50 i	0	40	2	84,00 b
12	40	2	0,50 i	0	20	6	85,00 b
12	²Testem.		0,50 i	0	20	4	86,00 b
12	30	2	1,00 i	6	40	4	86,00 b
12	30	6	2,00 i	0	²Testem.		87,00 b
12	20	6	3,00 i	3	30	2	90,50 a
0	40	6	19,25 h	6	²Testem.		91,00 a
9	40	6	26,50 g	6	30	2	91,50 a
0	40	4	35,25 f	6	30	4	92,50 a
9	40	4	37,50 f	6	20	4	93,00 a
3	40	6	38,50 f	3	30	6	93,00 a
9	30	6	55,50 e	6	20	6	93,50 a
9	40	2	58,00 e	6	30	6	93,50 a
9	30	4	63,50 d	3	40	2	94,00 a
9	20	2	71,00 d	6	40	2	95,00 a
3	40	4	72,00 d	3	30	4	95,00 a
9	²Testem.		73,00 d	3	20	2	96,00 a
0	30	6	75,50 c	3	20	4	96,00 a
9	20	6	76,00 c	3	20	6	96,50 a
9	20	4	77,00 c	3	²Testem.		97,00 a
0	30	2	78,00 c	6	20	2	97,50 a
Erro padrão				1,99			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.

TABELA 25A Valores médios de Emergência (%) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
12	40	6	0,00 h	6	40	4	90,50 b
12	40	4	0,00 h	0	40	4	90,75 b
12	40	2	2,50 h	9	20	2	91,00 b
12	30	6	4,50 h	9	20	6	91,00 b
12	30	2	5,50 h	0	30	2	91,00 b
12	30	4	5,50 h	6	²Testem.		91,50 b
12	20	2	6,00 h	6	20	2	91,50 b
12	20	4	6,50 h	6	20	6	91,50 b
12	20	6	7,00 h	0	30	6	92,50 a
12	²Testem.		7,00 h	0	²Testem.		93,00 a
9	40	4	27,50 g	0	40	2	93,00 a
3	40	6	45,50 f	3	30	2	93,00 a
9	40	6	58,00 e	3	²Testem.		93,00 a
3	40	4	66,00 d	9	20	4	94,00 a
0	40	6	70,75 c	3	20	4	95,00 a
0	20	4	73,75 c	6	20	4	95,00 a
0	20	2	75,75 c	3	30	4	95,00 a
9	²Testem.		81,50 b	0	30	4	96,00 a
6	40	6	85,00 b	3	40	2	96,00 a
9	40	2	87,50 b	6	30	2	96,00 a
9	30	2	88,50 b	3	20	2	96,00 a
6	30	4	89,00 b	3	20	6	96,50 a
9	30	6	89,00 b	0	20	6	96,75 a
9	30	4	89,00 b	3	30	6	97,00 a
6	30	6	90,00 b	6	40	2	98,50 a
Erro padrão				2,45			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.

TABELA 26A Valores médios de Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em °C e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
12	40	6	0,000 g	6	40	6	0,998 c
12	40	4	0,000 g	6	40	4	1,047 c
12	40	2	0,030 g	6	²Testem.		1,080 c
12	20	2	0,041 g	6	30	4	1,085 c
12	20	6	0,053 g	6	30	6	1,086 c
12	30	6	0,058 g	0	40	4	1,107 c
12	30	4	0,064 g	6	20	2	1,117 c
12	20	4	0,066 g	0	²Testem.		1,131 c
12	30	2	0,067 g	6	30	2	1,139 c
12	²Testem.		0,083 g	6	20	4	1,147 c
9	40	4	0,416 f	0	30	2	1,151 c
9	40	6	0,487 f	6	20	6	1,153 c
3	40	6	0,525 f	0	30	6	1,159 c
0	40	6	0,660 e	3	²Testem.		1,163 c
9	²Testem.		0,685 e	0	40	2	1,186 c
0	20	4	0,711 e	6	40	2	1,195 c
9	40	2	0,783 d	0	20	6	1,205 b
9	30	2	0,791 d	3	30	2	1,217 b
9	20	2	0,798 d	0	30	4	1,227 b
9	30	4	0,807 d	3	20	4	1,248 b
9	30	6	0,811 d	3	20	2	1,258 b
9	20	6	0,816 d	3	40	2	1,274 b
0	20	2	0,817 d	3	30	6	1,331 a
9	20	4	0,870 d	3	30	4	1,350 a
3	40	4	0,899 d	3	20	6	1,405 a
Erro padrão				0,049			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.

TABELA 27A Valores médios de Condutividade Elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) em função do armazenamento (A) em meses, da temperatura de priming (T) em $^{\circ}\text{C}$ e do período de priming (P) em dias, para sementes armazenadas com umidade inicial de 36,0%.

A	T	P	¹ Média	A	T	P	¹ Média
9	40	2	8,92 d	0	20	2	14,27 c
0	²Testem.		9,53 d	9	20	6	14,37 c
9	²Testem.		10,17 d	3	20	4	14,76 c
9	30	6	10,21 d	6	40	6	14,85 c
3	40	2	10,64 d	6	30	6	14,98 c
6	²Testem.		10,69 d	9	20	4	15,14 c
9	40	6	11,03 d	6	20	6	15,37 c
0	40	2	11,41 d	0	40	4	15,40 c
9	40	4	11,78 d	3	20	6	16,15 c
0	40	6	11,79 d	9	20	2	16,28 c
3	30	2	12,17 d	6	30	4	16,55 c
6	40	4	12,46 d	6	30	2	18,22 b
9	30	4	12,59 d	6	20	4	18,42 b
9	30	2	12,76 c	3	20	2	18,81 b
0	30	2	12,89 c	6	20	2	20,31 b
3	30	4	13,12 c	12	30	6	20,64 b
0	30	4	13,20 c	12	40	4	21,79 a
3	40	6	13,36 c	12	40	2	21,94 a
6	40	2	13,43 c	12	20	6	22,52 a
3	40	4	13,61 c	12	20	4	22,59 a
3	²Testem.		13,83 c	12	²Testem.		22,83 a
3	30	6	14,02 c	12	40	6	24,13 a
0	20	6	14,06 c	12	20	2	24,79 a
0	20	4	14,18 c	12	30	4	24,98 a
0	30	6	14,26 c	12	30	2	25,21 a
Erro padrão				1,10			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%. ² Sem condicionamento.