



Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Campus de Ilha Solteira

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-economia

Laboratório de Tecnologia e Análise de Sementes

**TESTE DE ALAGAMENTO, DETERIORAÇÃO CONTROLADA E
ENVELHECIMENTO ACELERADO PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE
SEMENTES DE FEIJÃO**

DANILA COMELIS BERTOLIN

Engenheira Agrônoma

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

Tese apresentada à Faculdade de
Engenharia do Campus de Ilha Solteira
- UNESP, como parte dos requisitos
para obtenção do Título de Doutora
em Agronomia – Especialidade em
Sistemas de Produção Vegetal.

Ilha Solteira, SP, Brasil

Abril/2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

B546t

Bertolin, Danila Comelis.

Teste de alagamento, deterioração controlada e envelhecimento acelerado para avaliação do vigor de sementes de feijão / Danila Comelis Bertolin. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2010
112 f.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2010

Orientador: Marco Eustáquio de Sá

1. Lignina. 2. Feijão. 3. Embebição.



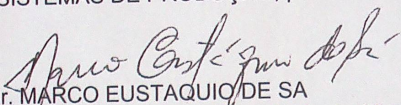
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

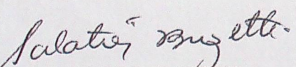
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

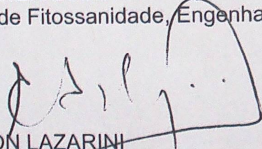
TÍTULO: TESTE DE ALAGAMENTO, DETERIORAÇÃO CONTROLADA E ENVELHECIMENTO
ACELERADO PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE FEIJÃO

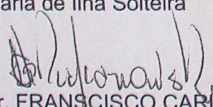
AUTORA: DANILA COMELIS BERTOLIN
ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

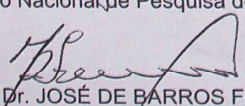
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. SALATIER BUZETTI
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira


Prof. Dr. EDSON LAZARINI
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira


Prof. Dr. FRANCISCO CARLOS KRZYZANOWSKI
Centro Nacional de Pesquisa de Soja / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria- Londrina/PR


Prof. Dr. JOSÉ DE BARROS FRANÇA NETO
Centro Nacional de Pesquisa de Soja / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria- Londrina/PR

Data da realização: 21 de maio de 2010.

Dedico

Aos meus pais

Sergio Aparecido Bertolin e

*Rosalina Comelis Bertolin, por toda estrutura, por todo amor,
confiança e por estarem sempre ao meu lado.*

Ofereço

Aos meus irmãos

Daniela Comelis Bertolin, e

*Sergio Comelis Bertolin, pelo apoio,
companheirismo e confiança em minha jornada.*

Agradecimentos

Ao professor Dr. Marco Eustáquio de Sá, pela orientação, confiança, e amizade que tornaram possível a realização deste trabalho e pelos ensinamentos que me acompanharão pela vida toda, minha eterna gratidão.

A Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Campus de Ilha Solteira-SP, à Coordenação e aos professores do Programa de Pós-Graduação pela oportunidade de realização deste curso.

AFAPESP pela concessão da bolsa de estudos e apoio institucional.

Ao departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Sementes e Sócio-economia, pelo apoio, principalmente aos professores à quem possuo admiração Drs. Orivaldo Arf, Edson Lazarini, Salatier Buzetti e também pelo apoio no desenvolvimento da parte experimental.

A EMBRAPA Soja pelo compartilhamento da estrutura e permissão de que uma parte deste estudo fosse realizada, e em especial aos Drs. Francisco Carlos Krzyzanowski e José de Barros França Neto, ao pesquisador químico M.Sc. Waldemar de Oliveira Neto pelo apoio no desenvolvimento da parte experimental.

Ao Professor Dr. Valter Veriano Valério pela contribuição no desenvolvimento da parte estatística do estudo.

As amigas Engenheiras Agrônomas Adriana de S. Colombo, Ticiane P. Pina, Letícia L. Oliveira, Flavia Ap. C. Mariano, Franciele L. B. M. de Carvalho, Maria C. Cavallini, Lísia B. Atílio, Eliêda M. L. Fernandes e Érica R. Moreira, também ao amigo Engenheiro Agrônomo Marcelo C. M. Teixeira Filho, que me acompanharam durante o doutorado e não mediram esforços para a concretização deste trabalho.

A Deus pelos desafios superados.

TESTE DE ALAGAMENTO, DETERIORAÇÃO CONTROLADA E ENVELHECIMENTO ACELERADO PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR DE SEMENTES DE FEIJAO

RESUMO

O Brasil é o maior consumidor per capita de feijão e possui produtividade média de 946 kg ha⁻¹, e dentre as causas da baixa produtividade Nacional está a falta de utilização de sementes de boa qualidade. O nível de qualidade fisiológica de sementes é avaliado por meio dos parâmetros viabilidade e vigor. A tecnologia de sementes como segmento do processo de produção tem procurado melhorar os testes de vigor com o objetivo de aprimorar a estimativa do potencial fisiológico de um lote de sementes em campo. Atendendo aos interesses da tecnologia de sementes o trabalho objetiva o estudo dos testes de alagamento, envelhecimento acelerado e deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). Para isso foram utilizados 30 genótipos de feijão, sendo que o estudo individual de cada teste foi realizado com 19 genótipos. Para o teste de alagamento foram estudadas variações de períodos de embebição (4, 12, 16, 24 e 30 horas), e quantidades de água (50 e 75mL), para envelhecimento acelerado foram avaliadas variações entre temperaturas (41, 43 e 45°C) e períodos (12, 24, 36, 48 e 60horas) e para deterioração controlada o teste foi realizado com avaliação de períodos (0, 2, 3 e 4 dias), temperaturas (37 e 40°C) e umidades iniciais das sementes (0, 16, 20 e 24%). O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de sementes da Universidade Estadual Paulista, campus de Ilha Solteira-SP, durante o período de março de 2008 a março de 2010. Alguns genótipos apresentam comportamento diferente em relação aos parâmetros envolvidos no teste de envelhecimento acelerado, sendo que este pode ser realizado à 43°C por 24 horas para

determinação do vigor, o teste de alagamento possibilita diferenciar lotes de sementes com qualidade fisiológica distinta quando realizado com 50 ou 75mL de água por 12 horas e é influenciado por características genotípicas, como teor de lignina do tegumento. O teste de deterioração controlada apresenta resultados satisfatórios quando realizado tanto à 37°C quanto à 40°C por 4 dias ou 96 horas com 20% de umidade.

Palavras-chave: lignina, *Phaseolus vulgaris*, embebição.

**FLOODING TEST, CONTROLLED DETERIORATION AND
ACCELERATED AGING TO AVALIATION OF THE COMMOM BEANS
SEEDS VIGOR**

ABSTRACT

Brazil is the largest per capita consumer of commom beans grains and has an average productivity of 946 kg ha⁻¹, and among the causes of low productivity is the lack of National use of good seeds quality. The level of seed quality is evaluated by the parameters viability and vigor. The seed technology as segment of the production process has sought to improve the vigor tests with objective of improving the estimation of the physiological potential of seeds under field conditions. According to the interests of seed technology this research work objectively study the tests of flooding, accelerated aging and controlled deterioration to assess the vigor of commom bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). For that were used 37 genotypes, and individual study of each test was conducted with 20 genotypes. For the test of flooding were studied variations of soaking periods (4, 12, 16, 24 and 30 hours), and the quantities of water (50 and 75mL) accelerated aging were evaluated for variations between temperatures (41, 43 and 45 ° C) and periods (12, 24, 36, 48 and 60horas) and controlled deterioration test was performed with evaluation periods (0, 2, 3 and 4 days), temperatures (37 and 40 ° C) and seed moisture (12, 16, 20 and 24%). The study was conducted at the Laboratório de Análise de Sementes of the Faculdade de Engenharia-Universidade Estadual Paulista, campus of Ilha Solteira-SP during the period 2008/2010. Some genotypes have behavior different regarding the parameters involved in the accelerated aging test, and this can be performed at 43 ° C for 24 hours to determine the vigor level, flooding test allows differentiating seed lots with distinct physiological quality when performed with 75mL of water for 12 hours and is influenced by genotypic characteristics, such as lignin content of seed coat, the controlled deterioration test provides satisfactory results when performed at 37 ° C and 40°C for 4 days or 96 hours with seeds of level of 20% of humidity.

Key words: lignin, *Phaseolus vulgaris*, soak

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Curva de embebição de sementes de genótipos de feijão. Ilha Solteira-SP, 2009.....	71
Figura 2. Desdobramento das interações entre genótipos e umidade inicial das sementes no teste de deterioração controlada de sementes de feijão. Ilha Solteira-SP, 2009.....	86
Figura 3. Desdobramento das interações entre genótipos e períodos de exposição das sementes ao teste de deterioração controlada de sementes de feijão. Ilha Solteira-SP, 2009.....	87
Figura 4. Desdobramento das interações entre umidade inicial das sementes e períodos de exposição ao teste de deterioração controlada de sementes de feijão. Ilha Solteira-SP, 2009.....	88

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Análise de variância e teste F para as variáveis genótipos, temperaturas e períodos de realização do teste de envelhecimento acelerado para sementes de feijão. Ilha Solteira, SP, 2009.....	47
TABELA 2. Valores médios de Massa de 1000 sementes (M 1000 sementes), índice de velocidade de germinação (IVG), teor de água, velocidade de germinação, primeira contagem de germinação e germinação para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	48
TABELA 3. Valores médios de comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde e massa seca, emergência de plantas e condutividade elétrica para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	50
TABELA 4a. Teor de água de sementes de feijão após exposição a 5 períodos à temperatura de 41°C no teste de envelhecimento acelerado, Ilha Solteira, SP, 2009.....	51
TABELA 4b. Teor de água de sementes de feijão após exposição a 5 períodos à temperatura de 43°C no teste de envelhecimento acelerado, Ilha Solteira, SP, 2009.....	52
TABELA 4c. Teor de água de sementes de feijão após exposição a 5 períodos e à temperatura de 45°C no teste de envelhecimento acelerado, Ilha Solteira, SP, 2009.....	53
TABELA 5a. Resultados do teste de envelhecimento acelerado, para a temperatura de 41°C e cinco períodos de exposição ao teste, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	54

TABELA 5b. Resultados do teste de envelhecimento acelerado, a temperatura de 43°C e cinco períodos de exposição ao teste, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	55
TABELA 5c. Resultados do teste de envelhecimento acelerado, a temperatura de 45°C e cinco períodos de exposição ao teste, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	56
TABELA 6. Resultados de correlação linear entre o teste de envelhecimento acelerado, germinação e vigor, Ilha Solteira, SP, 2009.....	59
TABELA 7a. Análise de variância e teste F para genótipos, teor de água e períodos de realização do teste de alagamento para sementes de feijão com teor inicial de água entre 11,3 e 13,8. Ilha Solteira, SP, 2009.....	61
TABELA 7b. Análise de variância e teste F para genótipos, teor de água e períodos de realização do teste de alagamento para sementes de feijão com teor inicial de água entre 7,3 e 9,6. Ilha Solteira, SP, 2009.....	62
TABELA 8a. Valores médios de Massa de 1000 sementes (M 1000 sementes), índice de velocidade de germinação, primeira contagem de germinação, germinação e porcentagem de emergência de plantas em campo para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	62
TABELA 8b. Valores médios de Massa de 1000 sementes (M 1000 sementes), índice de velocidade de germinação, , primeira contagem de germinação, germinação e porcentagem de emergência de plantas para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	64
TABELA 9a. Valores médios de comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde e massa seca, condutividade elétrica e porcentagem de lignina para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	65

TABELA 9b. Valores médios de comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde e massa seca, condutividade elétrica e porcentagem de lignina para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	66
TABELA 10a. Teor de água de sementes de feijão após exposição a 5 períodos e 50mL de água ao teste de alagamento, Ilha Solteira, SP, 2009.....	69
TABELA 10b. Teor de água de sementes de feijão após exposição a 5 períodos e 75mL de água ao teste de alagamento, Ilha Solteira, SP, 2009.....	70
TABELA 11. Porcentagem de plântulas normais após o teste de alagamento, para 50 e 75 mL de água e cinco períodos de exposição ao teste, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	73
TABELA 12. Porcentagem de plântulas normais após o teste de alagamento, para 50 e 75 mL de água e cinco períodos de exposição ao teste, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	75
TABELA 13. Resultados de correlação linear entre o teste de alagamento, germinação e vigor para sementes com teor inicial de água entre 11,3 e 13,8%. Ilha Solteira, SP, 2009.....	77
TABELA 14. Resultados de correlação linear entre o teste de alagamento, germinação e vigor de sementes de feijão com teor inicial de água entre 7,3 e 9,6%. Ilha Solteira, SP, 2009.....	78
TABELA 15. Análise de variância e teste F para genótipos, temperaturas, umidades, períodos e a interação entre estes fatores para realização do teste de deterioração controlada para sementes de feijão. Ilha Solteira, SP, 2009.....	80

TABELA 16. Valores médios de Massa de 1000 sementes (M 1000), teor de água, índice de velocidade de germinação, primeira contagem de germinação, germinação e condutividade elétrica para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	81
TABELA 17. Valores médios de comprimento de hipocótilo, comprimento de raiz, massa verde e massa seca, e porcentagem de emergência de plântulas, Ilha Solteira, SP, 2009.....	83
TABELA 18. Porcentagem de plântulas normais obtidas no teste deterioração controlada conduzido à 37°C, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	85
TABELA 19. Porcentagem de plântulas normais obtidas no teste deterioração controlada conduzido à 40°C, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.....	87
TABELA 20. Resultados de correlação linear entre o teste de deterioração controlada, velocidade de germinação (V.G.), germinação (G), contutividade elétrica (cond.), comprimento de raiz (comp. de raiz), comprimento de hipocótilo (comp. de hipocótilo), massa verde, massa seca e emergência de plântulas (emerg. de plântulas), Ilha Solteira, SP, 2009.....	90

LISTA DE QUADROS

QUADRO I. Hipóteses sobre o vazamento de solutos das sementes. Simon (1984).....	40
QUADRO II. Caracterização dos lotes de sementes utilizados. Ilha Solteira, SP, 2009.....	43

SUMÁRIO

1.Introdução.....	15
2.Revisão bibliográfica.....	16
2.1.A cultura do feijão.....	16
2.2.Testes de vigor.....	19
2.2.1.Envelhecimento acelerado.....	24
2.2.2.Deterioração controlada.....	28
2.2.3.Alagamento.....	31
3.Material e métodos.....	41
.Resultados.....	46
4.1.Envelhecimento Acelerado.....	46
4.1.1.Características dos lotes de sementes utilizados	46
4.1.2.Resultados do teste de Envelhecimento Acelerado	50
4.2.Alagamento.....	60
4.2.1.Características dos lotes de sementes utilizados	60
4.2.2.Resultados do teste de Alagamento.....	66
4.3.Deterioração Controlada.....	79
4.3.1.Características dos lotes de sementes utilizados	79
4.3.2.Resultados do teste de Deterioração Controlada.....	83
5.Conclusões.....	93
6.Referências	94

1.INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e também o maior consumidor mundial de feijão, com produtividade média de 946 kg ha⁻¹ (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO -CONAB, 2009). Entre as principais causas da baixa produtividade Nacional destaca-se a falta de utilização de sementes de boa qualidade.

A tecnologia de sementes, como segmento do processo de produção, tem procurado aprimorar os testes de vigor com o objetivo de obter uma adequada estimativa do potencial de desempenho de um lote de sementes em campo (VIEIRA, 2003). Durante muito tempo o nível de qualidade fisiológica de sementes foi avaliado por meio de dois parâmetros fundamentais: viabilidade e vigor. A viabilidade é medida, principalmente pelo teste de germinação, oferecendo então as condições mais favoráveis possíveis. Assim, como as condições de campo nem sempre são favoráveis, em muitos casos a emergência em campo se apresentava inferior aos resultados do teste de germinação. Isto demandou a realização de estudos que fornecessem informações mais precisas, o que levou a obtenção dos testes de vigor. O vigor representa atributos mais sutis da qualidade fisiológica não revelados pelo teste de germinação, e é determinado sob condições desfavoráveis, ou medindo-se o declínio de alguma função bioquímica ou fisiológica da sementes (SÁ, 1994). Assim Marcos Filho (1994) destaca a importância da utilização conjunta dos resultados de vários testes para a avaliação do vigor de sementes.

Os testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada têm como princípio a aceleração do processo de deterioração (ROSSETO; MARCOS FILHO, 1995), e de acordo com Vantoai e McDonald (1985) sementes de baixo vigor possuem menor tolerância ao alagamento.

De acordo com Scappa Neto et al. (2001) têm sido relatadas dificuldades expressivas quanto à utilização extensiva dos testes de vigor, particularmente, no que diz respeito à falta de padronização de procedimentos, à interpretação subjetiva de resultados e às discrepâncias nos resultados obtidos entre e dentro de laboratórios, uma vez que um teste é insuficiente para fornecer todas as informações necessárias, pois ainda não se tem um teste padrão.

Tendo em vista a necessidade de padronização de testes de vigor para identificação e caracterização da qualidade de lotes de sementes, complementares ao teste de germinação e de procedimento simples e de fácil reprodução, o objetivo deste trabalho foi estudar variações e combinações dos parâmetros envolvidos nos testes de envelhecimento acelerado, deterioração controlada e de alagamento em sementes de genótipos feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) visando melhorar a eficiência destes na avaliação do vigor das sementes.

2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.A CULTURA DO FEIJÃO

O Brasil é o maior produtor de feijão do mundo com produção de 3.588.200 t, seguido da Índia, China, Myanmar e México. Ainda de acordo com esses dados a produtividade Nacional é de 946 kg ha⁻¹, produtividade considerada baixa de acordo com o potencial produtivo da cultura, sendo que no Distrito Federal, região que apresenta maior produtividade Nacional a produtividade média é de 2,2t ha⁻¹ (CONAB,

2009). No entanto a produtividade média Nacional está acima da produtividade média mundial que é de $716,5 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo que dentre os países principais produtores a Índia possui produtividade média de $333,3 \text{ kg ha}^{-1}$ e o México $803,4 \text{ kg ha}^{-1}$ (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION- FAO, 2007). Dentre os fatores à que se atribui a baixa produtividade no país estão o cultivo intensivo em área com a mesma cultura, o preparo inadequado do solo, a falta de adubação equilibrada, a ocorrência de doenças (ITO et al., 2002), a taxa de utilização de sementes originais de apenas 15% (RENGEL, 2005), baixo investimento em tecnologia entre outros, sendo apontado como principal fator a baixa taxa de utilização de sementes melhoradas (RENGEL ,2005; MENTEM et al., 2006; YOKOYAMA et al., 2000).

Apenas 8% da área cultivada com feijão no Brasil em 2003/2004 foi semeada com sementes legais, sendo a área restante cultivada com sementes “salvas”, “piratas”, próprias ou grãos (MENTEN et al., 2006). A maior parte dos agricultores tem por hábito o armazenamento de uma parte da sua produção para utilização na semeadura da próxima safra.

No país o feijoeiro é cultivado em três safras: a das águas, com semeaduras realizadas de outubro a novembro, a das secas, com semeaduras de janeiro a março e a safra de inverno ou de terceira época (semeaduras de abril a agosto) (STONE; SARTORATO, 1994), com predomínio das duas primeiras.

Em porcentagem a contribuição de produção das regiões brasileiras é de 31% da região Nordeste (a Bahia representa 14% do total), 28% da região Sudeste (Minas Gerais, o maior estado produtor representa 18% do total), 24% da região Sul (17% do Paraná), 13% da região Centro-oeste e 4% da região Norte (AGRIANUAL, 2006). O Brasil é o maior consumidor per capita de feijão, com $18 \text{ kg hab}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e a quase

totalidade do feijão cultivado no Brasil provém da agricultura familiar amparada pelo Governo Federal (CONAB, 2005).

Para o Estado de São Paulo, foram definidas três regiões ecologicamente favoráveis para o cultivo da cultura, baseando-se em dados de temperatura (média próxima a 21°C), precipitação pluvial (100 mm mensais, bem distribuídos durante todo o ciclo da cultura), tipo de solo e sistemas de produção adotados, e também as épocas de cultivo: (a) das águas, com plantio de agosto a setembro, admitindo o plantio até outubro; (b) da seca, com plantio de janeiro a fevereiro, podendo-se estender até março; (c) de inverno, com plantio de abril a maio (PIZAN et al., 1994).

São considerados quatro grupos de hábitos de crescimento do feijoeiro: tipo I, tipo II, tipo III e tipo IV, sendo que os tipos I, II e III abrangem a maioria dos genótipos cultivados no Brasil. O tipo I apresenta plantas com crescimento determinado, de altura entre 25 e 50cm, eretas, com haste principal e ramos laterais terminando em inflorescências e de ciclo curto (85 dias em média), o tipo II apresenta plantas de crescimento indeterminado, crescimento pouco inclinado e com ramificações não-numerosas e curtas, aspecto arbustivo e ciclo com duração média de 90 dias, o tipo III apresenta plantas de hábito de crescimento indeterminado e prostrado ou semiprostrado, com numerosas ramificações, com aptidão trepadora e duração média do ciclo de 105 dias e o tipo IV apresenta plantas de hábito de crescimento indeterminado, volúveis (trepadoras), com grande número de nós no talo principal e elevado potencial produtivo, as quais são comumente cultivadas para o consumo das vagens “in natura” (DOURADO NETO; FANCELLI, 2000).

O feijão comum foi domesticado em dois centros primários, América Central e México e sul dos Andes, e em um centro secundário ao norte dos Andes. Múltipla domesticação nos dois centros primários levou à formação de dois conjuntos gênicos

principais, um Mesoamericano e um Andino, dentro dos quais, forças evolutivas têm resultado em significantes mudanças morfológicas, fisiológicas e genéticas (GEPTS; DEBOUCK, 1991).

No Brasil há um grande número de genótipos com características distintas dos mais variados grupos comerciais (preto, carioca, roxo e outros), no entanto, feijoeiros do grupo mesoamericano são preferidos pela população, e esta preferência se dá pelos tipos de grãos carioca e preto (CARBONELL et al. 1999), logo a cor da semente de feijão é fundamental para sua aceitação pelo mercado consumidor.

O feijão carioca tem maior aceitação Nacional e é o tipo de grão mais semeado no país e qualquer nova cultivar deverá ter características de grãos semelhantes às da 'Carioca', para aumentar a sua probabilidade de aceitação por produtores e consumidores (ABREU, 1994).

2.2.TESTES DE VIGOR

A qualidade de um lote de sementes compreende uma série de atributos que determinam seu valor para a semeadura, sendo de natureza genética, física, fisiológica e sanitária (POPINIGIS, 1985). A qualidade das sementes influencia fortemente o sucesso ou fracasso da cultura, especialmente em condições de estresse ambiental, para tanto métodos experimentais, foram desenvolvidos para minimizar o risco de utilização de sementes de baixa qualidade (HALMER, 2000).

O teste de germinação é conduzido sob condições favoráveis, que basicamente permitem que o lote de sementes expresse sua capacidade máxima. Quando as condições de campo são ótimas, o teste de germinação pode prever corretamente o

desempenho do lote em campo. Na maior parte dos casos, porém, o resultado do teste de germinação superestima os valores reais da emergência de plantas em campo. Estas deficiências levaram a observação de que nem todas as facetas da qualidade das sementes foram devidamente identificadas pelo teste de germinação. Ainda de acordo com Krzyzanowski e Vieira (1999) lotes de sementes com percentuais de germinação semelhantes poderão apresentar diferentes níveis de deterioração. Qualquer um dos eventos que antecede a perda de germinação poderia servir como uma base para testes vigor, por isso um teste de vigor é um índice de qualidade de sementes mais sensível do que o teste padrão de germinação (COPELAND; MCDONALD, 2001).

O comportamento de um lote nas condições de armazenamento e de campo pode ser avaliado com relativa precisão através do teste de germinação, se as condições ambientais no campo, após a semeadura, forem amplamente favoráveis, conforme relatado por Anfinrud e Schneiter (1984). A perda da capacidade de germinação é a consequência ou efeito final da deterioração, sendo o último atributo da qualidade fisiológica da semente que é perdido (DELOUCHE, 2002). Segundo Hampton e Coolbear (1990), em função das limitações do tempo requerido para o teste de germinação, tem sido contínuo o interesse, pelo potencial das propriedades fisiológicas e bioquímicas das sementes como índices de vigor. Pelas condições essencialmente favoráveis de sua condução, o teste de germinação não detecta diferenças mais sutis em termos de deterioração, além de não avaliar o potencial de armazenamento e o desempenho das sementes em condições gerais de campo.

Um teste de vigor é determinado sob condições desfavoráveis, ou medindo-se o declínio de alguma função bioquímica ou fisiológica (SÁ, 1994) e de acordo com McDonald (1980) deve ser: econômico, rápido, simples, objetivo, reprodutível, apresentar resultados que se correlacionem com o desempenho em campo. Marcos Filho

(1994) relatou que os testes de vigor descrevem informações adicionais sobre a qualidade fisiológica de sementes, como seu potencial de armazenamento e de produzir plântulas normais em condições adversas.

De acordo com Marcos Filho (1999) os testes de vigor devem além de possuir base teórica consistente apresentar as seguintes características: simplicidade, para que seja executado em diferentes laboratórios sem exigir equipamentos sofisticados; rapidez, visando a necessidade de obtenção de respostas em curto espaço de tempo; baixo custo, menor necessidade de investimentos combinados à máxima eficiência; objetivo, com apresentação de resultados numéricos preferencialmente aos subjetivos para facilidade de interpretação; reproduzível, possibilitando comparação entre resultados obtidos por diferentes analistas e laboratórios; e os resultados devem ser relacionados com a emergência das plântulas em campo.

Para Sá (1994) a análise de sementes apresenta as seguintes finalidades: determinar sua qualidade, se servem para semeadura; identificar problemas de qualidade e suas prováveis causas; determinar se as sementes alcançam os padrões estabelecidos por lei e especificados nas etiquetas; estabelecer sua qualidade e fornecer uma base para adoção de preço e discriminação entre lotes pelo consumidor.

A avaliação da qualidade de sementes tem merecido permanente atenção dos tecnologistas, produtores e pesquisadores, refletindo o refinamento da demanda pela utilização de materiais que proporcionam maior segurança para fins de semeadura e/ou armazenamento (HAMPTON; COOLBEAR, 1990).

De acordo com Dickson (1980) defeitos visíveis, injúrias, posição do cotilédone, coloração, sementes duras, tamanho das sementes, condutividade e constituição química são características que afetam a qualidade das sementes e que estão envolvidas com características genéticas.

Parece pouco provável que um único teste: germinativo, fisiológico ou bioquímico, seja apropriado sob todas as condições, mesmo para uma única espécie (HAMPTON; COOLBEAR, 1990). Por isso, têm sido desenvolvidos testes de vigor com o objetivo de identificar possíveis diferenças no potencial fisiológico de lotes que apresentam porcentagem de germinação semelhante, fornecendo informações complementares às obtidas no teste de germinação.

Os testes de vigor baseados na avaliação das plântulas em condições de campo, conduzidos de preferência na época recomendada para a semeadura da cultura, fornecem um bom indicativo da potencialidade dos lotes, embora apresentem o inconveniente da dificuldade de padronização (NAKAGAWA, 1994).

De acordo com Marcos Filho (1994), os testes de envelhecimento acelerado, de frio, de condutividade elétrica e de tetrazólio podem ser considerados os testes de vigor mais indicados para a composição de um programa de controle de qualidade.

Vanzolini et al. (2007) estudando a utilização do teste de comprimento de plântulas para classificar lotes de sementes de soja, considerando a qualidade fisiológica, concluíram que o comprimento de raiz é mais sensível para a diferenciação e apresenta maior correlação com a emergência de plântulas em campo em relação ao comprimento de plântulas ou suas partes.

Andrade et al. (1999) observaram que para sementes de feijão com teor de umidade de 11% os resultados de condutividade elétrica foram superiores aos resultados obtidos para sementes com 13% de umidade, e atribuíram este resultado ao fato de as sementes com teor de umidade inferior terem sofrido maior impacto mecânico durante a colheita e/ou ao maior tempo de secagem a que foram submetidas.

De acordo com Vieira et al. (2002) o teor de água inicial das sementes influencia os resultados no teste de condutividade elétrica principalmente em lotes com

umidade inferior à 10% e superior à 17%. Também outros fatores podem influenciar estes resultados como características da própria cultivar como o teor de lignina no tegumento da semente (ALVAREZ et al., 1997). Para Panobianco et al. (1999) existe uma estreita relação entre o teor de lignina no tegumento de sementes de soja e os resultados do teste de condutividade elétrica.

Complexas interações genéticas, ambientais, patológicas, fisiológicas, bioquímicas e citológicas influenciam a expressão da qualidade de sementes e fatores sob controle genético estão inclusos e não estão limitados ao tamanho das sementes e cor, mas também a composição química, sementes duras, o vigor híbrido, a susceptibilidade a danos mecânicos, e resistência a doenças (ELIAS, 1984).

Para Elias (1984) os testes de sementes são um importante instrumento de prestação de garantia para os agricultores da compra de sementes com a qualidade desejada com base no princípio da "verdade em etiquetagem", logo todas as sementes que são comercializadas são obrigatoriamente rotulados com as seguintes informações: variedade e espécie, a pureza e a porcentagem de germinação, e peso líquido. Este rótulo fornece aos produtores informações sobre a qualidade das sementes que estão comprando.

No teste de deterioração controlada mantém-se constante o grau de umidade das sementes durante o período de deterioração, enquanto no teste de envelhecimento acelerado, o grau de umidade das sementes é variável (HAMPTON; TEKRONY, 1995).

Santos et al. (2003) compararam a eficiência do teste de deterioração controlada com o teste de envelhecimento acelerado para sementes de feijão. Para o teste de deterioração controlada as umidades iniciais das sementes foram ajustadas para 15, 20 e 25%, e para cada umidade inicial, foram utilizadas quatro combinações de períodos de deterioração de 24 e 48 horas e temperaturas de deterioração de 40 e 45°C, através dos

resultados concluíram que o tratamento com sementes com umidade inicial de 20%, por 48 horas sob temperatura de 45°C apresenta alta correlação com o teste de envelhecimento acelerado.

2.2.1.ENVELHECIMENTO ACELERADO

O teste de envelhecimento acelerado integra muitas das importantes características desejadas em um teste de vigor, é rápido, econômico, simples e útil para todas as espécies (COPELAND; MCDONALD, 2001). Inicialmente proposto como um método para avaliar o potencial de armazenamento de sementes, este teste é realizado em condições de alta temperatura e umidade relativa do ar (cerca de 100%) por períodos curtos (3 a 4 dias), seguido por um teste de germinação (COPELAND; MCDONALD, 2001; HALMER, 2000). Na prática, o teste é bem sucedido para algumas espécies, independentemente da evidência de que as sementes estão em um estado anormal após tratamento sob essas condições, em termos de parâmetros celulares básicos, tais como ácidos nucléicos e membranas (HALMER, 2000). As diferenças de umidade inicial das sementes devem ser consideradas na interpretação deste teste (COPELAND; MCDONALD, 2001).

De acordo com Mello e Tillmann (1987) em levantamento à respeito do teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce em sementes de arroz, feijão e soja, para estas sementes existe uma grande variação na temperatura e tempo de exposição utilizadas na câmara, e ainda a desuniformidade dos resultados encontrados para cada uma das espécies estudadas mostra a dificuldade na reprodução dos resultados, o que restringe a utilização do teste e torna difícil sua padronização até então. O teste de

envelhecimento acelerado tem se mostrado eficiente na seleção de lotes para a semeadura com base no potencial de desempenho da semente em condições de campo e na avaliação da capacidade de potencial de armazenamento (POPINIGIS, 1985).

De acordo com Dias e Marcos Filho (1995), a exposição das sementes à temperatura e umidade elevadas provoca sérias alterações degenerativas no metabolismo da semente, desencadeando a desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares. De acordo com Santos et al. (2004) a partir de 72 horas de envelhecimento artificial para sementes de feijão há redução na atividade das enzimas fosfatase ácido e esterase, o período de envelhecimento e a qualidade inicial dos lotes influencia a atividade das enzimas fosfatase ácida, malato desidrogenase, glumato desidrogenase e esterase e lotes com alta germinação podem apresentar acentuadas diferenças em resposta ao processo de envelhecimento como redução na capacidade seletiva das membranas das sementes e pelo crescimento e desenvolvimento das plantas de feijoeiro. Também de acordo com Binotti et al. 2008 no teste de envelhecimento acelerado para sementes de feijão há uma queda expressiva na germinação e vigor, além do elevado aumento no conteúdo de lixiviados, sendo estes constituídos em grande parte de aminoácidos, açúcares, íons de potássio e fósforo, e o aumento das quantidades de lixiviados está relacionado com queda na germinação e vigor de sementes.

Dutra e Teófilo (2007), objetivando o estudo de procedimentos para condução do teste de envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes, utilizaram quatro cultivares de feijão caupi (*Vigna unguiculata*) e conduziram o teste às temperaturas de 40, 42 e 45°C durante 24, 48, 72 e 96 horas. Paralelamente determinaram o teor de água das sementes após o envelhecimento, a germinação padrão

e emergência de plântulas e concluíram que a combinação de 42°C por 48 horas foi a mais adequada para avaliação do potencial fisiológico de sementes de caupi.

Santos et al. (2004) estudando alterações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão submetidas ao envelhecimento acelerado utilizaram dois lotes de feijão cultivar Iapar 44 com diferentes qualidades fisiológicas e analisaram também germinação, primeira contagem de germinação, condutividade elétrica, comprimento de hipocótilo e de raízes das plântulas além de análise bioquímica através de técnica de eletroforese. Os autores observaram que a partir de 72 horas de envelhecimento artificial há redução na atividade das enzimas fosfatase ácida e esterase, o período de envelhecimento e a qualidade inicial dos lotes influencia a atividade das enzimas fosfatase ácida, malato desidrogenase, glutamato desidrogenase e esterase e lotes com alta germinação podem apresentar acentuadas diferenças em resposta ao processo de envelhecimento – redução na capacidade seletiva das membranas das.

Bias et al. (1999) visando comparar diferentes testes de para a avaliação da qualidade fisiológica de quatro cultivares de feijão *Vigna* (*Vigna unguiculata*) conduziram testes de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, frio sem solo, emergência de plântulas em campo e peso de matéria seca da parte aérea das plântulas. Concluíram que a avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão *Vigna* deve ser fundamentada no conjunto das informações fornecidas por diferentes testes de vigor, e, que o peso da matéria seca da parte aérea das plântulas não é eficiente para separação de lotes de sementes de feijão *Vigna* em diferentes níveis de vigor.

Carvalho e Toledo (1978) trabalhando com sementes de amendoim que apresentavam diferentes qualidades fisiológicas, verificaram redução na produção de

24%, comparando o desempenho de plantas oriundas de sementes de baixo com sementes de alto vigor.

Lopes et al. (1990) avaliaram os testes de vigor, primeira contagem, classificação de plântulas (vigor forte), germinação à baixa temperatura, envelhecimento precoce, comprimento do hipocótipo, da raiz e da plântula, lixiviação de aminoácidos e suas relações com a emergência a campo e para isso utilizaram 3 cultivares. De acordo com os autores os testes de envelhecimento precoce e de lixiviação de aminoácidos foram os que melhor diferenciaram os níveis de vigor das sementes e mostraram a melhor correlação com a emergência a campo.

Alguns estudos são encontrados na literatura para teste de envelhecimento acelerado em sementes de feijão sendo a maioria com temperaturas abaixo de 42°C (SCAPPA NETO et al. 2001; BINOTTI et al. 2008; MELLO; TILLMANN, 1987), e a utilização de temperaturas de 43 a 45°C e a redução do período de envelhecimento são possibilidades que merecem reflexão (MARCOS FILHO, 1999), tendo em vista as características desejáveis em um teste de vigor.

Em se tratando de empresa produtora de sementes, a obtenção de resultados em períodos mais curtos é fundamental para a tomada de decisões internas (MARCOS FILHO, 1999). Para Tomes et al. (1988), a elevação na temperatura promove redução mais drástica na germinação do que o prolongamento do período de exposição das sementes ao envelhecimento.

De acordo com McDonald (1983) as características fisiológicas das sementes são influenciadas pelo genótipo, também Bittencourt e Vieira (2006) estudando os parâmetros envolvidos no teste de envelhecimento, com seis genótipos de milho observaram que sementes de milho apresentam diferenças de sensibilidade ao envelhecimento acelerado condicionadas pelo genótipo, no entanto concluíram que o

estudo possibilitou separar lotes de acordo com a qualidade fisiológica a 45°C por 72 horas.

2.2.2.DETERIORAÇÃO CONTROLADA

Deterioração pode ser sumarizada como sendo a perda da capacidade da semente em produzir uma plântula normal, isto quer dizer, com raízes e parte aérea bem desenvolvidas quando em processo de germinação e emergência (KRZYZANOWSKI; FRANÇA NETO, 2001). A deterioração de sementes é um processo natural que envolve fatores citológicos, fisiológicos, bioquímicos e mudanças físicas em cada uma das sementes. Essas mudanças reduzem a viabilidade e eventualmente causam a morte da semente. Este processo foi descrito como progressivo, irreversível e inexorável. A duração do processo de deterioração é determinada principalmente pela interação entre herança genética, o grau de hidratação da semente e a temperatura (DELOUCHE, 2002).

De acordo com Delouche (2002), os danos nas membranas são os eventos iniciais das alterações degenerativas nas sementes. A deterioração é evidenciada por danos genéticos, perda da integridade do sistema de membranas, redução da capacidade seletiva, peroxidação de lipídios, lixiviação de solutos, mudanças na atividade respiratória das sementes, a incapacidade de manutenção do gradiente eletroquímico e a perda da compartimentalização celular e acúmulo de substâncias tóxicas.

Wilson e McDonald (1986) também observaram alterações fisiológicas, tais como: atraso na germinação, decréscimo na tolerância às condições ambientais sub-ótimas durante a germinação, redução no crescimento e/ou vigor das plântulas, aumento

do número de plântulas anormais, maior suscetibilidade a ataques de microrganismos patogênicos, emergência desuniforme, redução na produtividade, modificações na coloração das sementes, diminuição do potencial de armazenamento, completa perda da capacidade germinativa e a morte das sementes.

Reduções na atividade enzimática durante a germinação de sementes envelhecidas pode ser resultante da diminuição da síntese protéica sendo que o início da deterioração das sementes geralmente está associado à redução na síntese de proteínas (ABDUL-BAKI; ANDERSON, 1972).

Muitas equações tem sido propostas para relacionar as condições de armazenamento com o período de viabilidade das sementes, de modo a permitir uma previsão da sua sobrevivência bem como sua sensibilidade ao grau de umidade e temperatura. Assim três equações básicas de viabilidade foram propostas, as quais juntas descrevem a porcentagem de viabilidade esperada após um período de armazenamento sob diferentes combinações de temperatura e grau de umidade (ELLIS; ROBERTS, 1980). A equação de Ellis e Roberts (1980) prevê a porcentagem de viabilidade esperada para qualquer lote de sementes durante o armazenamento em diferentes valores de temperatura e grau de umidade das sementes, de uma maneira simples e acurada. Inicialmente esta equação foi testada com valores constantes para sementes de cevada e abrangendo uma grande faixa de condições ambientais e posteriormente foi comprovada a possibilidade de sua determinação para outras espécies vegetais. Estas equações associam ou relacionam qualidade da semente com o seu potencial de deterioração ou de envelhecimento.

Ellis et al. (1990) detectaram resposta significativa entre o efeito da umidade na longevidade, ou seja da umidade no potencial de armazenamento estimado através do teste de deterioração controlada, em *Arachis hypogea* L., *Allium cepa* L., *Beta vulgaris*

L., *Hordeum vulgare* L., *Glycine max* L., *Cicer arietinum* L., *Triticum aestivum* L. e *Vigna unguiculata* L. e concluíram que o efeito relativo do potencial de água na semente foi o mesmo para as oito espécies e que, provavelmente, ocorreria o mesmo efeito em outras espécies ortodoxas.

O teste de deterioração controlada desenvolvido por Mathews (1980), utilizado com o parâmetro de vigor por envolver condições de estresse para avaliação do potencial das sementes, tem como principal dificuldade para sua condução o ajuste inicial do grau de umidade das sementes (MARCOS FILHO, 2001).

Vários pesquisadores realizaram estudos com a finalidade de estabelecer a metodologia mais adequada para a realização do teste de deterioração controlada.

Santos et al. (2003) verificaram metodologias para o teste de deterioração controlada, elevando o teor de umidade das sementes colocando-as sobre papel de filtro embebido com água, definindo que o teste pode ser realizado a 45°C por 48 horas com as sementes com 20% de teor de umidade inicial por apresentar resultados que se correlacionaram com o teste de envelhecimento acelerado.

Rosseto e Marco Filho (1995) estudaram deterioração controlada para sementes de soja à 40°C por 48 horas, não elevando o teor de umidade das sementes, em relação ao teste de envelhecimento acelerado e concluíram que a deterioração controlada é menos drástico em relação ao envelhecimento acelerado, logo após o envelhecimento acelerado a umidade das sementes encontra-se elevada e após a deterioração controlada a umidade das sementes encontra-se praticamente inalterada.

Leewen et al. (2005) com sementes de soja, estudaram as temperaturas de 41, 43 e 45°C, umidades de sementes de 15, 20 e 25%, com elevação do teor de umidade pelo método da atmosfera úmida através da colocação das sementes sob tela metálica em caixa plástica contendo 50 mL de água, e períodos de armazenamento de 0, 3, 6 e 9

meses para sementes de soja e concluíram que o teste de deterioração controlada não foi eficiente para classificar os lotes.

Como podemos perceber o teste de deterioração controlada envolve a utilização de sementes com teor de umidade elevada submetidas à temperatura elevada por determinado período. Para que se proceda a padronização deste teste deve-se estabelecer uma metodologia adequada englobando todos os parâmetros envolvidos, ou seja, desde o processo de embebição das sementes e armazenamento para obtenção de equilíbrio higroscópico, bem como a determinação do teor de umidade de acordo com a espécie e genótipo, até a temperatura do banho Maria e período de exposição das sementes com revestimento de alumínio sob imersão total na água do banho Maria. A utilização do teste de deterioração controlada entre os especialistas de sementes nos laboratórios brasileiros não é comum (MARCOS FILHO, 1998), no entanto, poderia ser devido à sua importância com teste de vigor de sementes definida através de resultados de pesquisa.

2.2.3.TESTE DE ALAGAMENTO

Um teste de submersão foi descrito por Woodstock 1975, citado por Popinigis 1977. O autor relata que o teste consta de submersão das sementes em água e solo não esterilizado, sendo que as sementes mais vigorosas sobreviveriam à deficiência de oxigênio e à presença de patógenos.

Este teste é realizado com utilização de câmara B.O.D. com temperatura controlada onde são inseridos, por determinado período, copos descartáveis contendo as sementes imersas em água destilada ou solução de inundação. Posteriormente a este

período as sementes são submetidas ao teste padrão de germinação e os resultados do teste são expressos em porcentagem de sementes germinadas. Trata-se de um teste de vigor promissor por apresentar procedimento de fácil realização (CUSTÓDIO et al., 2008).

De acordo com Pollock (1972) em adição à temperatura do solo, concentração de oxigênio, microrganismos e estrutura do solo, o nível de água é um fator importante para a emergência e o desenvolvimento das plântulas.

Wuelker et al. (2001) estudaram os efeitos da inundação e temperatura na germinação de soja e concluíram que as sementes são suscetíveis à perdas na germinação quando submetidas de 1 - 48 horas de inundação.

No geral, quando as sementes endospermicas atingem teores de água de 25% a 30% e as cotiledonares de 35% a 40%, a absorção de água estabiliza ou aumenta muito pouco dando início a uma fase estacionária (fase II ou fase lag), na qual vai ocorrer a digestão e o transporte ativo das substâncias de reserva. Nessa fase, os potenciais hídricos do meio e da semente ficam muito próximos e, com isso, a absorção de água pela semente se estabiliza (TAYLOR, 1997).

Quando há excesso de água, a disponibilidade de oxigênio para o embrião diminui, reduzindo ou atrasando a germinação em várias espécies (KOZLOWSK; PALLARDY, 1997).

Durante o alagamento do solo ocorre, também, injúria por rápida embebição, isto é, entrada de água em grande quantidade e rapidez no interior da sementes devido à diferença de potencial hídrico entre o interior da semente e o meio no qual ela se encontra, induzindo um desvio de metabolismo aeróbico para o metabolismo fermentativo (CRAWFORD, 1978).

Objetivando estudar o efeito do período de alagamento na germinação de sementes de *Adesmia latifolia*, Lopez et al. (2004) submeteram as sementes à submersão em 100mL de água destilada em copos plásticos de 250mL, contendo cada copo 250 sementes, em BOD à 25°C por 0, 8, 16, 24 e 32 horas, após estes períodos realizaram o teste de germinação. Os autores observaram queda de germinação com o aumento do período de alagamento e afirmaram que o período de 8 horas de alagamento pode provocar prejuízos irreversíveis ao estabelecimento de *A. latifolia*. Ainda de acordo com os autores o teste de alagamento pode ser um bom indicativo para diferenciação de níveis de qualidade fisiológica em sementes.

Também podem ser apresentadas variações entre resultados de condutividade elétrica entre cultivares de acordo com Panobianco e Vieira (1996) e Vieira et al. (1996).

Custódio et al. (2008) avaliaram os efeitos do alagamento à 25°C por períodos de 0, 8, 16, 24, 32, 40 e 48 horas na germinação e vigor de sementes de feijão e observaram decréscimo de 55% na germinação dos lotes após 8 horas de alagamento. Nas primeiras 8 horas aconteceu rápida absorção, quando as sementes dos lotes A e B passaram de 9,9 e 11,3% para 52,4 e 51,3% respectivamente, estabilizando-se com valores próximos a 58%, indicando que o processo de germinação foi comprometido em função do alagamento. Ainda de acordo com os autores o período de alagamento por 8 horas pode causar prejuízos irreversíveis ao estabelecimento da cultura do feijoeiro, bem como, se empregado em laboratório, pode ser um bom indicativo para diferenciação de níveis de qualidade fisiológica em sementes de feijão.

Vantoai et al. (1987) em estudo da tolerância de sementes de milho a inundação e condição anaeróbica, caracterizaram a atividade de quatro enzimas anaeróbico respiratório: piruvato descarboxilase (PDC), álcool desidrogenase (ADH), lactato

desidrogenase (LDH), malato desidrogenase (ME) durante alagamento à 10 e 25°C. A inundação aumentou as atividades das quatro enzimas. Contudo, nenhuma correlação consistente entre a atividade enzimática anaeróbia e a tolerância a inundação foi observada, logo os resultados indicam que esta caracterização pode não ser viável para prever o desempenho de sementes de milho em condições de estresse por alagamento.

Aragão et al. (2000), estudando o efeito de ciclos e de períodos de hidratação-secagem na germinação e no vigor de sementes de feijão, afirmaram que a embebição das sementes durante os tratamentos de hidratação, que foram realizados em rolo de papel, deve ter proporcionado um rearranjo prévio das membranas justificando a maior qualidade fisiológica destas, evidenciada pelo teste de germinação, em relação a testemunha, no entanto, os resultados de emergência de plantas em campo referente ao tratamento testemunha foi superior em relação aos demais tratamentos. Os mesmos autores observaram maior lixiviação eletrolítica dos solutos celulares, e portanto comprometimento do vigor, através do teste de condutividade elétrica após o terceiro ciclo de hidratação durante 6 e 24 horas e após 1 ciclo de hidratação de 24 horas.

Dantas et al. (2000) (a) estudaram o uso do teste de alagamento para avaliação do vigor em sementes de milho, para isso utilizaram copos contendo 50mL da solução de inundação (água destilada com fungicida e antibiótico) que foram submetidos a 25°C, e correlacionaram os resultados com o teste de germinação e de vigor. Os resultados se correlacionaram com germinação, condutividade elétrica, índice de velocidade de emergência de plântulas em campo e teste de frio. De acordo com os autores o teste de alagamento possibilita avaliar o vigor baseado na sobrevivência à falta de água de oxigênio no meio.

Dantas et al. (2000) (b) em estudo à respeito do efeito da duração e da temperatura de alagamento na germinação e no vigor de sementes de milho avaliaram

os períodos de exposição ao teste de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7 dias a 27°C e o período de 3 dias à 5, 10, 15, 20, 25 e 30°C. Foram utilizados copos com 50mL de água destilada com antibiótico e fungicida, e 50 sementes previamente desinfectadas com hipoclorito de sódio. A germinação e o vigor decresceram em 40% após o terceiro dia e após o sétimo dia não houve germinação e ainda, temperaturas abaixo de 20°C e superiores a 25°C durante o teste reduziram drasticamente a germinação e o vigor das sementes.

Martin et al. (1991) estudaram bases fisiológicas para inibição de germinação de sementes de milho por inundação e para isso utilizaram várias linhagens de milho submetidas à injúrias por encharcamento e analisaram a importância do acúmulo do etanol acetaldeído para tolerância ao alagamento. Observaram que há relação entre a inibição da germinação induzida pelo período de alagamento e o acúmulo de metabólitos voláteis, observado pela adição de ar ou N₂ na água de imersão com posterior melhoria na germinação e que todas as linhagens excretaram acetaldeído durante o alagamento, no entanto, as quantidades excretadas não foram correlacionadas com a posterior germinação.

Martin et al. (1988) correlacionaram testes de germinação e vigor de linhagens de milho afim de estudar suas relações com a emergência de plantas em campo. Os testes de vigor realizados foram de alagamento e teste de frio, além do teste de emergência de plantas em campo e os autores concluíram que o teste de alagamento pode ser considerado uma ferramenta de seleção rápida, barata e eficaz para diferenciação de linhagens com baixa emergência em campo, no entanto, o teste de frio apresentou maiores valores de correlação linear, apresentando resultados que expressam de melhor forma a emergência de plantas em campo.

Para Abdul-Baki (1980) as maiores mudanças estruturais nas membranas e organelas ocorrem em dois estágios: o primeiro na maturação da semente

(desidratação), período em que o índice de umidade da semente cai em 80%, até 10-12% em um curto espaço de tempo; e o segundo na iniciação da germinação (embebição), durante a rehidratação que ocorre dentro de algumas horas. Ambos os estágios foram investigados pelo autor com o objetivo de compreender o que acontece às membranas celulares quando a semente se submete a estas mudanças principais no potencial hídrico.

As mitocôndrias são as organelas mais estudadas no que diz respeito ao vigor das sementes e a justificativa para que as mitocôndrias sejam altamente funcionais em uma semente vigorosa é baseada no fato de que a maioria das reações bioquímicas se tornam ativas no início da germinação com utilização da energia química que é conservada na forma de alta energia, ligações fosfato-nucleotídeo (ABDUL-BAKI, 1980). Um grande produtor da forma mais freqüente de energia química, o trifosfato de adenosina (ATP), é a mitocôndria (ABDUL-BAKI, 1980).

Vários estudos anteriores mostraram a importância do metabolismo respiratório na expressão de vigor de plântulas de cevada, e respiração de sementes e determinadas enzimas respiratórias (ABDUL-BAKI, 1980).

De acordo com Abdul-Baki (1980) resultados iniciais de estudos em mitocôndrias em sementes secas e de sementes que sofreram embebição por algumas horas, sugerem a falta de um sistema de membranas bem desenvolvido. No entanto, preparações isoladas apresentaram integridade da membrana e propriedades oxidativas fosforilativas. Com a evolução da embebição das sementes as mitocôndrias tornaram-se mais eficientes na fosforilação oxidativa e seus sistemas de membranas tornou-se mais desenvolvido do que em sementes secas. Os quocientes respiratórios (QR) foram elevados (1,4, ou mesmo superior) durante as primeiras horas de embebição das sementes, diminuiu gradualmente, e se aproximaram da unidade depois de várias horas.

Estas observações sugerem que durante a germinação precoce, no ciclo do ácido tricarboxílico elas não funcionam de forma eficiente, e que a via glicolítica e os percursos pentose fosfato são importantes fontes de energia. Se esta interpretação é válida, o vigor pode então ser visto como uma função do tempo exigido pelas mitocôndrias tornarem-se mais eficientes na fosforilação oxidativa e seu sistema de membranas tornarem-se mais desenvolvidos do que em sementes secas.

A recuperação mitocondrial também pode ser medida pelo monitoramento do tempo exigido pelas sementes embebidas para alcançar uma estabilidade de QR, implicando uma rápida recuperação das mitocôndrias temos uma semente vigorosa. Sendo esta conclusão verdadeira, então o lote de sementes (dentro de uma espécie) que tem a menor valor de QR no início da embebição seria o lote mais vigoroso. No entanto, a validade das propostas deve ser verificada experimentalmente.

Para Simon (1984) são três as fases de desenvolvimento que conduzem à germinação: (1) embebição; (2) fase de latência e (3) germinação. As sementes secas têm um baixo teor de umidade, cerca de 15% ou menos, mas dado o acesso à água, que irão absorver rapidamente através dos tecidos em geral, atingirão um teor de água entre 30 e 50% em um dia ou dois entrando em uma fase lag: não incha mais e torna-se mais pesada e está metabolizando ativamente, se a temperatura for apropriada e os suprimentos de oxigênio forem adequados, a semente entra na terceira fase, a da germinação.

O conteúdo de água das sementes depende da natureza das reservas que contêm: sementes mais ricas em amido têm maior teor de água em relação aquelas que armazenam óleo (SIMON, 1984). Por outro lado, a velocidade de absorção e a quantidade de água embebida variam com a natureza e composição do tegumento (COLL et al. 2001).

Santos et al. (2007) estudando a qualidade fisiológica de sementes de soja com variação na coloração do tegumento observaram que cultivares com tegumento de coloração bege apresentam menor porcentagem de embebição em relação à cultivares de tegumento de coloração amarela e atribuiu este fato ao teor de lignina destes tegumentos ser diferenciado, sendo que cultivares de tegumento de coloração bege apresentaram maior porcentagem de lignina de que cultivares de coloração amarela, sendo que a lignina confere menor velocidade de embebição. Também para o teste de condutividade elétrica Nogueira (1993) observou grande influencia da coloração das sementes de feijão nos resultados, com as sementes pretas apresentando sempre os maiores resultados.

A atividade e a integridade da mitocôndria de embriões viáveis aumentam desde o início da embebição tornando mais eficiente a produção de ATP, refletindo em elevado consumo de oxigênio (BEWLEY; BLACK, 1994).

A manutenção do vigor pode ser visto como uma consequência do tempo necessário para as funções respiratórias mitocondriais funcionarem normalmente e o sistema de membranas se organizar de melhor forma (MARCOS FILHO, 2005).

A absorção de água pelas sementes é acompanhada por liberação de gases, alguns deles originalmente presentes em locais como interstício das paredes celulares, nos grãos de amido e espaços intercelulares e a quantidade de gás liberado pelas sementes varia de 0,45 a 1,8 mL.g⁻¹ de sementes, dependendo da espécie (Simon, 1984). Ainda de acordo com este autor nenhuma análise química desta mistura de gases foi realizada, mas as evidências sugerem que pode conter de 25-50% de CO₂ e alta quantidade de vapor de água.

Quando sementes secas são imersas em água são observados vazamentos de solutos ('fuga') que em muitos experimentos são analisados por meio de monitoramento

do potássio presente no líquido ou medindo a condutividade total (SIMON, 1984). De acordo com o autor as duas medidas mostram essencialmente o mesmo padrão, sendo a ‘fuga’ mais rápida no início da embebição e vindo a parar após cerca de um dia. Através deste tipo de monitoramento foi observado que sementes de ervilha perderam após este período cerca de 10% do seu potássio.

A taxa de respiração também é afetada pela embebição, sendo a taxa de respiração de embriões embebidos sem testa por 24 horas menor do que a metade da taxa de respiração de embriões embebidos com testa (SIMON, 1984).

Vazamento de solutos em embriões de ervilha são mais rápidos nos primeiros momentos de embebição, seguidos por desaceleração por 10-20 minutos até atingir uma velocidade constante que é mantida por meia hora ou mais, chegando a cessar após cerca de um dia (SIMON, 1984). Na solução são observadas diferentes substâncias incluindo aminoácidos, ácidos orgânicos, açúcares, compostos fenólicos, fosfato e íons de potássio, ácido giberélico e proteínas.

De acordo com Simon (1984) há duas hipóteses que explicam o vazamento de solutos durante a embebição. Uma das hipóteses propostas para explicar o vazamento durante a embebição foi proposta por Larson (1968) e Harrison e Perry (1970) e consiste na força indiscriminada imposta as membranas celulares pela água durante a embebição, sendo o gradiente de potencial de água tão elevado no início da embebição que poderia perturbar a organização das membranas celulares, espalhando componentes de fosfolipídeos e proteínas distantes de suas posições originais. A presença de tais células mortas pode ser detectada com Azul de Evan, um corante que é excluído de células com membranas intactas. A segunda hipótese é que as membranas não são rompidas pelo fluxo de água, pelo contrário, são reorganizadas e reparadas. A água tem um papel na estabilização da configuração da bicamada das membranas, tanto em

células vivas e sob condições in vitro. As duas hipóteses sobre ‘fuga’ são apresentadas no Quadro I com as indicações das aplicações.

Quadro I. Hipóteses sobre o vazamento de solutos das sementes. Simon (1984).

	Ruptura da Membrana	Reparação da Membrana
Dosagem de embebição	Deve ser rápida	Moderada ou lenta
Células afetadas	Apenas as células ultraperiféricas	Células internas
Permeabilidade ao Azul de Evan	Pode entrar nas células	Excluídas das células
Liberação de solutos	Liberação de quase 100% de solutos das células com a ruptura da membrana	Metade da quantidade de potássio é liberado de embriões de ervilha
Escala de tempo	Poderia esclarecer a fuga rápida inicial de embriões de ervilha	Poderia esclarecer a continuidade da fuga em grãos de ervilha

Para Hadas (1984) a absorção de água pelas sementes é um passo essencial para a reidratação dos tecidos da semente, e as quantidades mínimas de água necessárias para a germinação dependem do genoma das sementes e de seu conteúdo individual. Ainda de acordo com o autor os diversos órgãos (por exemplo embrião, cotilédones) e tecidos diferem em sua estrutura interna, propriedades físicas, bioquímicas e composição química, e, portanto, eles podem diferir na sua retenção de água e distribuição.

A fase inicial de absorção de água, a fase de embebição, é caracterizada por um padrão de cinética de saturação, dependendo do contato solo-semente, composição da semente e a geometria e propriedades do tegumento. A segunda fase, a fase de transição, é caracterizada por uma baixa taxa de absorção de água e a terceira fase, a fase de crescimento, é caracterizada por um aumento rápido e exponencial na taxa de absorção de água, acompanhada pela emergência da radícula. As duas primeiras fases são observadas na morta, inerte e nas sementes viáveis, enquanto a fase de crescimento e germinação é exclusiva às sementes viáveis (HADAS, 1984).

A fase de embebição, geralmente considerada com passiva, começa com a entrada de água na semente que é distribuída nas fendas, rachaduras e falhas na cobertura de sementes e tecidos e é absorvido pelos colóides das sementes. Medições de taxa de captação de água no fim desta fase mostraram que estas taxas são dependentes da temperatura, taxa de respiração e sensibilidade à luz em algumas espécies de sementes (HADAS, 1984).

Durante a fase de transição, também conhecida como fase de pausa, o teor de umidade das sementes, taxa de respiração, e morfologia aparentemente permanecem inalteradas, no entanto, uma variedade de processos metabólicos são ativados e as diferenças nos níveis de atividade dos processos e a sua ordem de ocorrência foram observadas entre as sementes de várias espécies e foram observadas diferenças em seus níveis de hidratação (HADAS, 1984).

O estudo dos efeitos do alagamento na germinação de sementes e estabelecimento das culturas em campo (MARTIN et al. 1991, DANTAS et al. 2000; WUEBKER 2001, BONACIN ET AL. 2006, BORGES et al. 2007, CASTAN et al. 2007) propiciaram resultados indicativos de que o teste de alagamento pode ser considerado uma ferramenta de seleção rápida, de baixo custo e que apresenta correlação com a emergência de plantas em campo (MARTIN et al., 1988, DANTAS et al. 2000) e que pode ser empregado na diferenciação de níveis de qualidade fisiológica (CUSTÓDIO et al. 2002).

Como se verifica ainda faltam muitas informações sobre o teste de alagamento como ferramenta para distinção do vigor de lotes de sementes de feijão, tornando necessária a realização de pesquisas para que sejam fornecidos parâmetros adequados para agricultores, pesquisadores e tecnologistas de sementes de modo a disporem de métodos e técnicas confiáveis e reproduzíveis para avaliar o vigor das sementes.

3.MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-economia da Universidade Estadual Paulista, campus de Ilha Solteira – SP e no Laboratório de Química da Embrapa Soja em Londrina - PR. Foram utilizados 30 genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) entre cultivares e linhagens. As características destes genótipos quanto à coloração do tegumento e origem encontram-se no Quadro II. Cada teste foi realizado com 19 genótipos. Durante o período experimental, as sementes foram mantidas em embalagens de sacos de papel e armazenadas em câmara fria e seca a 20°C e 40% de umidade relativa.

Quadro II. Caracterização dos lotes de sementes utilizados. Ilha Solteira, SP, 2009

Genótipos	Coloração do Tegumento	Origem Estado/Safra
1. LP 04-92	Preto	São Paulo / 2007/2008
2. Juriti claro	Beje	São Paulo / 2007/2008
3. Z-22	Beje	São Paulo / 2007/2008
4. Mai-25	Beje	São Paulo / 2007/2008
5. Guará	Beje	São Paulo / 2007/2008
6. CNFC 10408	Beje	São Paulo / 2007/2008
7. IAC-Alvorada	Beje	São Paulo / 2007/2008
8. IAC-Diplomata	Preto	São Paulo / 2007/2008
9. Juriti	Beje	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
10. Talismã	Preto	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
11. Colibri (lote 1)	Beje	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
11. Colibri (lote 2)	Beje	Paraná / 2008/2009
12. Apuã	Beje	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
14. Carioca eté	Beje	Mato Grosso do Sul / 2006/2007
16. Tupã	Preto	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
17. Rubi	Beje	São Paulo / 2007/2008
18. IAC-Carioca	Beje	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
19. IPR-Eldorado	Beje	Paraná / 2007/2008
20. GEN C2-1-7	Beje	São Paulo / 2007/2008
21. Carioca precoce (lote 1)	Beje	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
21. Carioca precoce (lote 2)	Beje	Mato Grosso do Sul / 2008/2009
22. Campeiro	Beje	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
23. Valente	Preto	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
24. Horizonte	Beje	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
25. Majestoso	Beje	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
26. LP 02-02	Beje	São Paulo / 2007/2008
27. Pérola (lote 1)	Beje	Mato Grosso do Sul / 2007/2008
27. Pérola (lote 2)	Beje	São Paulo / 2007/2008
28. GEN C8-4-3	Beje	São Paulo / 2007/2008
29. GEN C2-1-1	Beje	São Paulo / 2007/2008
30. CNFC 10470	Beje	São Paulo / 2007/2008

Foram estudados os parâmetros envolvidos na condução dos testes de envelhecimento acelerado, deterioração de sementes e teste de alagamento, procurando-se verificar a adequação das metodologias e a eficiência destes testes para a identificação de diferentes níveis de vigor dos genótipos estudados. Também foram avaliadas a massa de mil sementes, primeira contagem de germinação, germinação, índice de velocidade de germinação, a umidade das sementes (antes e após os testes),

condutividade elétrica, emergência de plântulas em campo, massa de matéria verde e seca das plântulas e comprimento de hipocótilo e de raízes e teor de lignina.

- **Germinação**

Conduzido com quatro repetições de cinquenta sementes por lote, colocadas em rolos de papel-toalha (umedecidas com quantidade de água correspondente a 2,5 vezes o peso do papel seco) e mantidas em germinador regulado a 25°C. As avaliações foram efetuadas no quinto e no oitavo dia após a instalação do teste (BRASIL, 1992) e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

- **Velocidade de germinação**

Também foi realizada em conjunto com o teste de germinação. O índice de velocidade para cada repetição foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), apresentada a seguir:

$$VG = N1/D1 + N2/D2 + + Nn/Dn$$

Onde:

VG = velocidade de germinação

N1, N2,, Nn = número de plântulas germinadas a 1, 2, e n dias após a semeadura, respectivamente.

D1, D2,, Dn = número de dias após a implantação do teste.

- **Primeira contagem do teste de germinação**

Foi determinado conjuntamente com o teste de germinação. Foram contadas as plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, realizada no quinto dia

após a instalação do teste. Os resultados foram obtidos pela média aritmética das quatro subamostras e foram expressos em porcentagem.

- **Comprimento de hipocótilo e de raízes**

Foram utilizadas quatro subamostras de 25 sementes semeadas em rolos de papel, sobre uma linha horizontal no terço superior do papel umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel seco. Os rolos contendo as sementes permaneceram em germinador por quatro dias a temperatura de 25°C, com iluminação, sendo realizada a medição com régua graduada em milímetros. Os comprimentos médios do hipocótilo e das raízes das plântulas normais foram obtidos dividindo-se a soma das medidas tomadas das subamostras pelo número de plântulas normais mensuradas. Os resultados foram expressos em centímetros.

- **Massa verde e seca e plântulas:** As plântulas submetidas à avaliação de comprimento de plântula foram utilizadas para determinar a massa verde, pesando-as em balança de precisão de 0,001g. Para determinação da massa seca estas mesmas plântulas foram preparadas para secagem em estufa, com circulação de ar forçada, a 65°C até atingirem massa constante (NAKAGAWA, 1994).

- **Emergência de plântulas em campo**

Conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado. Foram semeadas quatro repetições de cinquenta sementes por lote, em sulcos de 1,0 m de comprimento a uma profundidade de 3 cm. As plântulas emergidas foram contadas no vigésimo dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem (MARCOS FILHO, 1999).

- **Condutividade elétrica**

Foi conduzido pesando-se 4 repetições de 50 sementes por lote para cada tratamento. Após a pesagem de cada amostra, as sementes foram colocadas em copos plásticos contendo 75mL de água destilada e mantidas em germinador a temperatura de 25°C, durante 24 horas. Decorrido este período, a condutividade elétrica da solução foi determinada com o uso de um condutivímetro e os valores obtidos no aparelho serão divididos pelo peso da amostra, e os resultados expressos em $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

- **Determinação do grau de umidade das sementes**

Foi realizado em estufa, a 105°C com máxima variação de 3°C durante o período de 24 horas (BRASIL, 1992), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes para cada lote.

- **Peso de mil sementes**

Foi determinada em 8 repetições de 100 sementes por parcela, as quais foram pesadas em balança de 0,001g. Os cálculos s foram realizados conforme Brasil (1992).

- **Teor de Lignina**

Os procedimentos foram realizados de acordo com Alvarez e Krzyzanowski (1997). As sementes foram inicialmente imersas em água por aproximadamente 12 h em um copo de 50 mL para separar os tegumentos. Em seguida, os tegumentos das sementes foram secos em estufa por 16 horas a 105°C e colocados em um dessecador com sílica em 7% de umidade relativa. Foi utilizado o método do ácido sulfúrico descrito por Bailey (1967) e modificado por Vidaure (1991). Para cada genótipo foram

utilizadas três subamostras de 250 mg de tegumento que foram pesados e transferidos para frascos de 250 ml de capacidade volumétrica. Cinquenta mililitros de 80% (v / v) de etanol foram adicionados a cada frasco contendo fragmentos do tegumento das sementes, sendo o frasco submetido à aquecimento em uma chapa elétrica quente sob refluxo durante 10 min. As amostras foram então filtradas através de filtros de papel. Os filtrados foram descartados e os resíduos submetidos novamente ao mesmo processo. Os resíduos tratados com solução de etanol foram transferidos para frascos de vidro semelhantes aos descritos anteriormente, em que 100 mL de água destilada deionizada foram adicionados e os frascos foram submetido à aquecimento sob refluxo durante 10 min e em seguida as amostras foram filtradas. Os filtrados foram descartados e os resíduos tratados da mesma maneira. Os resíduos foram transferidos para frascos de vidro e 100 mL de 0,5% (v / v) de oxalato de amônia foram acrescentados. Os frascos foram aquecidos sob refluxo, durante 2 h, a solução filtrada através de papel filtro e os filtrados descartados. Cem mililitros de solução 1N de ácido sulfúrico foram adicionados a estes resíduos e transferidos para frascos que foram aquecidos em uma chapa elétrica quente sob refluxo, durante 2h, a solução filtrada através de um cadinho filtrante de Gooch de porcelana de porosidade média (poros de 40 a 60 micra de diâmetro) sob vácuo. Os filtrados foram descartados. O resíduos retidos no cadinho foram lavados com 50 ml de acetona e transferidos para copos, para ser tratada com 20 mL de 72% (v / v) solução de ácido sulfúrico. Estes copos foram cobertos com vidros de relógio e deixados à temperatura ambiente. Após 12 h, os resíduos foram transferidos para frascos de vidro e hidrolisados com 10 mL de água deionizada e aquecido por 2 h, sob refluxo. Após o tratamento térmico, a solução foi filtrada novamente no cadinho de porcelana Gooch e submetido a filtragem a vácuo. Os resíduos (lignina) retidos sobre as placas de vidro do cadinho foram lavados com 200 mL de água destilada deionizada. Os

cadinhos com os resíduos foram secos em um forno a 105°C por 6 h, resfriados em um dessecador com sílica e pesados em balança gravimétrica para quantificar a porcentagem de lignina no tegumento das sementes de genótipos de feijão. O teor de lignina foi determinado no Laboratório de Química da EMBRAPA soja.

- **Envelhecimento acelerado**

Foi avaliado utilizando-se 19 genótipos de feijão entre cultivares e linhagens, através de 4 subamostras de 50 sementes, pelo método do gerbox modificado, em técnica descrita por Marcos Filho et al. (1999), onde as sementes foram expostas às temperaturas de 41, 43 e 45°C UR aproximada de 95% por períodos de 12, 24, 36, 48 e 60 horas. Após este períodos foi realizado o teste de germinação, com uma única avaliação das plântulas normais sendo realizada no quinto dia após a instalação do teste conforme (BRASIL, 2009). Os genótipos utilizados para realização deste teste foram: LP 04-92, Juriti claro, Z-22, MAI-25, Guará, CNFC 10408, IAC-Alvorada, IAC-Diplomata, Juriti, Talismã, Colibri (Lote 1), Apuã, Pérola, Carioca Eté, Carioca Precoce, Tupã, Rubi, IAC-Carioca, Colibri (Lote 2) e Eldorado. As sementes de Carioca Eté são provenientes da safra 2006/2007 sendo os demais genótipos provenientes da safra 2007/2008. As sementes de Colibri Lote 1 são provenientes de cultivo no Estado de São Paulo e as sementes de Colibri Lote 2 de cultivo no Estado do Paraná.

- **Teste de Alagamento**

Foi realizado com 19 genótipos de feijão entre cultivares e linhagens. As sementes foram submersas em água destilada em copos plásticos de 250 mL (Custódio et al., 2008), contendo cada copo 50 sementes, sendo utilizados 4 copos por tratamento. Os copos foram mantidos em germinador à 25°C no escuro por determinado período

(em embebição), sendo as sementes posteriormente submetidas à teste de germinação (BRASIL, 2009). Foram estudados os períodos de 4, 12, 16, 24, 30 horas de embebição e as quantidades de água de 50 e 75mL. Para este teste foram utilizados lotes de sementes de: IAC Diplomata, CNFC 10408, GEN C2-1-7, Juriti, Talismã, Apuã, Pérola, Carioca Eté, Carioca Precoce (lote 1), Carioca Precoce (lote 2), Tupã, Rubi, IAC Carioca, Guará, Campeiro, Valente, Horizonte, Majestoso, IAC Alvorada.

Quanto à procedência dos genótipos Colibri, Talismã, Pérola, Tupã, Rubi, IAC Carioca, Guará e Carioca Precoce lote 1 são provenientes da safra 2007/2008; IAC Diplomata, Carioca Precoce lote 2 e IAC Alvorada são provenientes da safra 2008/2009 e Carioca Eté da safra 2006/2007.

- **Deterioração controlada**

Foi avaliado com 19 genótipos de feijão entre cultivares e linhagens. Foi realizado pesando-se uma amostra de sementes de grau de umidade conhecido, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), posteriormente as sementes tiveram sua umidade ajustada, sendo que para isso estas foram colocadas em papel tipo germitest úmido e em germinador a 25°C até atingir o grau de umidade desejado. Estas sementes foram mantidas em embalagem, selada durante uma noite em câmara fria à 10°C para atingir equilíbrio higroscópico. As umidades das sementes foram ajustadas para 16, 20 e 24% e estas amostras foram submetidas à aquecimento sob temperaturas de 37 e 40°C em embalagem de alumínio em banho Maria em por períodos de 0, 2, 3 e 4 dias. As embalagens foram confeccionadas em papel plástico com revestimento interno de alumínio.

Os teores de umidade das sementes foram elevados através do método do rolo de papel umidecido, sendo utilizado papel germitest com 2,5 vezes o seu peso em mL de

água. As elevações dos teores de água das sementes foram monitoradas com uso do método das pesagens sucessivas (HAMPTON; EKRONY, 1995) em intervalos de 3 em 3 horas, sendo, na última hora, realizadas em intervalos de 30 em 30 minutos, até se obter a massa correspondente ao teor de água estabelecido. Após este período as sementes permaneceram em câmara fria e seca (10°C) pelo período de aproximadamente 12 horas, ou até ser percebido o equilíbrio higroscópico. Para conferir se realmente os lotes estavam em equilíbrio higroscópico, estes foram pesados de 3 em 3 horas, sendo o equilíbrio confirmado dada a redução da oscilação de peso entre as pesagens.

As avaliações foram realizadas com os genótipos: LP 04-92, Z-22, LP 02-02, MAI-25, Guará, GEN C2-1-7, IAC Alvorada, IAC Diplomata, Juriti, Talismã, Pérola (Lote 1), Carioca Eté, Carioca Precocce, Tupã, Rubi, IAC Carioca, Pérola (Lote 2), GEN C8-4-3, GEN C2-1-1, CNFC 10470. Todos os genótipos são provenientes da safra 2007/2008 com exceção de Carioca Eté que é proveniente da safra 2006/2007.

- **Análises Estatísticas**

As análises estatísticas constaram de análise de variância para verificar se houve diferença entre os tratamentos e teste de Scott Knott a 5% de probabilidade para comparação de médias, realizados através do programa SISVAR, análise de regressão linear, além de correlação linear simples (BANZATTO; KRONKA, 2006) entre os resultados obtidos, realizadas através do Programa SANEST (ZONTA; MACHADO, 1991).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ENVELHECIMENTO ACELERADO

4.1.1. CARACTERIZAÇÃO DOS LOTES DE SEMENTES UTILIZADOS

A análise de variância e o teste F para o teste de envelhecimento acelerado encontram-se na Tabela 1. As diferenças entre genótipos, temperaturas e períodos de exposição às condições de alta temperatura e alta umidade, bem como a combinação destes fatores foi significativa à 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 2 pode-se observar os valores médios para massa de 1000 sementes, teor de água inicial das sementes, germinação e vigor.

As diferenças de umidade inicial das sementes devem ser consideradas na interpretação do teste de envelhecimento acelerado (MCDONALD, 1980), logo é conveniente comparar amostras que apresentem o mesmo grau de umidade embora diferenças de 1 a 2% não sejam comprometedoras (MARCOS FILHO, 1999). As amostras de sementes testadas neste estudo apresentaram diferenças iniciais de teor de água, sendo inferiores à 2% em relação aos demais genótipos, com exceção dos genótipos Apuã, Pérola e Colibri (lote 2) que apresentaram valores maiores do que 1 e 2% de umidade de diferença em relação às demais cultivares, 8,34 e 14,05 % respectivamente.

TABELA 1. Análise de variância e teste F para as variáveis genótipos, temperaturas e períodos de realização do teste de envelhecimento acelerado para sementes de feijão.

Ilha Solteira, SP, 2009.

Variáveis	GL	SQ	QM
Genótipos (G)	19	65670,48	3456,34*
Temperaturas (T)	2	254837,82	127418,91*
Períodos (P)	4	30684,95	7671,23*
G*T	38	89492,57	2355,06*
G*P	76	22613,00	297,53*
T*P	8	38770,52	4846,31*
G*T*P	152	47168,47	310,32*
Erro	900	34649,21	38,49
Total	1199	583887,06	

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 2. Valores médios de Massa de 1000 sementes (M 1000 sementes), índice de velocidade de germinação (IVG), teor de água, velocidade de germinação, primeira contagem de germinação e germinação para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Genótipos	Massa de 1000 sementes	Teor de água	Velocidade de Germinação	Primeira Contagem de Germinação	Germinação
	g	%		%	
LP 04-92	191,4	12,27	10,0 A	100,0 A	100,0 A
Juriti claro	214,5	11,55	10,0 A	100,0 A	100,0 A
Z-22	217,4	11,17	10,0 A	100,0 A	100,0 A
MAI 25	212,5	12,31	10,0 A	100,0 A	100,0 A
Guara	225,1	11,04	10,0 A	100,0 A	100,0 A
CNFC 10 408	213,2	11,44	10,0 A	100,0 A	100,0 A
IAC-Alvorada	245,6	11,94	10,0 A	100,0 A	100,0 A
IAC-Diplomata	212,4	12,03	10,0 A	100,0 A	100,0 A
Juriti	181,7	11,68	9,9 A	99,8 A	99,5 B
Talismã	196,6	11,44	10,0 A	100,0 A	100,0 A
Colibri (lote 1)	202,5	11,84	10,0 A	100,0 A	100,0 A
Apuã	225,5	8,34	9,8 A	99,5 A	99,2 B
Pérola	268,8	14,05	9,6 B	98,0 B	99,2 B
Carioca Eté	253,7	11,87	9,4 C	96,0 C	98,0 B
Carioca Precoce	233,8	12,19	10,0 A	99,9 A	100,0 A
Tupã	252,6	12,30	10,0 A	100,0 A	100,0 A
Rubi	259,0	12,02	9,9 A	99,9 A	99,5 B
IAC-Carioca	224,5	13,26	9,6 B	98,0 B	99,0 B
Colibri (lote 2)	197,1	14,11	10,0 A	100,0 A	100,0 A
IPR-Eldorado	246,4	12,80	9,7 A	99,5 A	99,2 B
CV %			1,50	1,14	0,58

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados para germinação, primeira contagem de germinação e velocidade de germinação apresentados na Tabela 2, algumas amostras apresentaram potencial semelhante, não diferindo estatisticamente entre si, no entanto diferenças entre as amostras foram evidenciadas nos resultados de emergência de plantas. Também Dutra e Teófilo (2007), Mavi e Demir (2007) observaram que lotes de sementes com qualidade semelhante diagnosticada através de teste de germinação

apresentaram diferenças de qualidade no teste de envelhecimento acelerado. De acordo com McDonald (1980) o teste de germinação não prevê uma avaliação completa da qualidade do lote de sementes, para isso se fazem necessários os testes de vigor.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados obtidos para comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde e massa seca, emergência de plantas e condutividade elétrica. Os valores obtidos para emergência de plantas variaram de 50-83% e de condutividade elétrica variaram de 54-240,8 $\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$. Foram observados maiores valores de emergência para a cultivar Juriti Claro e para a linhagem Z-22 com valores de 83,0 e 82,0 %. O maior valor observado para condutividade elétrica foi de 240,8 $\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ para a linhagem MAI-25, no entanto este material apresentou resultado de emergência em campo de 75%.

De acordo com o resultado dos testes de primeira contagem de germinação, germinação e velocidade de germinação observa-se os genótipos Pérola e IAC Carioca como sendo de qualidade intermediária e Carioca Eté com os menores valores, embora para nenhum dos genótipos tenha sido observado porcentagem de germinação inferior à 98%.

Através do teste de emergência de plantas em campo observa-se que os genótipos Juriti claro, Z-22, Guará, LP 04-92, CNFC 10408 e IAC Diplomata apresentaram vigor superior aos demais, com os genótipos IPR Eldorado, Rubi, Tupã e IAC Carioca apresentando os menores resultados.

Para os dados de condutividade verifica-se o efeito de genótipo já observado por Panobianco e Vieira (1996) onde materiais com germinação semelhante apresentaram valores distintos de condutividade elétrica.

TABELA 3. Valores médios de comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde e massa seca, emergência de plantas e condutividade elétrica para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Genótipos	C. Hipocótilo	C. de Raiz	Massa Verde	Massa Seca	Emergência de Plantas	Condutividade Elétrica
	cm	cm	g	G	%	$\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$
LP 04-92	5,3 C	9,85 D	6,8 E	0,38 C	75,0 D	85,8 C
Juriti claro	7,5 A	12,1 C	9,6 C	0,51 B	83,0 A	69,5 D
Z-22	8,0 A	16,0 A	9,6 C	0,59 B	82,0 B	78,5 D
MAI 25	5,5 C	10,8 D	6,2 E	0,37 C	75,0 D	240,8 A
Guara	8,5 A	14,5 B	10,1 B	0,67 A	77,0 C	95,0 B
CNFC 10 408	10,0 A	13,1 C	11,6 A	0,71 A	75,0 D	87,3 C
IAC-Alvorada	5,8 C	11,5 C	9,1 C	0,59 B	65,0 G	188,3 B
IAC-Diplomata	6,7 B	12,2 C	7,3 D	0,40 C	73,0 E	237,0 A
Juriti	7,5 A	15,0 B	7,3 D	0,28 C	63,0 H	70,0 D
Talismã	6,2 B	10,1 D	5,5 E	0,40 C	60,0 I	79,3 D
Colibri (lote 1)	6,4 B	9,3 D	8,1 D	0,45 C	62,0 I	58,8 E
Apuã	5,7 C	12,0 C	7,0 D	0,52 C	65,0 G	72,0 D
Pérola	7,5 A	12,8 C	10,2 B	0,60 B	67,2 F	69,8 D
Carioca Eté	5,9 C	12,0 C	8,7 C	0,56 B	55,0 L	85,8 C
Carioca Precoce	7,5 A	9,7 D	8,8 C	0,45 C	67,0 F	54,8 E
Tupã	5,5 C	7,5 E	6,2 E	0,33 C	55,0 L	71,0 A
Rubi	6,6 B	14,0 B	8,3 D	0,52 B	50,0 M	71,0 D
IAC-Carioca	7,5 A	14,5 B	8,1 D	0,56 B	60,0 J	103,8 B
Colibri (lote 2)	9,0 A	8,1 E	7,4 D	0,36 C	59,0 K	67,8 D
IPR-Eldorado	5,6 C	6,5 F	6,5 E	0,36 C	50,0 M	76,0 D
CV %	10,35	7,01	10,19	14,35	1,32	7,96

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de

probabilidade.

4.1.2. RESULTADOS DO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

Nas tabelas 4a, 4b e 4c são apresentados os teores de água das sementes das amostras após exposição ao teste não sendo observadas diferenças superiores à 4%, comprovando a uniformidade de condições na execução do teste, logo a verificação do teor de água após o teste é importante (HALMER, 2000) e indica a uniformidade das

condições do envelhecimento acelerado, sendo toleráveis variações de 3 a 4%, acima desses valores o teste deve ser repetido (MARCOS FILHO, 1999).

As porcentagens de umidade das sementes foram crescentes em relação ao aumento do período de exposição ao teste. Esta observação pode ser explicada de acordo com Scappa Neto et al. (2001) que em estudo a respeito dos equipamentos utilizados para realização do teste de envelhecimento acelerado à 41°C, observaram que a umidade relativa do ar (UR) dentro das caixas plásticas de envelhecimento é sempre superior a 90% e os menores valores de UR ocorrem sempre nas primeiras horas de envelhecimento (0-12 h) independente do teor inicial de água das sementes.

TABELA 4a. Teor de água de sementes de feijão após exposição a 5 períodos à temperatura de 41°C no teste de envelhecimento acelerado, Ilha Solteira, SP, 2009.

Genótipos	41°C				
	12 h	24 h	36 h	48 h	60 h
	%				
LP 04-92	19,66	24,39	23,36	26,08	29,61
Juriti Claro	22,93	22,78	22,19	29,30	26,73
Z-22	19,48	20,54	25,76	27,17	26,93
MAI 25	20,57	22,67	25,10	25,47	28,72
Guara	21,07	24,95	25,23	28,86	28,17
CNFC 10 408	23,82	24,79	24,43	28,95	26,27
IAC-Alvorada	20,89	24,38	24,89	29,70	29,87
IAC-Diplomata	23,22	23,41	24,23	27,51	29,80
Juriti	19,33	22,84	23,66	26,30	29,69
Talismã	23,30	22,85	21,32	28,40	27,08
Colibri (lote 1)	19,29	20,23	22,50	26,61	25,90
Apuã	20,69	21,33	24,37	27,09	26,13
Pérola	20,68	24,66	24,40	28,39	26,43
Carioca Eté	23,98	20,12	22,28	25,31	26,07
Carioca Precoce	19,06	24,42	23,89	27,35	27,14
Tupã	19,26	23,65	23,53	25,43	26,10
Rubi	23,68	19,99	23,94	28,58	28,20
IAC-Carioca	20,63	22,96	23,34	29,39	26,08
Colibri (lote 2)	22,37	22,51	25,69	25,46	30,06
IPR-Eldorado	21,13	23,14	25,52	27,26	28,71

TABELA 4b. Teor de água de sementes de feijão após exposição a 5 períodos à temperatura de 43°C no teste de envelhecimento acelerado, Ilha Solteira, SP, 2009.

Genótipos	43°C				
	12 h	24 h	36 h	48 h	60 h
	%				
LP 04-92	19,12	18,30	26,37	23,31	30,03
Juriti Claro	21,28	21,10	24,91	27,74	32,41
Z-22	18,77	20,33	26,86	26,44	32,45
MAI 25	23,68	18,20	26,67	27,67	30,64
Guara	20,12	22,01	26,70	25,51	32,62
CNFC 10 408	23,55	17,81	23,43	24,59	32,43
IAC-Alvorada	20,01	20,86	26,77	27,95	32,65
IAC-Diplomata	20,56	22,26	24,77	26,04	33,95
Juriti	23,59	21,13	22,36	26,00	30,78
Talismã	21,97	17,00	21,97	26,71	32,20
Colibri (lote 1)	18,74	21,07	24,39	26,71	29,27
Apuã	18,84	19,80	23,32	23,32	33,12
Pérola	20,61	20,39	22,18	23,46	29,50
Carioca Eté	22,20	21,39	27,44	23,03	31,35
Carioca Precoce	20,70	19,82	25,12	23,33	30,13
Tupã	19,77	21,13	24,34	23,25	30,72
Rubi	21,25	20,99	25,66	23,04	29,53
IAC-Carioca	20,20	18,00	23,04	23,46	29,67
Colibri (lote 2)	20,68	22,20	26,65	26,21	30,86
IPR-Eldorado	21,47	20,61	26,89	23,05	31,49

TABELA 4c. Teor de água de sementes de feijão após exposição a 5 períodos e à temperatura de 45°C no teste de envelhecimento acelerado, Ilha Solteira, SP, 2009.

Genótipos	45°C				
	12 h	24 h	36 h	48 h	60 h
	%				
LP 04-92	20,74	24,24	27,95	24,68	30,71
Juriti Claro	20,13	24,14	26,17	28,31	27,88
Z-22	19,13	23,90	23,92	25,59	28,89
MAI 25	19,27	24,36	25,93	25,69	26,62
Guara	19,10	22,27	29,85	25,75	28,52
CNFC 10 408	18,64	20,65	24,65	25,19	26,95
IAC-Alvorada	19,24	24,16	25,94	28,67	29,65
IAC-Diplomata	23,24	23,24	26,98	25,74	30,68
Juriti	20,27	24,18	26,20	28,16	29,88
Talismã	18,83	23,71	27,74	28,55	30,26
Colibri (lote 1)	18,39	23,67	25,68	26,54	29,69
Apuã	19,03	19,76	25,59	27,47	27,06
Pérola	18,53	20,12	23,99	24,58	26,72
Carioca Eté	18,96	19,95	23,98	23,98	26,67
Carioca Precoce	20,39	21,04	25,05	26,50	26,50
Tupã	18,65	21,12	22,03	24,35	26,51
Rubi	18,37	20,01	25,50	24,69	26,84
IAC-Carioca	20,04	23,44	25,72	26,73	27,49
Colibri (lote 2)	18,53	19,77	24,70	24,96	27,89
IPR-Eldorado	19,11	21,25	23,73	25,67	28,50

Quanto ao teste de envelhecimento acelerado as amostras diferiram quando expostas às diferentes temperaturas e períodos de exposição (Tabelas 5a, 5b e 5c). Dentro de cada temperatura testada foi observado declínio na germinação, aumento da taxa de deterioração, com o aumento do período de exposição ao teste, fato também observado por Santos et al. (2004) e Binotti et al. (2008). De acordo com Delouche (2002) a duração do processo de deterioração é determinada principalmente, pela interação entre herança genética, o grau de umidade da semente e a temperatura. Assim deve-se observar diferença de comportamento entre os genótipos tendo-se em vista que os mesmos possivelmente apresentam diferenças de permeabilidade e integridade do

tegumento, diferenças nos níveis de deterioração e diferenças de idade e tempo de armazenagem.

TABELA 5a. Resultados do teste de envelhecimento acelerado, para a temperatura de 41°C e cinco períodos de exposição ao teste, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Genótipos	41°C				
	12 h	24 h	36 h	48 h	60 h
	%				
LP 04-92	98,50	99,00 A	97,00 A	99,50 A	94,00 A
Juriti claro	98,50	99,00 A	98,50 A	95,25 A	91,50 A
Z-22	98,00	97,00 A	98,00 A	99,50 A	95,25 A
MAI 25	99,00	97,00 A	95,50 A	99,25 A	95,70 A
Guara	96,00	77,00 B	89,50 A	97,00 A	96,65 A
CNFC 10 408	99,00	97,00 A	100,00 A	95,70 A	95,05 A
IAC-Alvorada	97,00	99,00 A	99,30 A	100,00 A	94,05 A
IAC-Diplomata	98,50	97,50 A	98,50 A	99,50 A	60,00 C ⁽¹⁾
Juriti	89,50	94,50 A	91,00 A	87,00 A	84,50 B
Talismã	94,50	96,50 A	95,70 A	95,70 A	97,55 A
Colibri (lote 1)	98,50	97,50 A	99,50 A	98,15 A	97,55 A
Apuã	97,50	94,50 A	98,20 A	93,50 A	82,00 B ⁽²⁾
Pérola	94,50	91,50 A	98,50 A	91,50 A	89,00 B
Carioca Eté	88,50	81,00 B	69,00 B	62,50 C	54,00 C ⁽³⁾
Carioca Precoce	98,00	98,50 A	93,65 A	95,05 A	95,25 A
Tupã	98,50	91,50 A	96,70 A	98,15 A	86,50 B
Rubi	91,00	95,00 A	94,60 A	74,50 B	83,50 B
IAC-Carioca	97,50	96,50 A	98,15 A	94,60 A	93,00 A
Colibri (lote 2)	97,00	98,50 A	93,00 A	95,05 A	83,00 B
IPR-Eldorado	90,00	89,50 A	88,55 A	64,00 C	80,00 B
(1) $y=75,50+2,07x-0,04x^2$ ($R^2=83,40$)			(2) $y=90,60+0,59x-0,01x^2$ ($R^2=87,53$)		
(3) $y=97,25-0,73x$ ($R^2=99,24$)					

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de

probabilidade.

TABELA 5b. Resultados do teste de envelhecimento acelerado, a temperatura de 43°C e cinco períodos de exposição ao teste, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Genótipos	43°C				
	12 h	24 h	36 h	48 h	60 h
	%				
LP 04-92	95,50 A	97,50 A	97,50 A	97,50 A	97,08 A
Juriti claro	91,00 A	99,50 A	96,50 A	98,25 A	98,00 A
Z-22	78,00 B	83,00 B	90,25 B	93,85 A	92,10 A ⁽¹⁾
MAI 25	97,00 A	96,00 A	96,00 A	96,15 A	87,00 A
Guara	95,00 A	93,50 A	98,00 A	99,26 A	92,15 A
CNFC 10 408	89,00 A	94,00 A	92,00 B	90,50 A	92,15 A
IAC-Alvorada	98,50 A	72,00 B	99,50 A	97,00 A	96,10 A
IAC-Diplomata	87,00 A	96,50 A	98,50 A	86,00 B	97,56 A
Juriti	62,50 C	90,00 A	80,25 C	81,00 B	86,00 A
Talismã	82,50 B	91,50 A	89,25 B	89,00 A	94,60 A
Colibri (lote 1)	98,00 A	91,00 A	92,00 B	93,00 A	95,10 A
Apuã	94,00 A	78,00 B	80,00 C	79,50 B	88,60 A ⁽²⁾
Pérola	80,00 B	90,00 A	82,00 C	86,00 B	76,00 B ⁽³⁾
Carioca Eté	62,00 C	77,00 B	71,00 D	69,50 C	65,00 C ⁽⁴⁾
Carioca Precoce	91,00 A	93,00 A	82,00 C	94,15 A	87,50 A
Tupã	93,00 A	92,00 A	83,00 C	80,00 B	89,30 A ⁽⁵⁾
Rubi	77,00 B	83,00 B	89,25 B	92,25 A	82,00 B ⁽⁶⁾
IAC-Carioca	92,50 A	96,00 A	81,00 C	82,50 B	94,20 A
Colibri (lote 2)	91,50 A	94,00 A	87,25 C	87,50 B	95,50 A
IPR-Eldorado	81,50 B	81,00 A	83,00 C	80,50 B	81,00 B ⁽⁷⁾
(1) $y=75,8+0,32x$ ($R^2=85,09$)			(2) $y=110,6-1,78x+0,02x^2$ ($R^2=88,41$)		
(3) $y=72,40+0,90x-0,01x^2$ ($R^2=60,27$)			(4) $y=52,10+1,22x+0,02x^2$ ($R^2=64,00$)		
(5) $y=106,4-1,09x+0,01x^2$ ($R^2=68,33$)			(6) $y=61,20+1,43x-0,08x^2$ ($R^2=87,92$)		
(7) $y=106,4-1,09x+0,01x^2$ ($R^2=68,33$)					

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

TABELA 5c. Resultados do teste de envelhecimento acelerado, a temperatura de 45°C e cinco períodos de exposição ao teste, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Genótipos	45°C				
	12 h	24 h	36 h	48 h	60 h
	%				
LP 04-92	97,50 A	89,00 A	78,00 B	57,50 D	57,00 B ⁽¹⁾
Juriti claro	85,50 A	92,50 A	60,50 D	64,00 D	54,00 B ⁽²⁾
Z-22	90,00 A	71,50 B	25,50 F	60,00 D	50,50 B ⁽³⁾
MAI 25	60,00 B	35,00 E	34,50 F	31,82 F	24,75 C ⁽⁴⁾
Guara	53,50 B	42,00 E	40,50 E	29,95 F	34,00 C ⁽⁵⁾
CNFC 10 408	55,70 B	47,75 D	44,00 E	33,93 F	29,60 C ⁽⁶⁾
IAC-Alvorada	34,00 C	38,50 E	33,00 F	31,90 F	29,80 C
IAC-Diplomata	39,50 C	36,50 E	39,00 E	38,86 F	28,40 C
Juriti	92,50 A	89,50 A	69,50 C	67,00 C	26,45 C ⁽⁷⁾
Talismã	96,00 A	94,50 A	58,50 D	50,50 E	27,50 C ⁽⁸⁾
Colibri (lote 1)	96,00 A	97,00 A	96,00 A	94,50 A	86,50 A
Apuã	56,00 B	47,00 D	43,50 E	35,16 F	35,25 C ⁽⁹⁾
Pérola	93,50 A	87,00 A	81,50 B	72,00 C	22,75 C ⁽¹⁰⁾
Carioca Eté	74,50 B	64,00 C	35,50 F	72,00 C	24,65 C
Carioca Precoce	91,50 A	92,50 A	93,00 A	94,00 A	92,50 A
Tupã	73,50 B	75,00 B	71,50 C	82,00 B	29,20 C ⁽¹¹⁾
Rubi	91,00 A	91,00 B	76,00 B	52,00 E	27,25 C ⁽¹²⁾
IAC-Carioca	96,50 A	94,50 A	59,50 D	56,50 D	27,30 C ⁽¹³⁾
Colibri (lote 2)	62,25 B	49,25 D	42,00 E	36,73 F	33,60 C ⁽¹⁴⁾
IPR-Eldorado	63,50 B	48,25 D	42,00 E	36,22 F	28,20 C ⁽¹⁵⁾
(1)y=109,55-0,94x (R ² =94,57)			(2)y=98,75-0,76x (R ² =74,73)		
(3)y=135,9-4,27x+0,05x ² (R ² =65,41)			(4)y=59,20-0,60x (R ² =75,29)		
(5)y=55,3-0,42x (R ² =80,65)			(6)y=61,97-0,54x (R ² =98,28)		
(7)y=115,35-1,29x (R ² =85,77)			(8)y=119,5-1,5x (R ² =93,80)		
(9)y=59,37-0,44x (R ² =93,10)			(10)y=118,20-1,30x (R ² =76,61)		
(11)y=43,6+2,68x-0,04x ² (R ² =73,33)			(12)y=116,83-1,36x (R ² =91,59)		
(13)y=119,98-1,48x (R ² =92,32)			(14)y=68,00-0,67x (R ² =95,32)		
(15)y=43,6+2,68x-0,04x ² (R ² =73,33)					

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

O teste de Envelhecimento Acelerado quando realizado à 41°C/48h extratifica as amostras em três níveis de vigor, assim como quando realizado à 43°C/48h e 43°C/60h, sendo, de forma geral Carioca Eté considerado como de menor vigor, Eldorado, Rubi e Colibri (lote 2) considerado de vigor intermediário e o restante como de maior vigor.

O teste quando realizado à 43°C/24h extratifica as amostras em 2 níveis de vigor, sendo Carioca Eté, Rubi, Apuã, IAC Alvorada e Z-22 consideradas como de menor vigor e as demais como de maior vigor.

Quando da aplicação do teste à temperatura de 45°C observa-se menores valores de germinação principalmente a partir de 36 h de exposição ao teste, fato observado também por Paiva (2008) em sementes da forrageira *Macrotyloma acillare*.

A realização do teste à 45°C por período superior à 24 horas não permite diferenciação de vigor em relação aos lotes de sementes devido à alta redução, de modo geral, na germinação das sementes de feijão com exceção de alguns genótipos.

Com relação ao comportamento dos genótipos é possível detectar que há materiais mais sensíveis aos efeitos da temperatura e tempo de exposição ao teste e também materiais mais resistentes. Isto sugere que para alguns materiais há necessidade de se estudar outras temperaturas e períodos de exposição das sementes de forma a avaliar o seu vigor com segurança e adequadamente, ou seja, pode ser mais adequado agrupar alguns cultivares para indicar a melhor temperatura e período de exposição.

A 45°C observamos uma brusca queda na porcentagem de germinação para as sementes dos genótipos Juriti, Talismã e IAC Carioca após 36 horas de exposição, para Rubi após 48 horas e para Pérola a partir 60 horas, sendo que os genótipos Colibri e Carioca Precoce apresentam-se como mais resistentes às condições de alta temperatura em relação aos demais genótipos. Com relação à coloração do tegumento os genótipos LP 04-92, Talismã e Tupã que são os únicos genótipos que possuem tegumento de coloração preto, apresentaram queda na germinação à 45°C após 48 horas, assim como outros genótipos de coloração bege, logo de acordo com este estudo não foi possível correlacionar a característica genotípica cor do tegumento com o resultado do teste.

Por outro lado, do ponto de vista prático, essa maior resistência de algumas cultivares às condições de alta temperatura e alta umidade é um fator favorável para indicar a semeadura destas cultivares em locais onde ocorrem estas condições garantindo uma emergência adequada e evitando perdas e aumento nos custos de produção em função dos gastos com nova semeadura.

Embora os genótipos apresentem diferenças no comportamento, a comparação entre os mesmos tem a única finalidade de identificar aqueles que apresentam uma maior ou menor sensibilidade a uma determinada situação. Assim, de posse dessas informações pode-se fazer recomendações mais seguras no que se diz respeito a condições mais adequadas para a avaliação do vigor e também para semeadura, uma vez que estes materiais são cultivados em vários Estados brasileiros, os quais, de modo geral apresentam diferentes condições climáticas.

Quanto à regressão linear observa-se entre genótipos e temperatura que, de forma geral, houve redução na germinação após o teste com o aumento da temperatura, com exceção dos genótipos Colibri e Carioca Precoce. Também de acordo com o período de exposição ao teste, observa-se redução de forma geral, da germinação, com o aumento do período sendo observada maior redução para alguns genótipos em relação à outros. Pode-se observar que o aumento de temperatura e período de exposição promovem redução da germinação.

Na Tabela 6 encontram-se os resultados de correlação linear entre envelhecimento acelerado, germinação e vigor. Observa-se correlação linear positiva entre o teste de envelhecimento acelerado e germinação, velocidade de germinação e emergência de plantas e correlação linear negativa com o teste de condutividade elétrica quando o teste de envelhecimento acelerado foi realizado à 41°C/48h, 43°C/24, 48 e 60h.

TABELA 6. Coeficientes de correlação linear entre o teste de envelhecimento acelerado, germinação e vigor, Ilha Solteira, SP, 2009.

Temperaturas	Períodos	Velocidade de Germinação	Germinação	Emergência de Plantas	Condutividade Elétrica
41°C	12 h	0,63 **	0,68 **	0,40	0,27
	24 h	0,48 *	0,50 *	0,20	0,15
	36 h	0,71 **	0,71 **	0,40	0,13
	48 h	0,70 **	0,75 **	0,64 **	0,27
	60 h	0,58 **	0,62 **	0,38	-0,19
43°C	12 h	0,60 **	0,60 **	0,30	0,26
	24 h	0,37	0,46 *	0,43 *	0,04
	36 h	0,49 *	0,48 **	0,39	0,35
	48 h	0,74 **	0,78 **	0,62 **	0,20
	60 h	0,79 **	0,80 **	0,47 *	0,20
45°C	12 h	-0,19	-0,13	-0,09	-0,62 **
	24 h	-0,15	-0,07	-0,14	-0,62 **
	36 h	0,04	0,10	-0,22	-0,49 *
	48 h	-0,22	-0,12	-0,16	-0,50 *
	60 h	0,25	0,32	0,23	-0,34

**, *, significativo ao teste t à 1 e 5% de probabilidade respectivamente.

A realização do teste à temperatura de 43°C por 24 horas permite a obtenção do resultado por um menor período de tempo, com até 24 h de antecedência em relação a realização do teste à 41°C/48h ou 43°C/48h ou 60h.

O envelhecimento acelerado está correlacionado com as taxas de germinação e emergência de raiz, bem como com a taxa de emergência no campo (KULIK; YALIK, 1982). Também Contreras e Barros (2005) observaram correlação linear positiva entre

o teste de envelhecimento acelerado e a emergência de plantas em campo para sementes de alface, Anfinrud e Schneiter (1984) para sementes de girassol, que embora sejam espécies diferentes da utilizada, é um indicativo do comportamento das sementes em relação ao desempenho em campo.

Um teste de vigor deve entre outros correlacionar-se com o desempenho em campo (MCDONALD, 1980), haja vista que para o agricultor é de fundamental importância a obtenção de um estande adequado.

Considerando os resultados deste estudo, os parâmetros que representaram de forma adequada o vigor das sementes são 43°C por 24 horas e 41°C por 48 horas extratificando os genótipos em relação ao vigor sendo os genótipos Carioca Eté, Rubi, Apuã e IAC-Alvorada de menor vigor.

4.2. ALAGAMENTO

4.2.1. CARACTERIZAÇÃO DOS LOTES DE SEMENTES UTILIZADOS

As amostras de sementes apresentaram diferenças iniciais de teor de água, de até 6%, e por esta razão foram analisadas através do teste de Scott Knott a 5% separadamente para o teste de alagamento, foram divididas em dois grupos, sendo que o primeiro grupo consta de variedades com grau de umidade entre 11,3 – 13,8% (Tabelas 7a, 8a, 9a, 10 e 11a) e o segundo grupo entre 7,3 e 9,6% (Tabelas 7b, 8b, 9b, 10 e 11b), mantendo a diferença de teor de água inicial das amostras comparadas ao redor de 2%. À evidências, de acordo com Andrade (1999) que sementes com menor teor de água expressem menor qualidade após a embebição por terem sofrido danos durante a

colheita. A comparação entre amostras com teores de água próximos foi realizada levando-se em consideração que sementes com teores de umidade diferentes podem apresentar comportamento diferente em relação à embebição. De acordo com McDonald (1980) à respeito do teste de condutividade elétrica, teste que consta da análise de solutos em sementes em embebição em água, a umidade inicial e o tamanho das sementes podem afetar a taxa de lixiviação de solutos, logo o grau de umidade inicial das sementes em embebição pode afetar o resultado dos testes.

Nas Tabelas 7a e 7b encontram-se a análise de variância e teste F para genótipos, teor de água e períodos e para a interação entre estes para os genótipos que apresentaram teor inicial de água de 11,3 – 13,8% e entre 7,3 e 9,6% respectivamente. Foram observadas diferenças em relação aos genótipos e períodos, não sendo observada diferença em relação ao teor de água, sendo que de acordo com as tabelas houve interação tripla entre genótipos, quantidades de água e períodos.

Nas Tabelas 8a e 8b encontram-se os valores médios para massa de 1000 sementes, índice de velocidade de germinação, germinação e emergência de plantas.

TABELA 7a. Análise de variância e teste F para genótipos, teor de água e períodos de realização do teste de alagamento para sementes de feijão com teor inicial de água entre 11,3 e 13,8. Ilha Solteira, SP, 2009.

Variáveis	GL	SQ	QM
Genótipos (G)	10	144028,41	14402,84 *
Quantidade de água (QA)	1	363,63	363,63 ^{ns}
Períodos (P)	4	2654,41	663,60 *
G*QA	10	573,76	57,37 ^{ns}
G*P	40	7253,58	181,33 *
QA*P	4	743,18	185,79 ^{ns}
G*QA*P	40	6082,41	152,06 *
Erro	330	16684,00	50,55
Total	439	178383,41	
CV (%)	9,09		

*Significativo à 5% de probabilidade ao teste F.

TABELA 7b. Análise de variância e teste F para genótipos, teor de água e períodos de realização do teste de alagamento para sementes de feijão com teor inicial de água entre 7,3 e 9,6. Ilha Solteira, SP, 2009.

Variáveis	GL	SQ	QM
Genótipos (G)	8	166570,89	20821,36 *
Quantidades de água (QA)	1	405,34	405,34 ^{ns}
Períodos (P)	4	31541,17	7885,29 *
G*QA	8	1883,15	235,39 ^{ns}
G*P	32	14232,22	444,75 *
QA*P	4	1087,71	271,92 ^{ns}
G*QA*P	32	7871,29	245,97 *
Erro	270	23469,00	86,92
Total	359	247060,79	
CV (%)	14,99		

*Significativo à 5% de probabilidade ao teste F.

TABELA 8a. Valores médios de Massa de 1000 sementes (M 1000 sementes), índice de velocidade de germinação, primeira contagem de germinação, germinação e porcentagem de emergência de plantas em campo para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Cultivares	M 1000	Velocidade de Germinação	Primeira Contagem de Germinação	Germinação %	Emergência de Plantas
	G				
IAC Diplomata	223,5	9,6 B	96,0 B	96,0 B	94,0 B
Talismã	196,6	10,0 A	100,0 A	100,0 A	62,0 E
Colibri	206,9	10,0 A	100,0 A	100,0 A	61,5 E
Pérola	259,0	9,7 A	98,9 A	99,6 A	67,7 D
Carioca Eté	251,5	9,5 B	96,0 B	98,1 A	55,0 G
C. Precoce (L1)	230,1	9,8 A	99,9 A	100,0 A	67,0 D
Tupã	201,4	9,5 B	92,0 B	92,0 B	84,8 C
Rubi	258,3	10,0 A	99,9 A	99,9 A	49,5 H
IAC Carioca	228,7	9,8 A	98,5 A	99,5 A	60,0 F
Guará	217,2	9,5 A	97,5 A	97,9 A	97,0 A
IAC Alvorada	255,0	10,0 A	99,5 A	99,5 A	84,8 C
CV %		3,37	3,15	2,98	1,29

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com as Tabelas 8a e 8b, observa-se que houveram diferenças iniciais de qualidade entre as amostras estudadas, sendo que algumas apresentaram alto potencial de germinação evidenciado através dos testes de velocidade de germinação, primeira contagem de germinação e germinação e, no entanto, baixo potencial de emergência de plantas em campo. Sementes com alta porcentagem de germinação podem apresentar resultados diferentes de vigor, uma vez que o teste de germinação é realizado sob condições ótimas e os testes de vigor sob condições de estresse (MCDONALD 1980; COPLAND; MCDONALD 2001; HALMER 2000).

Na Tabela 8a pode-se observar que os genótipos Guará e IAC Diplomata apresentaram os maiores resultados para emergência de plântulas em campo, 97% e 94%, sendo os menores valores apresentados pelas cultivares IAC Carioca, Rubi e Carioca Eté, Talismã e Colibri, 60%, 55%, 60%, 62% e 62% respectivamente.

Na Tabela 8b verifica-se que os genótipos Horizonte e GEN C2-1-7 apresentaram os maiores resultados para emergência de plantas em campo, 97% e 93%, e os genótipos Campeiro, Apuã, Juriti e CNFC 10408 apresentaram os menores valores, 80%, 65%, 70,7% e 72% respectivamente.

TABELA 8b. Valores médios de Massa de 1000 sementes (M 1000 sementes), índice de velocidade de germinação, , primeira contagem de germinação, germinação e porcentagem de emergência de plantas para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Genótipos	M 1000	Velocidade de Germinação	Primeira Contagem de Germinação	Germinação	Emergência de Plantas
	G			%	
CNFC 10408	246,9	10,0 A	100,0 A	100,0 A	72,0 D
GEN C2-1-7	215,7	10,0 A	100,0 A	100,0 A	93,0 A
Juriti	179,2	7,5 C	53,8 D	78,8 D	70,5 D
Apuã	222,5	9,7 A	99,5 A	99,6 A	65,0 E
C. Precoce (L2)	244,3	9,2 B	90,3 C	90,3 C	86,0 B
Campeiro	253,1	9,4 B	93,8 B	93,8 B	80,0 C
Valente	231,9	10,0 A	100,0 A	100,0 A	84,0 B
Horizonte	250,2	9,8 A	99,7 A	99,7 A	97,0 A
Majestoso	237,1	10,0 A	100,0 A	100,0 A	94,0 A
CV %		3,93	2,63	2,10	3,11

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Nas Tabelas 9a e 9b observam-se os resultados obtidos para comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde e massa seca, condutividade elétrica e porcentagem de lignina das sementes. Na Tabela 9a observa-se que de forma generalizada, para as variáveis comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde e massa seca, os genótipos IAC Diplomata, IAC Carioca e Rubi apresentaram os melhores resultados e as cultivares Talismã, Colibri e IAC Alvorada os menores resultados. Os resultados apresentados corroboram com os resultados para porcentagem de emergência em campo apenas para a cultivar IAC Diplomata, diferenciada como de maior vigor, e para as cultivares Talismã e Colibri, como de menor vigor.

Na Tabela 9b para as variáveis comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde e massa seca a linhagem GEN C2-1-7 apresentou, em geral, os

maiores valores médios, os genótipos Campeiro, Valente e Majestoso apresentaram os menores valores. Também para porcentagem de emergência de plantas em campo a linhagem GEN C2-1-7 apresentou-se como mais vigorosa e o genótipo Campeiro com menos vigorosa.

Observa-se que os testes de comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde e massa seca apresentaram resultados relacionados com o teste de emergência de plantas em campo. De acordo com Vanzolini et al. (2007) o comprimento de raiz é sensível para a diferenciação de lotes de sementes e apresenta correlação com a emergência de plantas em campo.

TABELA 9a. Valores médios de comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde e massa seca, condutividade elétrica e porcentagem de lignina para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Genótipos	Comp. Raíz	Comp. Hipocótilo	Massa Verde	Massa Seca	Condutividade	Lignina
	cm	cm	G	G	$\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$	%
IAC Diplomata	12,2 B	7,50 B	7,4 B	0,62 A	236,73 A	5,0 F
Talismã	10,1 E	6,20 B	5,5 D	0,40 B	79,00 C	10,2 B
Colibri	9,3 E	6,40 B	7,8 B	0,44 B	58,85 E	5,0 F
Carioca Eté	11,9 B	5,80 B	8,6 A	0,55 A	85,83 C	8,4 C
C. Precoce (L1)	9,7 E	7,47 A	8,9 A	0,45 B	54,83 E	5,1 F
Tupã	9,2 E	6,35 B	5,2 D	0,61 A	93,58 B	12,6 A
Rubi	14,0 A	7,47 A	8,2 A	0,52 A	70,90 D	7,3 D
IAC Carioca	14,4 A	7,60 A	8,0 A	0,56 A	103,75 B	5,7 E
Guará	11,3 C	8,60 A	7,2 B	0,41 B	95,11 B	5,0 F
IAC Alvorada	10,4 D	6,27 B	6,5 C	0,60 A	82,92 C	4,9 F
CV %	4,86	13,21	8,68	19,31	9,23	2,29

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de

probabilidade.

TABELA 9b. Valores médios de comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde e massa seca, condutividade elétrica e porcentagem de lignina para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Genótipos	Comp. Raíz	Comp. Hipocótilo	Massa Verde	Massa Seca	Condutividade	Lignina
	cm		G		$\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$	%
CNFC 10408	12,0 A	6,0 B	6,7 B	0,56 B	87,23 A	5,2 F
GEN C2-1-7	13,1 A	7,2 A	9,7 A	0,57 B	83,85 A	5,8 D
Juriti	5,3 B	6,5 B	5,1 C	1,06 A	74,41 A	7,4 B
Apuã	12,0 A	5,7 C	7,0 B	0,52 B	72,22 A	4,9 F
C. Precoce (L2)	12,5 A	7,3 A	7,7 B	0,48 B	78,70 A	4,6 F
Campeiro	9,4 A	4,6 C	5,0 C	0,50 B	47,44 C	13,0 A
Valente	11,2 A	4,8 C	3,6 D	0,32 B	63,37 B	6,3 C
Horizonte	11,4 A	5,1 C	7,2 B	0,60 B	36,03 C	4,3 G
Majestoso	12,7 A	4,8 C	6,0 C	0,52 B	61,36 B	5,5 E
CV %	12,68	9,39	12,21	21,45	12,72	1,810

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

4.2.2.RESULTADOS DO TESTE DE ALAGAMENTO

De acordo com os valores médios obtidos para condutividade elétrica na Tabela 9a, os genótipos IAC Diplomata, Tupã, IAC Carioca e Guará apresentaram os maiores valores, 239,59, 93,46, 103,71, 94,94 e 93,49 $\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, indicando menor vigor, e os genótipos Colibri, Carioca Precoce (lote 1) e Rubi apresentaram os menores valores, 58,81, 54,84 e 70,59 $\mu\text{s cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente, porém deve-se atentar ao efeito de genótipos já ressaltado por Panobianco e Vieira (1996). Para os resultados observados para porcentagem de lignina, os genótipos IAC Diplomata e Tupã apresentaram maiores valores e os genótipos Pérola, IAC Carioca e Guará apresentaram os menores resultados.

O teste de condutividade elétrica, entre outros fatores, é influenciado por características genotípicas (PANOBIANCO; VIEIRA, 1996), pelo teor inicial de água

(VIEIRA et al. 2002) e pelo teor de lignina das sementes (PANOBIANCO et al. 1999). Neste estudo as amostras foram separadas em dois grupos de acordo com a umidade inicial, logo eliminamos os efeitos deste fator, no entanto, estão sendo comparados resultados de amostras de genótipos diferentes e com porcentagem de lignina diferentes, fatores que podem ter influenciado o resultado do teste de condutividade elétrica.

De acordo com Panobianco et al. (1999) a relação entre o resultado de condutividade elétrica e de porcentagem de lignina é inversamente proporcional, sendo que amostras com maiores resultados de condutividade elétrica podem apresentar menor porcentagem de lignina. De acordo com os resultados apresentados na Tabela 9a os genótipos IAC Carioca, Guará, Tupã e IAC Diplomata apresentaram os maiores valores para condutividade elétrica sendo que os genótipos Tupã e IAC Diplomata apresentaram maiores valores de lignina e IAC Carioca e Guará corroboram com Panobianco et al. (1999), no entanto, as cultivares IAC Diplomata e Tupã apresentam altos valores para as duas características. Este fato deve-se à coloração do tegumento destas cultivares, que é preto, influenciando os resultados de condutividade elétrica e porcentagem de lignina (PANOBIANCO; VIEIRA, 1997; SANTOS et al. 2007), embora Vanzolini e Nakagawa (1998) não tenham observado diferença entre os resultados de condutividade elétrica entre os cultivares de amendoim que apresentavam coloração de tegumento diferente.

Bay et al. (1995) analisando a composição química do tegumento de sementes de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) encontraram diferenças entre genótipos quanto ao conteúdo de hemicelulose, celulose e lignina, relacionando a composição do tegumento à sua coloração, observando-se maior conteúdo de lignina em genótipos de tegumentos escuros, comparados àqueles de coloração clara. Estas considerações corroboram com este estudo, no entanto não foi possível correlacionar a coloração do tegumento com os resultados do teste de alagamento.

Na Tabela 9b os genótipos CNFC 10408, GEN C2-1-7, Juriti, Apuã, e Majestoso apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica e os genótipos Campeiro, Valente, Horizonte e Carioca Precoce (lote 2) os menores valores. Também para estas amostras o resultados de condutividade elétrica e porcentagem de lignina apresentaram relação inversamente proporcional (PANOBIANCO et al. 1999), com exceção do genótipo Juriti que apresentou $73,5 \mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ e 7,4% de lignina. O genótipo Campeiro possui tegumento de coloração preta e apresentou $47,44 \mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ e 13,0% de lignina, teor de lignina considerado alto em relação aos demais genótipos que se justificam devido à coloração do tegumento (SANTOS et al. 2007).

Nas tabelas 10a e 10b são apresentados os teores de água das sementes das amostras antes e após exposição ao teste.

Como já relatado neste estudo o teor inicial de água entre as sementes das amostras utilizadas variou entre 7,3 e 14,0%.

Santos et al. (2007) observaram embebição de até 14,4% para soja com tegumento ^{beje} e 15,6% para soja com tegumento amarelo, ambas da cultivar Embrapa 48, nas primeira 3 horas de embebição em água e de até 84,99% e 87,01% respectivamente após 24 horas. As amostras deste estudo aumentaram de 46,68 a 60,55% o teor de água nas primeiras 4 horas, e o teor de umidade das sementes atingiu de 59,50% à 63,15% após 30 horas de exposição ao teste. Ainda de acordo com os autores as cultivares de soja de tegumento de cor ^{beje} apresentaram uma menor porcentagem de embebição. De acordo com os resultados para porcentagem de embebição obtidos neste estudo não foram observadas diferenças entre porcentagem de embebição e coloração do tegumento.

Custódio et al. (2002) observaram aumento de 52,4% para o lote A e 51,3% para o lote B de feijão da cultivar Pérola, após 8 horas de embebição e 57,7% e 59,5%, respectivamente após 48 horas.

TABELA 10a. Teor de água de sementes de feijão após exposição a 5 períodos e 50mL de água ao teste de alagamento, Ilha Solteira, SP, 2009.

Cultivares	Umidade	50 mL				
	Inicial	4 h	12 h	16 h	24 h	30 h
IAC Diplomata	13,3	51,66	63,65	60,96	60,38	59,50
CNFC 10408	8,7	54,35	57,67	57,28	60,23	60,84
GEN C2-1-7	9,0	55,67	58,23	54,50	60,20	58,93
Juriti	9,5	62,14	63,54	65,84	71,64	62,69
Talismã	11,4	54,73	58,43	57,12	59,87	58,80
Colibri	11,8	54,55	56,87	57,56	61,35	61,20
Apuã	7,3	60,32	61,87	59,54	59,06	60,15
Pérola	14,0	48,97	60,15	60,80	60,23	61,13
Carioca Eté	11,9	53,42	55,78	57,14	59,90	60,86
C. Precoce (L1)	12,2	55,48	61,70	60,67	60,85	60,86
Tupã	12,5	56,08	61,99	62,95	63,21	59,54
Rubi	12,0	44,23	57,36	57,25	60,16	59,78
IAC Carioca	13,3	46,73	51,34	57,76	58,16	60,60
Guará	13,8	60,55	62,62	59,46	59,08	63,15
C. Precoce (L2)	7,3	59,78	65,72	64,89	68,87	63,05
Campeiro	9,5	41,38	41,56	61,32	60,93	62,41
Valente	9,0	47,27	61,20	60,61	60,16	60,05
Horizonte	8,0	49,85	64,65	60,75	61,29	62,23
Majestoso	8,0	36,68	52,23	57,65	58,05	60,12
IAC Alvorada	13,8	56,90	65,22	63,48	61,70	61,21

TABELA 10b. Teor de água de sementes de feijão após exposição a 5 períodos e 75mL de água ao teste de alagamento, Ilha Solteira, SP, 2009.

Cultivares	Umidade	75 mL				
	Inicial	4 h	12 h	16 h	24 h	30 h
IAC Diplomata	13,3	59,30	63,10	60,90	58,20	59,82
CNFC 10408	8,7	54,35	56,58	58,26	59,96	61,62
GEN C2-1-7	9,0	52,76	57,88	57,90	57,72	60,60
Juriti	9,5	62,37	61,45	65,04	65,27	58,52
Talismã	11,4	51,62	56,34	57,17	58,0	59,78
Colibri	11,8	52,21	54,75	57,43	58,63	60,78
Apuã	7,3	52,81	61,93	62,13	61,25	66,53
Pérola	14,0	43,03	45,64	55,37	60,25	52,68
Carioca Eté	11,9	52,55	55,83	57,62	59,78	61,34
C. Precoce (L1)	12,2	53,43	61,86	61,72	61,98	66,06
Tupã	12,5	58,58	62,69	62,01	61,39	69,50
Rubi	12,0	46,28	54,46	56,27	57,90	59,83
IAC Carioca	13,3	46,33	47,87	57,36	60,43	55,37
Guará	13,8	56,61	64,83	59,22	61,83	55,96
C. Precoce (L2)	7,3	58,15	64,23	63,25	59,92	61,55
Campeiro	9,5	42,90	48,64	60,50	59,94	55,83
Valente	9,0	42,81	45,16	60,89	60,13	60,55
Horizonte	8,0	48,03	44,77	58,73	60,35	51,94
Majestoso	8,0	29,80	35,58	57,75	61,22	56,31
IAC Alvorada	13,8	58,22	65,29	64,25	60,71	61,43

Na Figura 1 encontra-se a curva de embebição para os genótipos de feijão em função do tempo de exposição ao teste de alagamento.

Observa-se a fase inicial da embebição, que apresentou dois estágios, o primeiro onde observa-se rápida absorção de água ocorrido nas primeiras 4 horas de realização do teste onde as sementes apresentaram entre 37 e 61% de teor de água de acordo com o genótipo e o segundo percebido até 12 horas onde as sementes apresentaram entre 41 e 63% de teor de água. A segunda fase de embebição foi observada a partir de 12 horas de exposição ao teste, caracterizada pelo metabolismo ativo e aparente inalteração no teor de umidade das sementes (BEWLEY; BLACK, 1985; SIMON, 1984; HADAS, 1984). A terceira fase que é caracterizada principalmente pela emissão da radícula e não foi

observada neste estudo para genótipos de feijão sob exposição ao teste de alagamento pelo período de 30 horas.

Rosseto et al. (1997) observaram o início da fase três para sementes de soja após o período de 42 e 48 horas através da emissão da raiz primária, no entanto estes autores utilizaram a técnica do substrato umedecido para avaliar a absorção. Custódio et al. (2002) observaram para sementes de feijão submetidas ao teste de alagamento estabilização do teor de umidade das sementes com valores próximos à 58% após 48 horas de exposição ao teste, indicando que a submersão das sementes pode comprometer o processo de germinação.

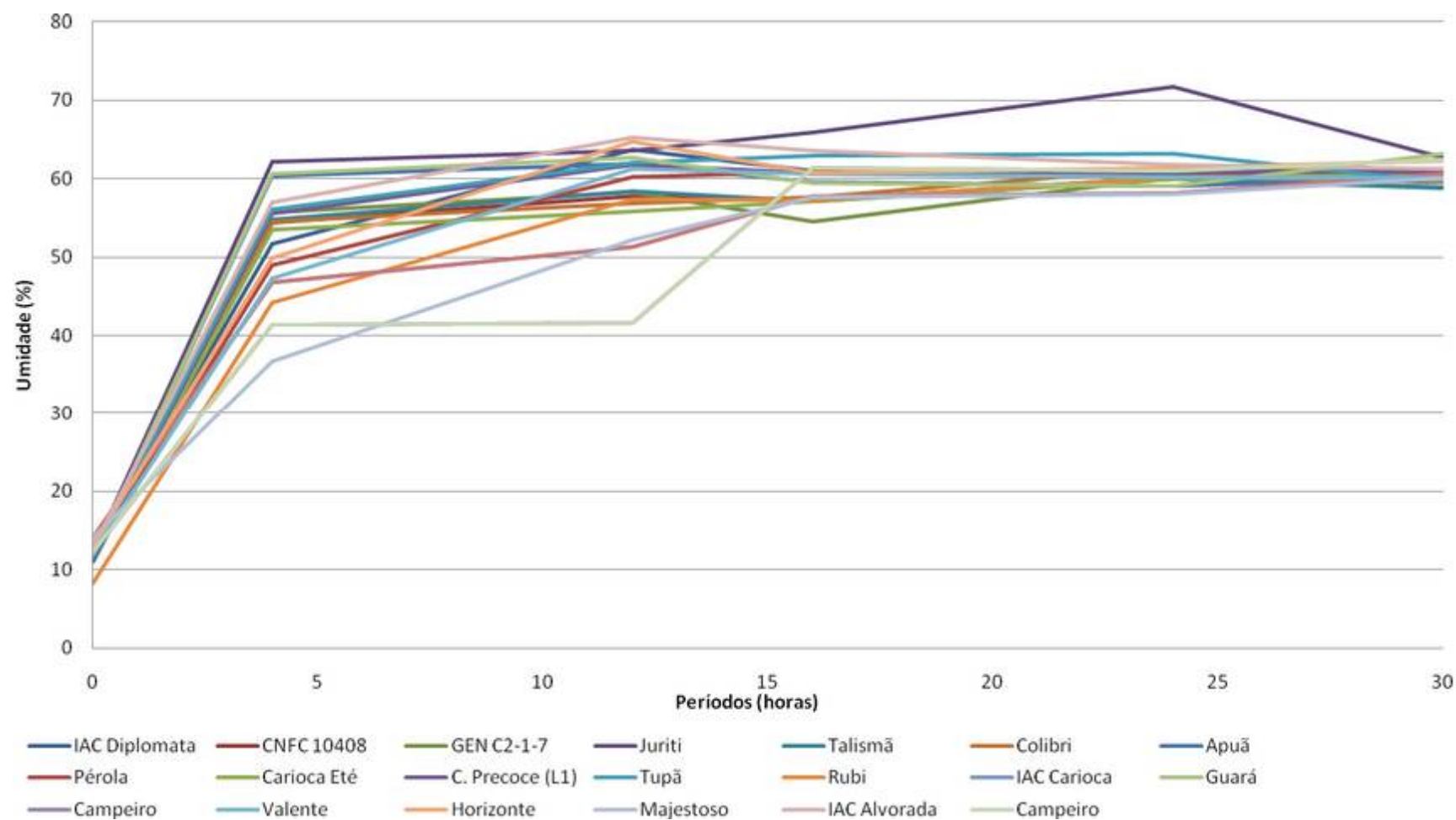


Figura 1. Curva de embebição de sementes de genótipos de feijão. Ilha Solteira-SP, 2009.

4.2.2. RESULTADOS DO TESTE DE ALAGAMENTO

Quanto ao teste de alagamento as amostras diferiram quando expostas às diferentes condições. Na Tabela 11 são apresentados os resultados para os genótipos que apresentaram umidade inicial entre 11,3 – 14,0% e na Tabela 12 os resultados para os genótipos que apresentaram umidade inicial entre 7,3 – 9,6%.

TABELA 11. Desdobramento das interações para o teste de alagamento entre quantidades de água x períodos x genótipos para sementes de feijão com teor inicial de água entre 11,3 e 14,0%, Ilha Solteira, SP, 2009.

Cultivares	50 mL				
	4 h	12 h	16 h	24 h	30 h
	%				
IAC Diplomata	95,25 A	95,05 A	98,00 A	98,50 A	96,50 A
Talismã	80,00 B	81,50 B	74,50 B	82,50 B	84,00 B
Colibri	94,40 A	97,25 A	92,00 A	94,30 A	96,00 A
Carioca Eté	37,00 D	54,00 C	24,00 E	48,00 D	44,00 D ⁽¹⁾
C. Precoce (L1)	96,10 A	96,13 A	90,00 A	91,90 A	97,00 A
Pérola	79,50 B	82,50 B	77,00 B	82,50 B	82,00 B
Tupã	56,00 C	38,00 D	47,50 D	33,50 E	34,00 D ⁽²⁾
Rubi	82,00 B	72,00 B	58,50 C	74,00 C	73,00 C ⁽³⁾
IAC Carioca	61,00 C	89,10 A	69,50 B	69,50 C	73,00 C ⁽⁴⁾
Guará	90,40 A	91,00 A	86,50 A	93,35 A	86,00 B
IAC Alvorada	92,15 A	91,50 A	90,00 A	89,65 A	81,50 B
	75 mL				
IAC Diplomata	96,65 A	96,68 A	99,50 A	99,50 A	96,55 A
Talismã	81,50 B	77,00 B	75,00 B	85,00 A	83,50 C
Colibri	99,90 A	97,83 A	97,50 A	97,80 A	97,80 A
Carioca Eté	74,00 B	38,00 D	38,00 D	33,50 D	50,50 D ⁽⁵⁾
C. Precoce (L1)	96,70 A	96,68 A	96,50 A	93,15 A	91,00 A
Pérola	80,50 B	75,50 B	70,50 C	77,50 B	84,00 B
Tupã	53,00 C	50,00 C	47,00 D	50,00 C	31,50 E ⁽⁶⁾
Rubi	86,50 A	75,50 B	68,00 C	67,50 B	70,00 C ⁽⁷⁾
IAC Carioca	76,50 B	77,50 B	60,00 C	69,50 B	82,50 B ⁽⁸⁾
Guará	95,05 A	95,25 A	95,00 A	96,30 A	83,00 C
IAC Alvorada	93,50 A	93,00 A	84,00 B	92,30 A	95,70 A
	(1)y=39,92-0,16x+0,01x ² (R ² =4,42)		(2)y=61,24-1,72x+0,03x ² (R ² =74,96)		
	(3)y=92,05-2,87x+0,08x ² (R ² =61,07)		(4)y=57,27+2,18x-0,06x ² (R ² =24,63)		
	(5)y=97,54-6,72x+0,17x ² (R ² =97,02)		(6)y=49,46+0,67x-0,04x ² (R ² =75,11)		
	(7)y=96,13-2,53x+0,05x ² (R ² =97,38)		(8)y=87,92-2,57x+0,08x ² (R ² =53,62)		

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 11, os genótipos IAC Diplomata, Colibri e Carioca Precoce (Lote 1) apresentaram maior qualidade fisiológica e os genótipos Carioca Eté e Tupã, menor qualidade e os genótipos restantes como de qualidade intermediária, tanto

com a realização do teste com 50 mL de água quanto com 75 mL de água, já que o fator teor de água para realização do teste não apresentou diferenças estatísticas neste estudo.

De acordo com a Tabela 12, de forma geral, os genótipos GEN C2-1-7, Apuã e Horizonte apresentaram qualidade superior.

TABELA 12. Desdobramento das interações para o teste de alagamento entre quantidades de água x períodos x genótipos para sementes de feijão com teor inicial de água entre 73 e 9,6%, Ilha Solteira, SP, 2009.

Cultivares	50 ml				
	4 h	12 h	16 h	24 h	30 h
	%				
CNFC 10408	88,75 A	71,00 B	89,00 A	69,50 B	46,00 B
GEN C2-1-7	94,00 A	89,55 A	71,00 B	85,00 A	73,50 A
Juriti	33,00 B	41,00 D	16,50 D	13,00 D	10,50 D(1)
Apuã	78,70 A	88,30 A	77,50 A	76,00 B	77,50 A
C. Precoce (L2)	42,00 B	50,50 D	17,00 D	08,00 D	04,00 D(2)
Campeiro	86,40 A	83,50 A	62,00 B	67,00 B	51,00 B(3)
Valente	78,90 A	63,00 C	62,50 B	55,00 C	51,50 B(4)
Horizonte	87,35 A	94,60 A	82,50 A	85,50 A	62,50 A(5)
Majestoso	79,95 A	73,00 B	43,00 C	48,00 C	27,50 C(6)
	75 mL				
CNFC 10408	71,00 B	60,50 C	70,50 B	67,05 B	71,50 B
GEN C2-1-7	96,00 A	87,60 A	90,00 A	82,74 A	80,00 A
Juriti	51,50 C	40,50 D	19,00 D	17,50 C	24,00 D(7)
Apuã	94,50 A	87,50 A	78,10 A	85,07 A	86,50 A
C. Precoce (L2)	35,50 D	32,50 D	14,50 D	12,00 C	23,00 D(8)
Campeiro	84,50 B	85,60 A	71,00 B	59,50 B	71,00 B(9)
Valente	63,50 C	74,50 B	63,00 B	66,70 B	40,75 C(10)
Horizonte	91,50 A	94,60 A	80,60 A	81,45 A	40,70 C(11)
Majestoso	83,00 B	69,00 B	54,00 C	59,10 B	38,20 C(12)
	(1) $y=39,41-0,76x-0,09x^2$ ($R^2=66,96$)		(2) $y=51,92-1,30x-0,01x^2$ ($R^2=75,23$)		
	(3) $y=93,55-1,38x+0,001x^2$ ($R^2=80,97$)		(4) $y=85,42-2,02x+0,03x^2$ ($R^2=97,61$)		
	(5) $y=81,04+1,76x-0,08x^2$ ($R^2=82,20$)		(6) $y=88,35-2,10x+0,005x^2$ ($R^2=83,14$)		
	(7) $y=68,82-4,10x+0,08x^2$ ($R^2=86,21$)		(8) $y=48,88-2,90x+0,06x^2$ ($R^2=67,97$)		
	(9) $y=94,86-1,89x+0,03x^2$ ($R^2=62,28$)		(10) $y=54,55+2,56x-0,09x^2$ ($R^2=80,81$)		
	(11) $y=83,01+2,25x-0,12x^2$ ($R^2=88,40$)		(12) $y=89,59-1,96x+0,01x^2$ ($R^2=85,95$)		

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de

probabilidade.

Na Tabelas 11 e 12 também encontram-se os desdobramentos entre as interações genótipos e períodos de exposição ao teste de alagamento para os genótipos que apresentaram teor de água superior e inferior, respectivamente. Observa-se que para alguns genótipos ocorreram interação significativa com os períodos e quantidades de água com os dados ajustando-se a uma função quadrática com redução da porcentagem de germinação após o período de 12-20 horas de exposição ao teste, apresentando aumento de germinação após 30 horas, isto pode ser devido ao fato de que as mitocôndrias em sementes secas no início do processo de imersão não possuem nenhum sistema organizado de membranas e a recuperação estrutural ocorre como produto da hidratação que permite que a mitocôndria se torne mais eficiente na fosforilação oxidativa (SIMON, 1984). Assim é de se supor que mesmo com um embebição mais rápida, alguns genótipos teriam a capacidade de recuperar o seu sistema de reorganização de membranas e assim serem menos sensíveis aos danos causados pela rápida hidratação.

Nas Tabelas 13 e 14 são apresentados os resultados de correlação linear para as variedades que apresentaram teor inicial de água superior e inferior, respectivamente, em relação ao teste de alagamento e às variáveis velocidade de germinação, germinação, emergência de plântulas, condutividade elétrica, porcentagem de lignina, comprimento de hipocótilo, comprimento de raiz, massa verde e massa seca.

TABELA 13. Coeficientes de correlação linear entre o teste de alagamento, velocidade de germinação (VG), germinação (G), emergência de plantas (EM), condutividade elétrica (CE), teor de lignina (LIG), comprimento de radícula (CR), comprimento de hipocótilo (CH), massa verde (MV) e massa seca (MS), para sementes com teor inicial de água entre 11,3 e 13,8%. Ilha Solteira, SP, 2009.

Quantidade de água	Períodos	VG	G	EM	CE	LIG	CR	CH	MV	MS
50 mL	4 h	0,31*	0,17	0,34*	0,04	-0,57**	-0,19	0,25	0,06	-0,20
	12 h	0,36**	0,29*	0,16	0,06	-0,76**	-0,02	0,29*	0,21	-0,28
	16 h	0,33*	0,17	0,46**	0,24	-0,63**	-0,21	0,32*	0,01	-0,19
	24 h	0,38**	0,29**	0,31*	0,19	-0,73**	-0,02	0,31*	0,18	-0,21
	30 h	0,46**	0,37**	0,16	0,10	-0,68**	-0,09	0,34*	0,26	-0,20
75 mL	4 h	0,41**	0,35**	0,11	-0,01	-0,63**	-0,14	0,19	0,24	-0,24
	12 h	0,40**	0,28	0,37**	0,11	-0,69**	-0,21	0,30*	0,84	-0,30*
	16 h	0,25	0,14	0,42**	0,21	-0,60**	-0,27	0,36**	0,04	-0,22
	24 h	0,32*	0,20	0,47**	0,23	-0,61**	-0,24	0,36**	-0,03	-0,23
	30 h	0,45**	0,35**	0,17	0,11	-0,77**	-0,04	0,20	0,22	-0,20

**, *, significativo ao teste t à 1 e 5% de probabilidade respectivamente.

TABELA 14. Coeficientes de correlação linear entre o teste de alagamento, velocidade de germinação (VG), germinação (G), emergência de plantas (EM), condutividade elétrica (CE), teor de lignina (LIG), comprimento de radícula (CR), comprimento de hipocótilo (CH), massa verde (MV) e massa seca (MS), de sementes de feijão com teor inicial de água entre 7,3 e 9,6%. Ilha Solteira, SP, 2009.

Quantidade de água	Períodos	VG	G	EM	CE	LIG	CR	CH	MV	MS
50 mL	4 h	0,69**	0,74**	0,28	-0,25	0,08	0,49**	-0,27	0,18	-0,41**
	12 h	0,60**	0,55**	0,35*	-0,38*	0,09	0,40*	-0,25	0,34*	-0,21
	16 h	0,60**	0,69**	0,03	-0,14	0,03	0,35*	-0,28	0,10	-0,33*
	24 h	0,61**	0,69**	0,22	-0,25	0,12	0,40*	-0,36*	0,22	-0,25
	30 h	0,54**	0,62**	0,04	-0,19	-0,11	0,36*	-0,29	0,19	-0,28
75 mL	4 h	0,43**	0,53**	0,20	-0,21	0,02	0,28	-0,28	0,28	-0,08
	12 h	0,50**	0,56**	0,31*	-0,47**	-0,01	0,31	-0,42*	0,12	-0,28
	16 h	0,61**	0,70**	0,22	-0,20	-0,11	0,41	-0,33**	0,24	-0,31
	24 h	0,62**	0,75**	0,17	-0,21	-0,05	0,47**	-0,35*	0,19	-0,27
	30 h	0,44**	0,46**	-0,26	0,14	0,17	0,30	-0,05	0,27	-0,24

**, *, significativo ao teste t à 1 e 5% de probabilidade respectivamente.

Entre os genótipos que apresentaram teor inicial de água inferior no início do teste não foi observada correlação negativa com o teor de lignina como foi observado para os genótipos que apresentaram teor de água superior no início do teste. Este fato pode ser explicado de acordo com Marcos Filho et al. (1984), sendo que muitas vezes a correlação linear pode levar à considerações incorretas por apresentar tendências de variação comparáveis entre si.

A realização do teste com 50 mL de água pelo período de 4 horas e com 75 mL de água pelo período de 12 horas apresenta correlação linear com maior número de testes, tanto com 50 mL de água quanto com 75 mL de água, além de apresentar correlação linear positiva com a emergência de plântulas em campo e estratificar de melhor forma as variedades em níveis de vigor.

O parâmetro que melhor caracterizou os lotes de sementes em relação ao vigor possibilitou a extratificação em três níveis sendo os mais vigorosos IAC Diplomata, Colibri, Carioca Precoce (lote 1), Guará, IAC Alvorada, GEN C2-1-7, Apuã, Campeiro e Horizonte, os lotes de vigor intermediário foram Talismã, Rubi, IAC Carioca, CNFC 10408, Majestoso, Valente, e os lotes de menor vigor foram Carioca Eté, Tupã, Juriti, Carioca Precoce (lote 2).

4.3. DETERIORAÇÃO CONTROLADA

4.3.1. CARACTERIZAÇÃO DOS LOTES DE SEMENTES UTILIZADOS

Na Tabela 15 observa-se através da análise de variância e teste F que houveram diferenças entre genótipos, grau de umidade inicial e períodos e a interação entre estes fatores, não sendo observadas diferenças significativas entre as temperaturas estudadas.

TABELA 15. Análise de variância e teste F para genótipos, temperaturas, umidades, períodos e a interação entre estes fatores para realização do teste de deterioração controlada para sementes de feijão. Ilha Solteira, SP, 2009.

Causas de Variação	GL	SQ	QM
Genótipos	19	118116.18	6216.64 *
Temperaturas	1	308.00	308.00 ^{ns}
Umidades	2	6331.13	3165.57 *
Períodos	3	50777.07	16925.69 *
Genótipos*temperaturas	19	15782.34	830.65 *
Genótipos*Umidades	38	10875.01	286.18 *
Genótipos*períodos	57	37958.79	665.94 *
Temperaturas*Umidades	2	1419.20	709.60 *
Temperaturas*Períodos	3	226.89	75.63 ^{ns}
Umidades*Períodos	6	4072.67	678.78 *
Erro	1769	126092.12	71.279
Total	1919	371959.42	

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 16 observam-se os valores médios de massa de 1000 sementes, teor de água, índice de velocidade de germinação, primeira contagem de germinação, germinação e condutividade elétrica. O genótipo Carioca Eté apresentou os menores resultados para índice de velocidade de germinação, primeira contagem de germinação e germinação, no entanto, observou-se para esta cultivar condutividade elétrica de 70,9 $\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$. Genótipos que apresentaram qualidade semelhante pelo teste de germinação diferiram em relação ao teste de condutividade elétrica, caracterizando dessa forma o efeito do genótipo já evidenciado em soja por Panobianco e Vieira (1996).

TABELA 16. Valores médios de Massa de 1000 sementes (M 1000), teor de água, índice de velocidade de germinação, primeira contagem de germinação, germinação e condutividade elétrica para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Variedades	M 1000	Teor de água	Índice de Velocidade de Germinação	Primeira Contagem de Germinação	Germinação	Condutividade Elétrica
	g	%			%	$\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$
LP 0492	188,6	12,0	10,0 A	100,0 A	100,0 A	85,8 C
Z-22	216,5	11,2	10,0 A	100,0 A	100,0 A	78,5 D
LP 0202	215,0	11,8	9,9 A	99,5 A	99,5 A	75,4 D
MAI-25	211,7	12,2	10,0 A	100,0 A	100,0 A	94,9 C
Guara	230,8	10,7	10,0 A	100,0 A	100,0 A	87,2 C
GEN C2-1-7	215,3	11,5	10,0 A	100,0 A	100,0 A	236,6 A
IAC Alvorada	247,9	11,8	10,0 A	100,0 A	100,0 A	78,9 D
IAC Diplomata	208,7	12,2	9,7 A	99,5 A	99,5 A	58,8 F
Juriti	176,3	11,6	10,0 A	100,0 A	100,0 A	72,2 E
Talismã	196,6	11,5	10,0 A	100,0 A	100,0 A	69,5 E
Pérola 1	259,0	13,7	9,5 B	98,0 B	99,3 B	54,8 F
Carioca Eté	255,9	11,6	9,2 C	96,0 C	98,0 C	70,9 E
Carioca Precoce	230,1	12,3	9,9 A	99,5 A	100,0 A	70,6 E
Tupã	254,7	12,4	10,0 A	100,0 A	100,0 A	103,7 B
Rubi	258,3	11,9	9,8 A	99,5 A	99,5 A	76,3 D
IAC Carioca	220,2	13,4	9,6 B	98,0 B	99,0 B	81,8 D
Pérola 2	220,6	10,0	10,0 A	100,0 A	100,0 A	103,3 B
GEN C8-4-3	232,9	10,1	10,0 A	100,0 A	100,0 A	76,1 D
GEN C2-1-1	207,1	10,6	9,9 A	99,5 A	100,0 A	91,1 C
CNFC 10470	233,5	11,4	10,0 A	100,0 A	100,0 A	70,4 E
CV %	--	--	1,42	1,11	0,51	7,09

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Os resultados de condutividade elétrica variaram de 70,4 a 236,6 $\mu\text{s cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, sendo os maiores valores apresentados pela linhagem GEN C2-1-7 e pelas cultivares Tupã e Pérola Lote 2.

Na Tabela 17 observam-se os valores médios para comprimento de hipocótilo, comprimento de raiz, massa verde e massa seca, e porcentagem de emergência de plantas.

O genótipo Z-22 apresentou os maiores resultados para comprimento de hipocótilo, comprimento de radícula e massa seca, embora não tenha apresentado maior massa de 1000 sementes. Como o comprimento de radícula e de hipocótilo e a massa de matéria seca podem estar relacionados com a massa de sementes, é de se esperar que sementes com maior massa possam apresentar maior transferência de massa transformada para a plântula em formação.

Observa-se redução na germinação após o período de deterioração controlada com aumento da umidade inicial das sementes, fato que se torna evidente na Figura 2.

Na Figura 2 encontra-se o desdobramento das interações entre genótipos e umidade inicial das sementes no teste de deterioração controlada. Pode-se observar através do desdobramento que os genótipos que apresentaram interação significativa em relação à umidade inicial apresentaram resultados que se ajustaram à equações lineares negativas.

Na Figura 3 observa-se o desdobramento das interações entre genótipos e períodos de exposição ao teste sendo evidenciadas reduções de germinação com aumento do período de exposição com ajuste dos dados à funções quadráticas.

TABELA 17. Valores médios de comprimento de hipocótilo, comprimento de raiz, massa verde e massa seca, e porcentagem de emergência de plântulas, Ilha Solteira, SP, 2009.

Variedades	Comprimento de Hipocótilo	Comprimento de Raiz	Massa Verde	Massa Seca	Emergência de Plântulas
	Cm	Cm	G	G	%
LP 0492	5,30 B	9,82 E	6,79 D	0,38 B	75,0 D
Z-22	8,32 A	15,90 A	9,82 A	0,59 A	81,5 A
LP 0202	6,15 B	11,39 D	7,44 C	0,53 A	82,5 A
MAI-25	5,46 B	10,76 D	6,16 D	0,37 B	75,0 B
Guara	8,05 A	14,52 B	10,06 A	0,67 A	76,5 B
GEN C2-1-7	7,22 A	13,11 C	9,71 A	0,57 A	70,0 C
IAC Alvorada	6,74 B	12,16 C	7,33 C	0,40 B	72,5 C
IAC Diplomata	7,85 A	14,95 B	7,23 C	0,38 B	63,0 E
Juriti	6,20 B	10,10 E	5,53 D	0,40 B	62,0 E
Talismã	6,36 B	9,31 F	7,84 C	0,44 B	61,5 E
Pérola 1	7,50 A	12,78 C	10,24 A	0,60 A	67,3 D
Carioca Eté	5,82 B	11,95 C	8,62 B	0,55 A	55,0 F
Carioca Precoce	7,47 A	9,70 E	8,85 B	0,45 B	66,5 D
Tupã	5,49 B	7,47 G	6,14 C	0,33 B	55,0 F
Rubi	6,53 B	14,02 B	8,23 C	0,52 A	49,5 G
IAC Carioca	7,60 A	14,40 B	8,09 C	0,56 A	60,0 E
Pérola 2	6,55 B	8,78 F	7,68 C	0,39 B	69,1 D
GEN C8-4-3	6,79 B	9,76 E	8,34 C	0,54 A	87,5 A
GEN C2-1-1	7,83 A	12,82 C	9,95 A	0,56 A	75,5 B
CNFC 10470	6,22 B	9,16 F	7,30 C	0,44 B	75,7 B
CV %	11,61	1,111	9,24	14,96	4,59

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

4.3.2.RESULTADOS DO TESTE DE DETERIORAÇÃO CONTROLADA

Na Tabela 18 observam-se os resultados do teste deterioração controlada conduzido à 37°C, para sementes de genótipos de feijão pelos períodos de 0, 2, 3 e 4 dias. Na Tabela 19 observam-se os resultados do teste deterioração controlada conduzido à 40°C, para sementes de genótipos de feijão pelos períodos de 0, 2, 3 e 4 dias.

Observa-se que a linhagem LP 02-92 apresentou os maiores valores de germinação após o teste de deterioração controlada e que a cultivar Carioca Eté apresentou os menores valores de germinação, de forma geral, em todos os parâmetros estudados.

Na Figura 4 observa-se o desdobramento das interações entre umidade inicial das sementes e períodos de exposição ao teste sendo evidenciada maior redução na germinação nos maiores períodos e maiores teores iniciais de água, logo a maior redução na germinação foi obtida com teor de umidade de 24% pelo período de 4 dias

TABELA 18. Desdobramento das interações obtidas no teste deterioração controlada a temperatura de 37°C x umidade inicial de sementes x genótipos, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Variedades	37°C											
	16%				20%				24%			
	0 dias	2 dias	3 dias	4 dias	0 dias	2 dias	3 dias	4 dias	0 dias	2 dias	3 dias	4 dias
	%											
LP 0492	96,6 A	99,5 A	99,5 A	98,2 A	100,0 A	99,5 A	92,4 A	85,0 B	99,5 A	98,9 A	94,8 A	98,9 A
Z-22	99,3 A	96,7 A	99,5 A	93,4 A	98,2 A	98,9 A	94,1 A	99,7 A	98,2 A	99,5 A	99,3 A	90,0 B
LP 0202	99,7 A	99,5 A	97,8 A	97,2 A	95,7 A	100,0 A	92,1 A	69,5 C	98,7 A	99,5 A	90,7 A	47,0 D
MAI-25	95,7 A	95,7 A	94,0 A	87,5 B	97,5 A	96,1 A	82,8 B	21,5 E	98,2 A	92,3 A	74,2 C	62,0 C
Guara	97,2 A	96,1 A	94,9 A	99,3 A	98,2 A	80,7 B	81,3 B	95,3 A	98,0 A	82,7 B	85,5 B	85,5 B
GEN C2-1-7	98,5 A	95,7 A	98,5 A	83,4 B	99,0 A	97,4 A	80,8 B	84,7 B	98,0 A	97,8 A	84,0 B	92,6 A
IAC Alvorada	92,7 A	83,8 B	83,6 B	55,1 D	83,6 A	52,0 C	69,0 C	79,0 B	83,5 B	81,6 B	37,9 E	59,1 C
IAC Diplomata	94,5 A	94,9 A	95,6 A	97,1 A	94,5 A	91,2 A	93,6 A	83,0 B	96,1 A	97,8 A	94,1 A	61,6 C
Juriti	99,3 A	90,7 B	97,1 A	70,9 C	99,5 A	98,5 A	83,5 B	59,6 D	98,5 A	81,5 B	82,2 B	85,1 B
Talismã	99,0 A	99,5 A	93,9 A	99,5 A	99,3 A	80,7 B	93,2 A	89,7 A	99,9 A	82,7 B	62,0 D	91,0 A
Pérola 1	97,7 A	88,8 B	95,7 A	83,8 B	97,4 A	94,1 A	85,6 B	88,5 A	93,5 A	90,5 A	87,0 B	91,4 A
Carioca Eté	85,5 A	85,9 B	95,6 A	69,5 C	90,7 A	96,6 A	92,1 A	53,5 D	88,7 B	55,0 D	61,1 D	63,2 C
Carioca Precoce	99,7 A	73,1 C	83,2 B	85,1 B	97,0 A	82,7 B	89,8 A	95,7 A	98,7 A	72,0 C	79,1 C	92,8 A
Tupã	98,5 A	58,7 D	80,7 B	94,7 A	98,7 A	88,5 B	76,8 C	51,5 D	96,7 A	97,8 A	84,3 B	80,2 B
Rubi	95,9 A	89,1 B	82,9 B	69,5 C	97,4 A	91,1 A	83,1 B	79,2 B	98,7 A	95,7 A	86,8 B	91,8 A
IAC Carioca	98,2 A	96,3 A	98,7 A	91,3 A	99,5 A	96,7 A	92,4 A	86,5 B	97,8 A	99,5 A	99,3 A	88,8 B
Pérola 2	100,0 A	98,2 A	99,9 A	97,6 A	99,5 A	99,3 A	100,0 A	71,7 C	99,9 A	97,6 A	84,5 B	88,2 B
GEN C8-4-3	98,2 A	99,9 A	87,5 B	99,9 A	99,9 A	94,1 A	92,2 A	98,2 A	99,7 A	99,3 A	88,5 A	99,3 A
GEN C2-1-1	99,9 A	99,5 A	98,2 A	93,9 A	99,7 A	89,3 B	96,5 A	98,2 A	99,9 A	71,7 C	94,8 A	98,5 A
CNFC 10470	96,3 A	58,1 D	98,1 A	83,9 B	98,5 A	96,6 A	73,5 C	48,3 C	98,5 A	96,7 A	72,5 C	94,4 BC

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

TABELA 19. Porcentagem de plântulas normais obtidas no teste deterioração controlada conduzido à 40°C, para sementes de feijão, Ilha Solteira, SP, 2009.

Variedades	40°C											
	16%				20%				24%			
	0 dias	2 dias	3 dias	4 dias	0 dias	2 dias	3 dias	4 dias	0 dias	2 dias	3 dias	4 dias
	%											
LP 0492	96,6 A	97,2 A	99,1 A	99,9 A	100,0 A	97,1 A	97,5 A	96,1 A	99,5 A	99,0 A	99,0 A	94,8 A
Z-22	99,4 A	96,3 A	97,9 A	93,7 A	98,2 A	90,5 B	96,7 A	94,1 A	97,1 A	95,2 A	95,1 A	67,7 C
LP 0202	99,7 A	91,3 B	87,7 B	87,5 A	95,7 A	94,0 A	93,1 A	85,3 A	98,7 A	98,5 A	96,6 A	93,5 A
MAI-25	95,7 A	92,2 A	72,6 C	73,0 B	97,5 A	96,1 A	74,6 C	80,0 B	98,2 A	80,8 B	70,6 B	70,5 B
Guara	97,2 A	95,7 A	84,2 B	68,4 B	98,2 A	82,2 B	75,1 C	71,1 C	98,0 A	83,7 B	68,8 B	47,5 E
GEN C2-1-7	98,5 A	93,1 A	94,1 A	93,2 A	99,0 A	98,2 A	97,6 A	97,1 A	98,0 A	96,6 A	96,0 A	83,9 B
IAC Alvorada	92,8 A	80,1 B	50,0 D	49,0 D	83,6 A	49,4 D	40,4 E	51,5 D	84,0 B	30,3 D	38,2 D	30,2 F
IAC Diplomata	94,5 A	79,9 B	89,7 B	74,6 B	94,5 A	86,0 B	82,3 B	81,3 B	96,1 A	84,5 B	77,1 B	74,6 B
Juriti	99,3 A	86,7 B	92,4 B	87,8 A	99,5 A	81,3 B	86,6 B	91,2 A	98,5 A	89,9 B	97,0 A	87,1 A
Talismã	99,0 A	97,1 A	96,7 A	97,2 A	99,3 A	98,2 A	98,5 A	98,2 A	99,9 A	94,4 A	94,0 A	96,7 A
Pérola 1	97,7 A	87,0 B	93,7 A	96,0 A	97,4 A	97,0 A	92,6 A	92,2 A	93,5 A	93,2 A	90,5 A	89,6 A
Carioca Eté	85,5 A	81,5 B	80,6 B	60,7 C	90,7 A	74,2 C	75,4 C	66,5 C	88,7 B	64,6 C	54,0 C	42,5 D
Carioca Precoce	99,7 A	91,9 A	90,1 B	94,8 A	97,0 A	93,5 B	95,0 A	94,0 A	98,7 A	94,1 A	92,3 A	81,1 B
Tupã	98,5 A	86,3 B	94,4 A	74,8 B	98,7 A	89,1 B	96,0 A	73,4 C	96,7 A	90,7 A	92,0 A	54,5 D
Rubi	95,9 A	93,5 A	92,3 A	91,2 A	97,4 A	92,9 A	95,6 A	92,2 A	98,7 A	89,9 B	87,6 A	91,3 A
IAC Carioca	98,2 A	97,1 A	97,7 A	98,2 A	99,5 A	95,7 A	95,1 A	92,5 A	97,8 A	94,8 A	90,1 A	65,1 C
Pérola 2	100,0 A	97,8 A	97,3 A	98,5 A	99,5 A	96,1 A	95,3 A	94,9 A	99,9 A	97,0 A	98,5 A	95,7 A
GEN C8-4-3	98,3 A	97,8 A	99,5 A	97,3 A	99,9 A	97,1 A	96,3 A	96,3 A	99,7 A	96,8 A	76,1 B	77,2 B
GEN C2-1-1	99,9 A	89,3 A	96,8 A	97,6 A	99,7 A	97,8 A	99,3 A	97,5 A	99,9 A	98,2 A	97,8 A	94,0 A
CNFC 10470	96,3 A	78,1 B	69,6 C	79,4 B	98,5 A	71,7 C	56,5 D	97,1 A	98,5 A	68,0 C	58,1 C	60,6 D

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

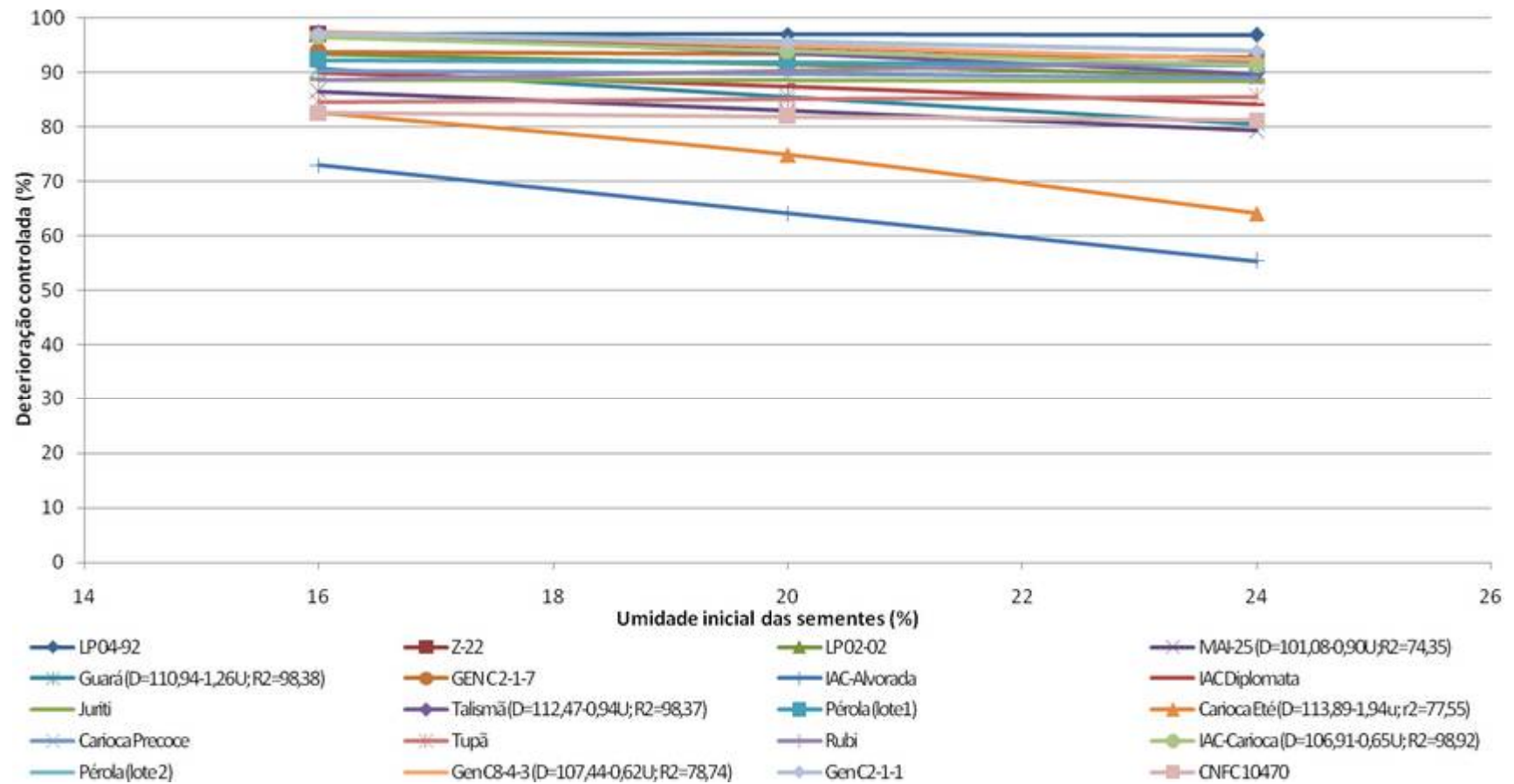


Figura 2. Desdobramento das interações entre genótipos e umidade inicial das sementes no teste de deterioração controlada de sementes de feijão. Ilha Solteira-SP, 200.

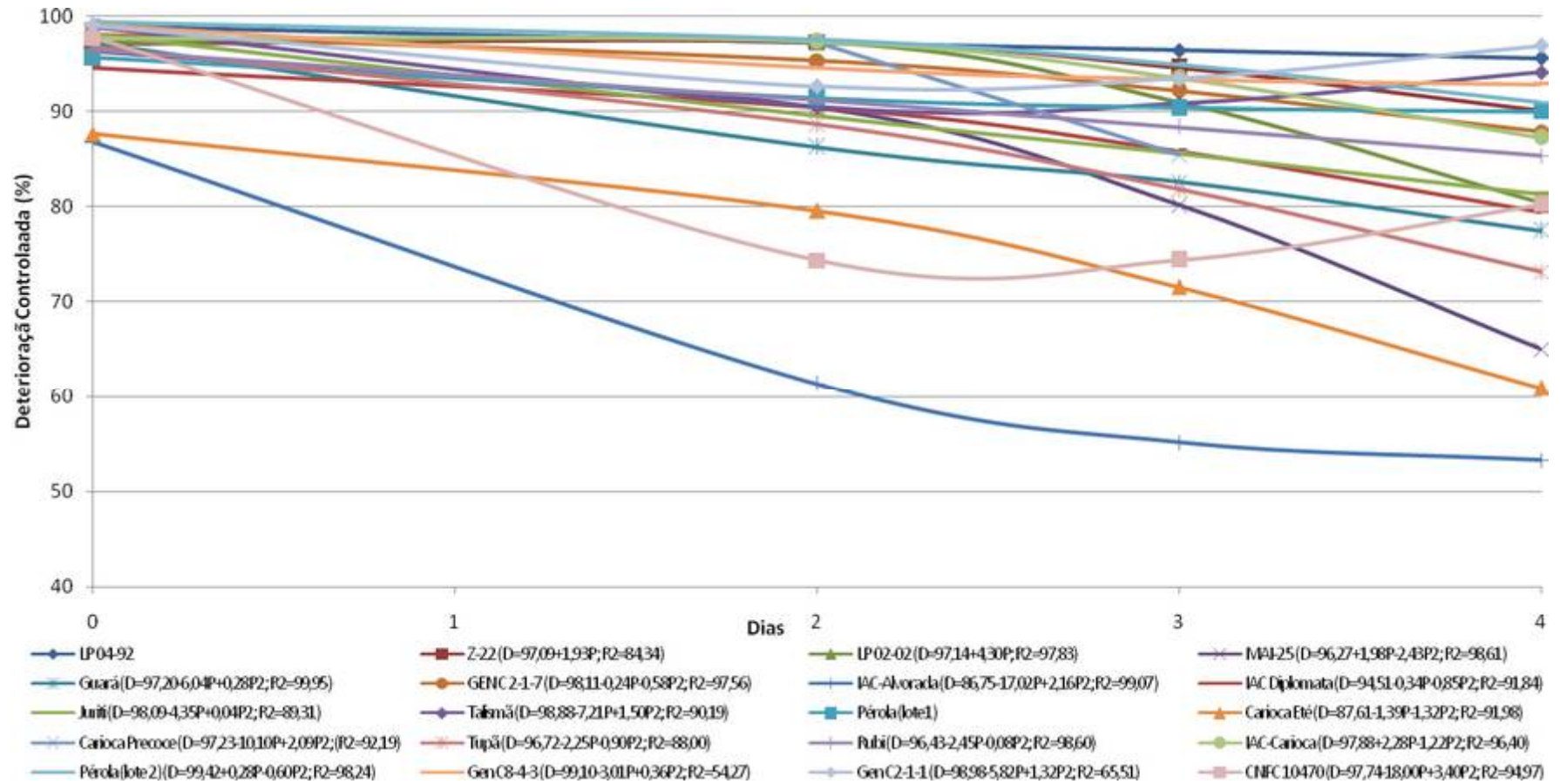


Figura 3. Desdobramento das interações entre genótipos e períodos de exposição das sementes ao teste de deterioração controlada de sementes de feijão. Ilha Solteira-SP, 2010.

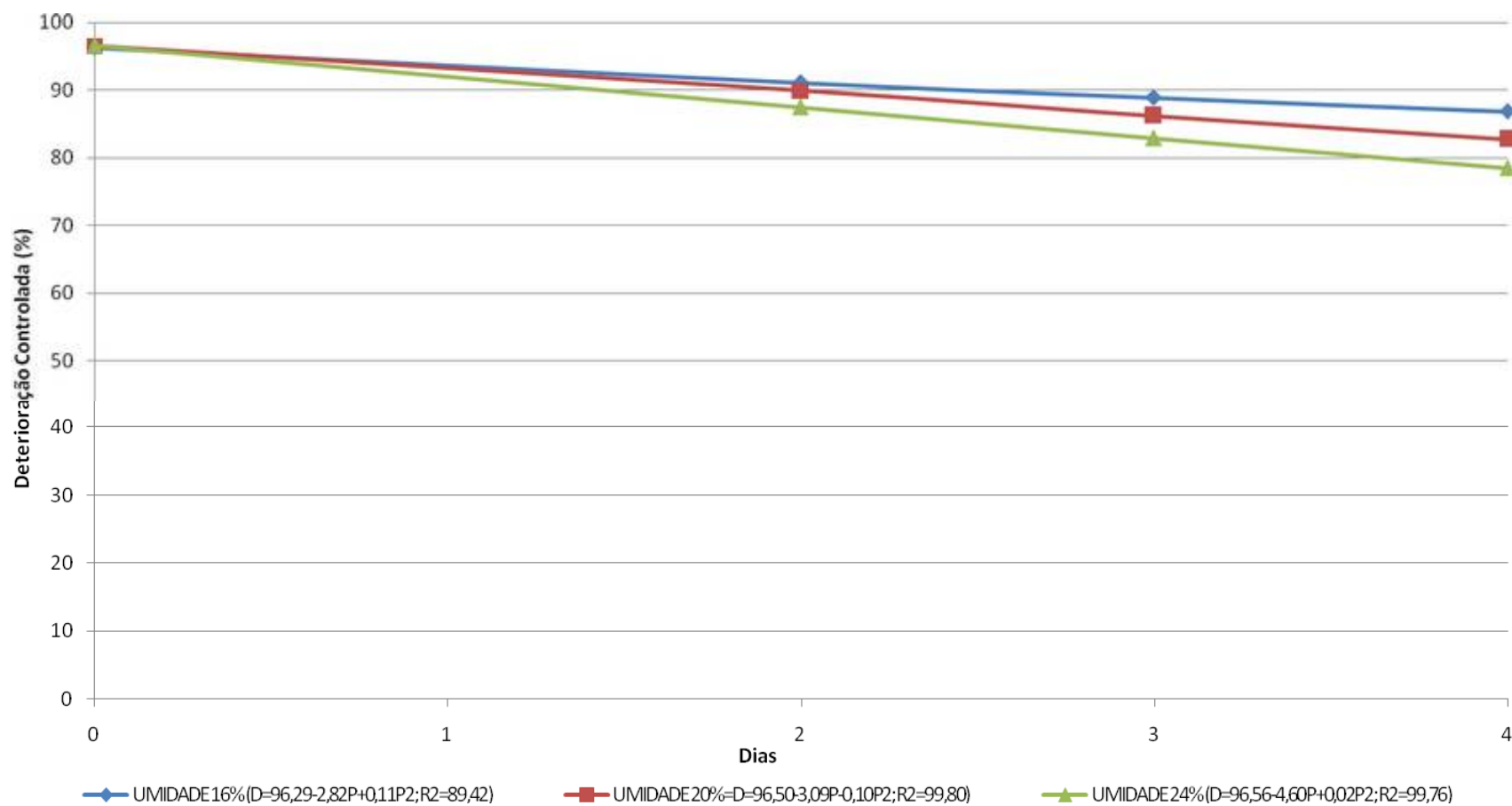


Figura 4. Desdobramento das interações entre umidade inicial das sementes e períodos de exposição ao teste de deterioração controlada de sementes de feijão. Ilha Solteira-SP, 2009.

Na Tabela 20 observam-se os resultados de correlação linear entre os parâmetros estudados para o teste deterioração controlada para as sementes de genótipos de feijão e velocidade de germinação, germinação, condutividade elétrica, comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa verde, massa seca e emergência de plântulas.

TABELA 20. Resultados de correlação linear entre o teste de deterioração controlada, velocidade de germinação (V.G.), germinação (G), condutividade elétrica (cond.), comprimento de raiz (comp. de raiz), comprimento de hipocótilo (comp. de hipocótilo), massa verde, massa seca e emergência de plantas (emerg. de plantas), Ilha Solteira, SP, 2009.

U (%) Período			V.G.	G.	Cond.	Comp. de Raiz	Comp. de Hipocótilo	Massa Verde	Massa Seca	Emerg. de Plântulas
37°C	16%	2 dias	0,01	0,01	0,09	0,38	0,19	0,19	0,24*	0,27**
		3 dias	-0,02	-0,04	0,13	0,21*	0,13	0,12	0,17	0,32**
		4 dias	0,09	0,12	0,01	-0,08	0,13	0,09	0,07	0,34**
	20%	2 dias	-0,14	-0,14	0,12	-0,03	-0,09	-0,05	0,07	0,06
		3 dias	-0,12	-0,10	-0,17	0,01	0,13	0,14	0,10	0,26**
		4 dias	0,04	0,06	-0,04	0,33**	0,54**	0,56*	0,42**	0,26**
	24%	2 dias	0,33**	0,27**	0,17	0,05	-0,04	-0,19	-0,13	0,25*
		3 dias	0,07	0,07	0,04	0,26**	0,30**	0,19	0,25*	0,14
		4 dias	0,23*	0,26**	0,15	-0,09	0,17	0,27**	0,14	0,04
40°C	16%	2 dias	0,33**	0,31**	0,17	0,06	0,10	0,21*	0,18	0,13
		3 dias	0,02	0,02	0,10	0,04	0,10	0,23*	0,20	-0,07
		4 dias	0,17	0,20	0,11	-0,07	0,08	0,21*	0,14	0,11
	20%	2 dias	0,08	0,10	0,19	-0,01	0,02	0,16	0,11	0,03
		3 dias	0,06	0,07	0,17	-0,01	0,03	0,19	0,16	-0,09
		4 dias	0,18	0,21*	0,14	-0,10	0,14	0,16	0,11	0,21*
	24%	2 dias	0,12	0,15	0,16	-0,02	0,08	0,16	0,14	0,06
		3 dias	0,18	0,21	0,22	-0,05	0,04	0,09	0,05	-0,06
		4 dias	0,19	0,19	0,07	-0,16	-0,05	-0,01	-0,05	0,03

**, *, significativo ao teste t à 1 e 5% de probabilidade respectivamente.

Para o teste de deterioração controlada observam-se resultados divergentes na literatura. Leeuwen et al. (2005) estudaram o teste de deterioração controlada para sementes de soja com umidades de 15, 20 e 25% e temperaturas de 41, 43 e 45°C e concluíram que nas condições em que o experimento foi conduzido, o teste de deterioração não foi eficiente para classificar os lotes de sementes de soja em diferentes níveis de vigor. Santos et al. (2003) estudando as temperaturas de 40 e 45°C e umidade de sementes de 15, 20 e 25% e períodos de 24 e 48 horas para o teste de deterioração controlada para sementes de feijão concluíram que com a temperatura superior, umidade das sementes de 20% por 48 horas o teste apresenta resultados satisfatórios e que se correlacionam com envelhecimento acelerado. Neste estudo não foram evidenciadas diferenças estatísticas, de acordo com teste F, para o efeito das temperaturas utilizadas para realização do teste de deterioração controlada. Quando o teste foi realizado à 37°C pelo período de 4 dias, 96 horas, sementes com 20% de umidade, os resultados do teste se correlacionaram com um maior número de variáveis, comprimento de raiz ($R^2=0,33$), comprimento de hipocótilo ($R^2=0,54$), massa verde ($R^2=0,56$), massa seca ($R^2=0,42$) e emergência de plântulas em campo ($R^2=0,26$), também a realização do teste à 40°C/4dias/20% de umidade os resultados se correlacionaram com emergência de plantas em campo e germinação, no entanto a realização do teste à 37°C permitiu resultados satisfatórios com exposição pelo período de 48 horas, 2 dias, sendo que os resultados se correlacionaram com emergência de plântulas em campo ($R^2=0,27$) e massa seca ($R^2=0,24$). A obtenção de resultados satisfatórios em testes de vigor em menor período de tempo é uma característica desejável, logo a realização do teste de deterioração controlada à 37°C por 2 dias pode ser considerada. O teste de deterioração controlada pode ser realizado com obtenção de resultados satisfatórios tanto à 37°C, quanto à 40°C, com sementes com 20% de umidade pelo período de 4 dias.

De acordo com os parâmetros de realização do teste de deterioração controlada à 37°C com as sementes com 16% de umidade pelo período de 2 dias, ou 48 horas, e à 37°C a 20% de umidade por 4 dias, ou 96 horas, e à 37°C a 20% de umidade por 4 dias, ou 96 horas, os genótipos que apresentaram menor qualidade foram: CNFC 10470, Tupã e Carioca Precoce.

O teste permitiu extratificar os lotes em níveis de vigor, sendo as que as mais vigorosas foram Z-22, Juriti, Talismã, Pérola (lote 1), Carioca Precoce, GEN C8-4-3, o lote de vigor intermediário foi IAC Diplomata e os lotes restantes apresentaram menor vigor.

A utilização do teste de deterioração controlada não é um procedimento comum entre os especialistas em tecnologia de sementes no Brasil (MARCOS FILHO, 1998). Este fato pode ser atribuído entre outros fatores aos cuidados exigidos pela metodologia do teste, além da escolha do procedimento adequado para ajuste do teor inicial de umidade das sementes, bem como a minimização da deterioração das sementes antes do início do teste (ROSSETO; MARCOS FILHO, 1995). Também o estudo de metodologias para o teste que apresentem os procedimentos à fim de definir quais procedimentos apresentam resultados satisfatórios e são mais adequados à realização do teste pode popularizar a utilização do teste de deterioração controlada dada sua importância com teste de vigor comprovada neste estudo.

5. Conclusões

Os testes de envelhecimento acelerado, deterioração controlada e alagamento são influenciados pelo genótipo das sementes.

O teste de envelhecimento acelerado pode ser realizado à 43°C por 24 horas para determinação do vigor de sementes de feijão;

Alguns genótipos apresentam comportamento diferente em relação aos parâmetros envolvidos no teste de envelhecimento acelerado, sendo que alguns apresentam maior resistência a exposição à temperatura de 45°C.

Através do teste de alagamento é possível diferenciar lotes de sementes com qualidade fisiológica distinta quando realizado tanto com 50mL quanto com 75mL de água por 12 horas;

O teste de deterioração controlada apresentou resultados satisfatórios quando realizado à 37°C ou 40°C com 20% de umidade por 4 dias.

6.Referências

ABDUL-BAKI, A. A.; ANDERSON, J. D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972, p.283-315.

ABREU, A. F. B. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta, nas regiões sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.1, p.105-112, 1994.

ALVAREZ, P. J. C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; MANDARINO, J. M. G.; FRANÇA NETO, J. B. Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 25, n. 2, p. 209-214, 1997.

ANDRADE, E. T.; CORREA, P. C.; MARTINS, J. H.; ALVARENGA, E. M. Avaliação de dano mecânico em sementes de feijão por meio de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.54-60, 1999.

ANFINRUD, M.N.; SCHENEITER, A. A. Relationship of sunflower germination and vigor tests to field performance. **Crop Science**, Madison, v.24, n.1 , p.341-344, 1984.

ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F.; ALVES, E.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Efeito de ciclos e de períodos de hidratação-secagem na germinação e no vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.72-77, 2000.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2006, 237p.

BAY, A. P. M.; TAYLOR, A. G.; BOURNE, M.C. The influence of water activity on three genotypes of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in relation to mechanical damage resistance. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.23, n.3, p.583-593.

BIAS, A. L. F.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A., ZIMMER, G. J. Métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão vigna. **Scientia Agrária**, Piracicaba, v.56, n.3, p.651-660, 1999.

BINOTTI, F. F. DA S.; HAGA, K.I.; CARDOSO, E. D.; ALVES, C. Z.; SÁ, M. E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.30, n.2, p.247-254, 2008.

BORGES, K.C.F.; SANTAN, D.G.; RANAL, M.; DORNELES, M.C.; CARVALHO, M.P. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Licehea divaricata* Mart. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl.2, p.1008-1010, 2007.

BONACIN, G.A.; RODRIGUES, T.J.D.; FERNANDES, A.C.; RODRIGUES, L.R. Germinação cultivares de semente de alfafa submetidas a imersão em água. **Científica, Jaboticabal**, v.34, n.2, p.150-154, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. 365 p.

CARBONELL, S.A.M. A. Cultura do feijão no Brasil: tendências do melhoramento. In: FANCELLI A.L.; DOURADO, D. (Ed.). **Feijão irrigado: estratégias básicas de manejo**. Piracicaba: ESALQ, 1999. p. 9-23.

CARVALHO, N. M.; TOLEDO, F. F. Relationships between available space for plant development and seed vigour in plant (*Arachis hypogea* L.) plant performance. **Seed science and technology**, Zurich, v.6, n.2 , p.907-910, 1978.

CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. **Efeito da secagem em altas temperaturas por períodos curtos períodos de tempo em camada estacionária, sobre a armazenagem de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade carioca**. 1997. 229f. Tese (Doutorado) UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S.; TAMES, R. S. **Fisiologia vegetal**. Madrid: Ediciones Pirámide, 2001. 566p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2008/2009**. [S.l.]: CONAB, ano de publicação. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 15 mar. 2010.

CONTRERAS, S.; BARROS, M. Vigor testson lettuce seeds and their correlation with emergence. **HortScience**, Alexandria, v.40, n.1, p.1022, 2005.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology kluwer**. 4.ed. Massachusets: Academic Publishers, 2001. p. 165-192.

CRAWFORD, R. M. M. Tolerance of anoxia and ethanol. In: HOOK, D. D.; CRAWFORD, R. M. M. (Ed.). **Plant life in anaerobic environments**. Ann. Arbor, Ann Arbor Science: Cambridge, 1978. p.119-136.

CUSTÓDIO, C. C.; MACHADO NETO, N. B.; ITO, H. M.; VIVAN, M. R. Efeito da submersão em água de sementes de feijão na germinação e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.24, n.2, p.49-54, 2002.

DANTAS (a), B. F.; ARAGÃO, C. A.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J.; RODRIGUES, J. D. Avaliação do vigor em sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.288-292, 2000.

DANTAS (b), B. F.; ARAGÃO, C. A.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J.; RODRIGUES, J. D. Efeito da duração e da temperatura de alagamento na germinação e no vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p.88-96, 2000.

DELOUCHE, J. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed news**, Pelotas, n.6, p.24-31, 2002.

DIAS, D.C.S.F.; MARCOS FILHO, J. Testes de vigor baseados na permeabilidade das membranas celulares: II. lixiviação de potássio. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.5, n.1, p.37-41, 1995.

DICKSON, M. H. Genetic aspects of seed quality. **Hort Science**, Alexandria, v.15.n.6, p.771-774, 1980.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. **Produção de feijão**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 385p.

DUTRA, A. S.; TEÓFILO, E. M. Envelhecimento acelerado para avaliar o vigor de sementes de feijão caupi. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v.29, n.1, p.193-197, 2007.

ELIAS, S. Seed quality testing. In: BASRA, A. S. **Handbook of seed science and technology**. Estados Unidos da América: Haworth press, 1984. p.561-598.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H.; TAO, K.L. Low moisture content limits to relations between seed longevity and moisture. **Annals of Botany**. London, v.65, n.3 , p.493-504, 1990.

ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. Improved equations for the prediction of seed longevity. **Annals of Botany**, London, v.4, n.45, p.13-30, 1980.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION- FAO. **Production country by commodities.** [S.l.: s.n.], 2007. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 20 jul. 2009.

GEPTS, P.; DEBOUCK, D.G. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris*). In: SCHOONHOVEN, A. van; VOYSEST, O. (Ed.). **Common beans: research for crop improvement.** Cali: CIAT, 1991. p.7-53.

HADAS, A. Seedbed preparation – the soil physical environment of germinating seeds. In: ARNOLD, R. L. B.; SANCHEZ, R. A. **Handbook of seed physiology applications to agriculture:** Estados Unidos da América: Haworth press, 1984. p.3-36.

HALMER, P. Commercial seed treatment technology. In: BLACK, M.; BEWLEY, J.D. (Ed.) **Seed technology and its biological basics.** England: Sheffield Academic Press, 2000. p. 266-273.

HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potencial versus actual seed performance – can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, Zurich, v.18, n.2, p.215-228, 1990.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. Controlled deterioration test. In: HAMPTON; TEKRONY (Ed.) **Handbook of vigour test methods.** Zurich: ISTA, 1995. p. 70-78.

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 Enviromental**, Oxford, v.1, n.2, p.101-119, 1978.

ISLAM, A. J. A.; DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Comparison of methods for evaluation deterioration in rice seed. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysts**, Ohio, v.63, p.155-160, 1973.

KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Growth control in woody plants**. San Diego: American Press, 1997. 254 p.

KRZYZANOWSKI, F. C. H.; VIEIRA, R. D. Deterioração controlada. In: KRZYZANOWSKI, F. C. H.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes. **Informativo Abrates**, Pelotas, v.11, n.3, p.81-84, 2001.

KULIK, M.M.; YALICH, R.W. Evolution of vigor tests in soybean seeds: relationship of accelerated aging, cold, sand bench and speed of germination tests to Field performance. **Crop Science**, Madison, v.22, n.3, p.766-700, 1982.

LEEUEWEN, K. V.; SADER, R.; FESSEL, S. A.; BARBOSA, J. C. Deterioração controlada em sementes de soja armazenadas. **Científica**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.75-82, 2005.

LOPES, R. A.; MELLO, V. D. C.; SANTOS, D. S. B.; IRIGON, D. L. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência a campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.2, p.44-58, 1990.

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

MARCOS FILHO, J. Pesquisa sobre vigor de sementes de hortaliças. **Informativo ABRATES**, Pelotas, v.11, n.3, p.63-80, 2001.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994. p. 133-149.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de Sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

MARCOS FILHO, J. Utilização de testes de vigor em programas de controle de qualidade de sementes. **Informativo ABRATES**, Pelotas, v.4, n.2, p.33-35, 1994.

MARTIN, B. A.; CERWICH, S. F.; REDING, L. D. Physiology basis for inhibition of Maize seed germination by flooding. **Croop Science**, Madison, v.31, n.2, p.1051-1057, 1991.

MARTIN, B. A.; SMITH, O. S.; O'NIEL, M. Relationships between laboratory germination tests and field emergence of maize imbeds. **Crop Science**, Madison, v.28, n.1, p.801-805, 1999.

MAVI, K.; DEMIR, I. Controlled deterioration and accelerated aging tests predict relative seedling emergence potential of melon seed lots. **HortScience**, Alexandria, v.42, p.1431-1435, 2007.

McDONALD, M. B. Assessment of seed quality. **Horticultural Science**, Mount Vernon, v.15, n.1, p.784-788, 1980.

McDONALD, M. B.; PHANEENDRANATH, B. R. A Modified accelerated aging vigour test procedure. **Journal of seed technology**, Lincoln, v.1, n.1, p.27-37, 1978.

MELLO, V. D. C.; TILLMANN, M. A. O Teste de vigor em câmara de envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.2, p.93-102, 1987.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.49-85.

PAIVA, A. S.; RODRIGUES, T. DE J. D.; CANCIAN, A. J.; LOPES, M. M.; FERNANDES, A. C. Qualidade física e fisiológica de sementes da leguminosa forrageira

Macrotyloma acillare cv. Java. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.30, n.2, p.130-136, 2008.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 3, p. 945-949, 1999.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Eletrical conductivity of soybean soaked seeds. I. Effects of genotype. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília,v.31, n.9, p.621-627, 1996.

PIZAN, N. R.; BULISANI, E. A.; BERTI, A.J. **Feijão**: zoneamento ecológico e época de semeadura para o Estado de São Paulo. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1994. 19p. (Boletim Técnico, 218)

POLLOCK, B. M. Effects of environment after sowing on viability. In: ROBERTS, E. H. (Ed.) **Viability of seeds**. Syracuse: Syracuse University Press, 1972. p. 150 – 171.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1985, 289p.

RENGEL, E. P. Produção de sementes de feijoeiro comum no Brasil. In: VIII CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p.1257-1261.

ROSSETO, C. A. V.; NOVENBRE, A. D. L.; MARCOS FILHO, J.; NAKAGAWA, J. Efeito da disponibilidade hídrica do substrato, da qualidade fisiológica e do teor de água inicial das sementes de soja no processo de germinação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n.1/2, p.97-105, 1997.

ROSSETTO, C. A. V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.123-131, 1995.

SÁ, M. E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. (Coord.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. 437p.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L. VILLELA, F. A. Teste de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.25, n.2, p.28-35, 2003.

SANTOS, E. L.; PÓLA, J. N.; BARROS, A. S. R.; PRETE, C. E. C. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.1, p.20-26, 2007.

SATHLER, M. G. B. **Secagem de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas finas, a baixas temperaturas e seus efeitos na germinação de sementes**. 1979. 120f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Viçosa-MG, Viçosa-MG, 1979.

SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D.; VOLPE, C. A. Efeito do teor inicial de água de sementes de feijão e da câmara no teste de envelhecimento acelerado.

Scientia Agrícola, Piracicaba, v.58, n.2, p. 747-751, 2001.

SIMON, E. W. Early events in germination. In: MURRAY, J.; DAVID, R. **Seeds physiology**.

Orlando: Academic Press, 1984. v.2, p.77-111.

TAYLOR, A. C. Seed storage, germination and quality. In: WIEN, H.C. (Ed.) **The physiological of vegetable crops**. New York: Academic Press, 1997. p.1-36.

TOMES, L.J.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v.12, n.1, p.24-36, 1988.

VAN TOAI, T. T.; FAUSEY, N. R.; McDONALD Jr., M. B. Alcohol dehydrogenase and pyruvate decarboxylase activities in flood-tolerant and susceptible corn seeds during flooding.

Agronomy Journal. Madison, v.77, n.3, p.753-757, 1985.

VAN TOAI, T. T.; FAUSEY, N. R.; McDONALD JR., M. B. Anaerobic metabolism enzymes as markers of flooding stress in maize seeds. **Plant and Soil**, Madison, v.102, n.1, p.33-39, 1987.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In. : VIEIRA, R. D. ; CARVALHO, N. M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S. R. M. ; PANAIOBIANCO, M. Seed vigor : an important component of seed quality in Brasil. **Ista News Bulletin**, Zurich, v.1, n.126, p.21-22, 2003.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, E. C. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, E. C.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1, 4, 26.

VIEIRA, R. D.; PANIOBIANCO, M.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Efeito de genótipos de feijão e de soja sobre os resultados da condutividade elétrica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n. 2, p. 220-224, 1996.

VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANIOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1333-1338, 2002.

WILLIAMS, R. D. Moisture stress and hydration-dehydration effects on hemp sesbania (*Sesbania exaltata*) seed germination. **Weed Science**, Ithaca, v.28, n.5, p.487-492, 1980.

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

WUEBKER, E. F.; MULLEN, R. E.; KOEHLER, K. Flooding and temperature effects on soybean germination, **Crop Science**, Madison, v.41, n.1, p.1857 – 1861, 2001.

YOKOYAMA, L. P.; WETZEL, C. T.; VIEIRA, E. H. N.; PEREIRA, G. V. Sementes de feijão: Produção, uso e comercialização. In: **Sementes de feijão:** produção e tecnologia. Goiás: EMBRAPA Arroz e feijão, 2000. p.249-270.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **SANEST:** sistema de análise de variância por microcomputadores. Pelotas: UFPel, 1991. 104 p.