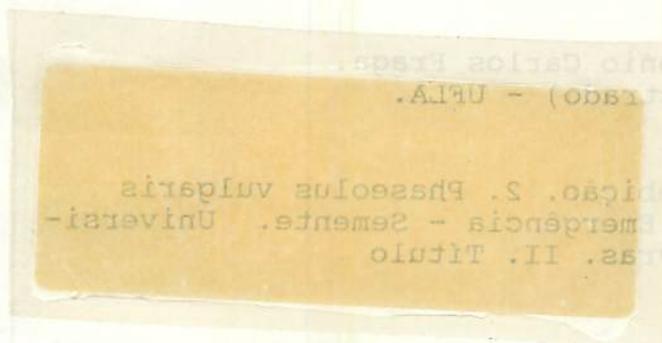


ELTER CARVALHO SIQUEIRA**EMBEBIÇÃO, GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIA DE SEMENTES
DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) À BAIXA
TEMPERATURA.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de agronomia área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. ANTÔNIO CARLOS FRAGA



LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1995

FICHA CATALOGRÁFICA PREPARADA PELA SEÇÃO DE CATALOGAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFLA

Siqueira, Elter Carvalho

Embebição, germinação e emergência de sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.) à baixa temperatura / Elter Carvalho Siqueira.--Lavras: UFLA, 1995. 46 p. : il.

Orientador: Antônio Carlos Fraga.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Feijão - Embebição. 2. Phaseolus vulgaris
3. Germinação. 4. Emergência - Semente. Universidade Federal de Lavras. II. Título

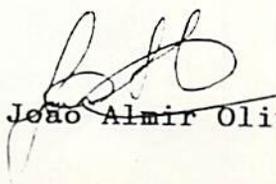
CDD-635.65221

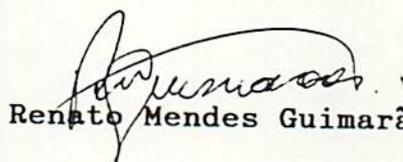
ELTER CARVALHO SIQUEIRA

**EMBEBIÇÃO, GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIA DE SEMENTES
DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) À BAIXA
TEMPERATURA.**

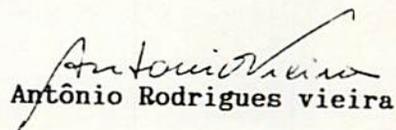
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de agronomia área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

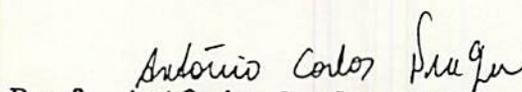
APROVADA em 04 de março de 1994


João Almir Oliveira


Renato Mendes Guimarães


Prof.ª Maria Laene Moreira de Carvalho


Antônio Rodrigues Vieira


Prof. Antônio Carlos Fraça
(Orientador)

Aos meus pais,

José Siqueira e Sylvia.

Às minhas irmãs,

Elenice e Elen,

com gratidão e carinho,

DEDICO.

aos meus filhos Leandro e Felipe

À minha esposa Célia, pelo amor,

compreensão e incentivo,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus e Pai

À Universidade Federal de Lavras - UFLA, especialmente ao Departamento de Agricultura pela oportunidade concedida para realização do curso de Mestrado.

Ao professor Antônio Carlos Fraga, pela orientação, estímulo e amizade, fundamentais para a elaboração deste trabalho.

Ao colega Renato Mendes Guimarães, pelo auxílio e paciência na elaboração do texto.

Ao colega Alberto Leão de Lemos Barroso, pela criatividade na informatização do texto.

Ao colega João Almir Oliveira, pelas sugestões e correções.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura (Laboratório de Sementes), pelo auxílio na execução do trabalho.

Aos funcionários da biblioteca da UFLA pela presteza e amizade e ao amigo Antônio Máximo, pelo apoio e estímulo.

Aos colegas de curso, Carlos Alberto, José Bras Facanha, Lázaro de Paiva, Mário Martins, pelo companheirismo.

Ao amigo Colombo, pelo auxílio com o inglês.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida durante o curso.

LISTA DE TABELAS

TABELAS		PÁGINAS
01	Cor de tegumento e peso de 100 sementes das oito cultivares de feijão, Lavras, ESAL, 1990.	13
02	Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos dados referentes à germinação padrão (TPG), viabilidade e vigor (Teste de Tetrázólio) de sementes de oito cultivares de feijão. Lavras, ESAL, 1990.	48
03	Valores percentuais médios de germinação, viabilidade e vigor detectados pelos testes Padrão de Germinação e Tetrázólio e percentual de umidade de sementes de feijão de oito diferentes cultivares. Lavras, ESAL, 1990.	19
04	Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos dados referentes ao estande e índice de velocidade de emergência em canteiro, de oito cultivares de feijão. Lavras, ESAL, 1990.	48
05	Valores percentuais médios de estande e índice de velocidade de emergência, em canteiro, de oito cultivares de feijão, Lavras, ESAL, 1990.	44

06	Dados de temperatura em quatro diferentes períodos do dia, obtidos no solo e no ar, durante o teste de emergência em canteiros, de oito cultivares de feijão. Lavras, ESAL, 1990.	49
----	---	----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINAS
01	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Rio Negro , à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.	22
02	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. CNF-5, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.	23
03	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Rio Vermelho, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.	24
04	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Small White, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.	25
05	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. ESAL - 612, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.	27
06	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Ouro, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.	28

07	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Preto 60 dias, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.	29
08	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Carioca, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.	30
09	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de oito cultivares de feijão, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.	32
10	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Rio Negro, à baixa temperatura ideal (12°C). Lavras, ESAL, 1990.	34
11	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. CNF-5, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.	35
12	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Rio Vermelho, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.	36
13	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Small White, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.	37
14	Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. ESAL - 612, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.	38

- 15 Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Ouro, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990. 39
- 16 Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Preto 60 dias, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990. 40
- 17 Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Carioca, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990. 41
- 18 Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de oito cultivares de feijão, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990. 43

SUMARIO

	Página
LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	xi
SUMMARY	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Processo da germinação	3
2.2 Fatores que afetam a germinação	5
2.3 Avaliação da germinação	8
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Material utilizado	12
3.2 Avaliação do perfil das cultivares	13
3.2.1 Teste de umidade	14
3.2.2 Teste de germinação	14
3.2.3 Teste de tetrazólio	14
3.3 Determinação das curvas de embebição	15
3.3.1 Embebição em temperatura de 25°C	15
3.3.2 Embebição em baixa temperatura (12°C)	16
3.4 Teste de emergência em campo	16
3.5 Delineamento estatístico	17

		x
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5	CONCLUSÕES	46
	APÊNDICE	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

RESUMO

SIQUEIRA, Elter Carvalho. **Embebição, germinação e emergência de sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.) à baixa temperatura.** Lavras: ESAL, 1994. p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)¹

O feijoeiro é tradicionalmente cultivado em duas épocas: uma na estação chuvosa e outra que aproveita as últimas chuvas do verão (outono), chamado plantio da seca. Dadas as características da planta com relação às exigências climáticas, é possível realizar um terceiro plantio, no inverno. Neste período, na região Sudeste, geralmente ocorrem temperaturas baixas que retardam e afetam o processo germinativo, reduzindo assim a produtividade. Neste sentido procurou-se estudar o processo de embebição das sementes e o comportamento da germinação em baixa temperatura. Para tanto oito cultivares foram estudadas no ano de 1990, em condições de campo e laboratório. As sementes foram plantadas em canteiro contendo solo/areia, no período de inverno, sendo avaliado os parâmetros índice de velocidade de emergência e estande aos 17

¹ Orientador: Antônio Carlos Fraga. Membros da Banca: Renato Mendes Guimarães, Antônio Rodrigues Vieira, Maria Laene Moreira de Carvalho e João Almir Oliveira.

dias. No laboratório, além do perfil avaliado pelos testes-padrão de germinação, tetrazólio e umidade, foram determinadas as curvas de embebição para cada cultivar em temperatura normal (25°C) e temperatura baixa (12°C). Os resultados referentes ao perfil mostraram que as sementes apresentaram alta qualidade fisiológica. No teste em canteiro foram encontradas diferenças significativas no índice de velocidade de emergência, e no processo de embebição houve comportamento diferenciado na capacidade de germinar entre as cultivares. Verificou-se, ainda, que a quantidade de água embebida não foi o fator limitante da germinação a 12°C e que o comportamento da embebição segue um padrão trifásico, sendo que a germinação parece estar limitada na fase Lag ou Fase II.

SUMMARY

Soaking, germination and emergence of bean seeds (Phaseolus vulgaris L.) at low temperature.

The bean plant is traditionally grown in two times: one in the rainy season and the other which took advantage of the last summer rains (fall), named dry-season planting. Owing to the characteristics of the plant relative to the climatical requirements, it is possible to accomplish a third planting, in winter. Over this period, in the southeast region, generally low temperatures occur which delay and affect the germinative process, lowering, thus yield. In this sense, one seeked to investigate the process of soaking seeds and behavior of germination under low temperature. For such, eight cultivars were studied in the year of 1990, under field and laboratory conditions. The seeds were planted in beds containing soil/sand, in the period of winter, being the parameters: index of emergence speed and stand at 17 days. In the laboratory, in addition of the profile evaluated by the standard-tests of germination, tetrazolium and humidity, weredetermined the soaking curves for each cultivar under normal

temperature (12°C). The results concerning the profile showed that the seeds showed high physiological quality. In the test in bed, significant differences were found in the index of emergence speed and in the soaking process, there was distinguished behavior in the germinating capacity among the cultivars. It was found, in addition, that the soaked water amount was not the limiting factor for germination at 12°C and that the soaking behavior follows a three-phase pattern, being that germination seems to be limited in the lag phase or phase II.

1 INTRODUÇÃO

O esforço da pesquisa agrônômica para o aumento da produção e produtividade da cultura do feijoeiro tem sido considerado de grande importância, no Brasil, tanto pelo consumo diário na dieta da população, quanto pela fundamental contribuição do produto como fonte de proteínas, notadamente para as populações de baixa renda.

O feijoeiro é tradicionalmente cultivado em duas épocas: uma na estação chuvosa e outra aproveitando as últimas chuvas do final de verão e início de outono, chamado plantio da seca, embora, dadas as características da planta de feijão com relação às exigências climáticas e tamanho de ciclo, seja possível realizar um terceiro plantio, no inverno, na maioria dos estados brasileiros em áreas irrigadas.

Nesta terceira época, em algumas regiões com temperaturas mais baixas no inverno, a germinação se constitui na fase crítica para o plantio do feijão. Esta limitação se deve principalmente à lentidão do processo de germinação, que aumenta o tempo de exposição da semente a condições adversas no solo, aumenta o ciclo da cultura e muitas vezes reduz drasticamente o estande final, prejudicando a produtividade a ponto de inviabilizar o plantio

neste período.

Para superar este problema, pesquisas tais como: melhoramento genético através da seleção de cultivares com tendência a germinar melhor em baixa temperatura, processos como tratamento pré-germinativo de sementes e envigoração têm sido efetuados, sendo portanto muito importante o conhecimento básico do processo de germinação de sementes de feijão sob condições de temperatura abaixo da ideal (25°C).

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo estudar o processo de embebição, germinação e emergência das sementes de diferentes cultivares de feijão, sob estresse térmico de baixa temperatura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Processo da germinação

A germinação é definida como sendo o reinício do crescimento do eixo embrionário paralisado nas fases finais da maturação. Desta forma, satisfeitas as condições básicas para o reinício do processo germinativo, a germinação compreende quatro fases, se vista pelo lado puramente fisiológico, quais sejam: embebição, alongamento celular, divisão celular e diferenciação celular em tecidos. Este mesmo processo, se considerado do ponto de vista fisiobioquímico, pode ser descrito nas seguintes fases: reidratação, aumento da respiração, formação de enzimas, digestão enzimática das reservas, mobilização e transporte das reservas, assimilação metabólica e crescimento e diferenciação dos tecidos (Popinigis, 1985).

A germinação inicia-se pela embebição, que é um processo físico relacionado com as propriedades dos colóides e sua extensão depende da composição química da semente, da permeabilidade do tegumento, da disponibilidade de água no ambiente, da área de contato semente/água, da temperatura, da pressão hidrostática e da condição fisiológica da semente (Popinigis, 1985; Copeland, 1976;

Mayer e Poljakoff-Mayber, 1982; Carvalho e Nakagawa, 1983; Labouriau, 1983 e Young et al., 1983).

A fase de embebição constitui-se numa etapa crítica do processo de germinação. Em condições de baixa disponibilidade de água, onde esta é suficiente apenas para iniciar o processo, o embrião não terá condições para se desenvolver normalmente e a percentagem de germinação pode ser severamente reduzida. Por outro lado, os estágios iniciais da germinação podem ocorrer em condições de excesso de umidade, embora a manutenção desta condição não seja adequada para todo o processo (Copeland, 1976).

Bewley e Black (1978), estudando a embebição durante o processo germinativo, definiram três fases distintas em função da velocidade de absorção de água. A fase I ou de embebição é caracterizada por uma grande velocidade de absorção de água, determinada pela diferença do potencial hídrico entre o substrato e a semente, de forma que esta fase ocorre tanto em tecidos vivos como em tecidos mortos, independentemente da atividade metabólica da semente, embora o metabolismo inicia-se rapidamente como consequência desta hidratação. A fase II é determinada por uma redução na velocidade de embebição, a hidratação das partes da semente é completada e as enzimas são ativadas. Nesta fase acontece uma preparação para a germinação pela digestão enzimática das reservas, ou seja, ocorre a degradação das grandes moléculas armazenadas nas sementes em compostos de cadeia mais simples, passíveis de serem mobilizadas para o eixo embrionário. Esta fase é a mais longa do processo e precede a fase III, que é caracterizada pelo crescimento e desenvolvimento do eixo embrionário, o que acarreta um novo aumento na velocidade de

embebição. No início desta última fase acontece a germinação visível e o processo se torna irreversível de forma que a ausência de um dos fatores essenciais à germinação implique na morte da semente.

2.2 Fatores que afetam a germinação

A velocidade do processo de germinação dentro das espécies é influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos. Entre os fatores próprios da semente podem ser citados a viabilidade, o vigor, o grau de deterioração, as características genéticas (espessura e composição química do tegumento) e a própria constituição química da semente, que acarretam variações inclusive entre cultivares da mesma espécie (Carvalho e Nakagawa, 1983).

Entre os fatores externos, a disponibilidade de água, de oxigênio, temperatura, e em certos casos a luz, podem influenciar a velocidade do processo germinativo (Coopeland, 1976; Popinigis, 1985).

Com relação à temperatura, segundo Vieira (1967); Camargo (1972); Scully e Waines (1987), a ótima para germinação, crescimento e produção da cultura do feijoeiro situa-se entre 18 e 30°C, sendo que na temperatura constante de 25°C a emergência ocorre entre três a seis dias e a 18°C demora de cinco a oito dias (Kotowski, 1926).

O principal tipo de estresse para a germinação que ocorre nas condições do Sul de Minas Gerais é o de frio, (Von Pinho, 1990), onde as plantas são injuriadas em temperaturas de 0 a 15°C. No feijão de terceira época, com plantio em julho-agosto, este

estresse está associado, principalmente, à fase de germinação e emergência, uma vez que, após esse período, as temperaturas começam a aumentar, não ocasionando mais injúrias.

Segundo Roeggen (1987), a temperatura mínima para germinação e emergência em feijão varia de 7 a 10,3°C, ocorrendo variação dentro da espécie. Em temperaturas constantes e abaixo de 11°C, o feijão pode conseguir germinar através do rompimento da radícula no tegumento da semente, mas geralmente ele não consegue emergir do solo e as sementes podem apodrecer, devido ao ataque de fungos, (Kotowski, 1926; Koistra, 1971 e Dickson, 1971). Isto mostra que temperaturas baixas e constantes na fase de germinação são extremamente prejudiciais ao estabelecimento inicial do estande de plantas.

Diversos autores, estudando o efeito de temperaturas baixas sobre sementes e plantas jovens de feijão, observaram que os principais efeitos foram na redução da germinação (Vieira, 1967; Koistra, 1971; Dickson, 1971; Scully e Waines 1987).

Durante o processo de embebição, as injúrias provocadas por baixas temperaturas acontecem no início do processo em sementes de feijão-de-lima, soja, milho e algodão (Woodstock e Polloom, 1965; Pollock e Toole, 1966; Christiansen, 1976; Pollock, 1969; Cal e Obendorf, 1992; Roos e Manalo, 1976; Bramlage et al., 1978; Bramlage et al., 1979). O tipo de injúria é representado por danos nas membranas das células, levando-as a um aumento na sua permeabilidade e conseqüentemente a um desbalanço nas suas atividades metabólicas (Sellschop, 1928; Went, 1953; Levitt, 1972; Lyons, 1973; Steponkus, 1978; Christiansen, 1979; Covey, 1982; Wang, 1982; Wolk e Herner, 1982; Herner, 1986 e Markhart, 1986).

A temperatura, além de afetar reações bioquímicas que determinam todo o processo de germinação, influencia também na velocidade de embebição de água pelas sementes (Carvalho e Nakagawa, 1983; Copeland, 1976 Mayer e Poljakoff-Mayber, 1982).

De acordo com Herner, 1986; Pollock, 1969; Pollock, Ross e Manolo, 1969; Pollock e Toole, 1966; Roos e Manolo, 1976; e Wolk e Herner, 1982), a umidade da semente no início do processo de embebição em baixas temperaturas, também afeta consideravelmente a intensidade dos danos causados pelo frio. Neste sentido, Roos e Manolo (1976) verificaram que em temperaturas de solo abaixo de 10°C, sementes de feijão com teor inicial de umidade acima de 12% apresentam maior taxa de emergência no campo que sementes com menor teor de umidade. Entretanto Pollock e Toole (1966) verificaram que, quando as sementes de feijão iniciam o processo de embebição em temperaturas mais elevadas e em seguida são expostas a temperaturas baixas, menores danos ocorrem.

As características do tegumento da semente também influenciam na velocidade de embebição. Se o tegumento da semente estiver intacto no início da embebição em baixas temperaturas, a velocidade de embebição será menor e a taxa de germinação provavelmente será maior (Kotowski, 1926; Pollock e Toole, 1966; Tully, Musgrave e Leopold, 1981 e Wolk e Herner, 1982).

Segundo Herner (1986), as diferenças na composição das membranas de plantas sensíveis e resistentes a baixas temperaturas resultam numa maior injúria em plantas sensíveis ao frio, nas quais ocorre uma grande perda de substâncias pelas sementes durante o processo de embebição, incluindo aminoácidos, açúcares, ácidos orgânicos, ácido giberélico, fenólicos e fosfato (Pollock e Toole,

1966; Pollock, 1969; Bramlage Leopold e Specht, 1979; Wolk e Herner, 1982 e Herner, 1986).

Também o vigor das sementes é outro fator que interfere na capacidade de germinação à baixa temperatura (Copeland, 1976; Herner, 1986; Mayer e Poljakoff-Mayber, 1982 e Wolk e Herner, 1982), sendo que, quanto menos vigorosas, maiores são os efeitos danosos da baixa temperatura sobre a taxa de germinação (Wyatt, 1977).

A cultivar ou espécie também pode afetar consideravelmente a extensão dos danos causados pelo frio no período de germinação e emergência. Portanto a identificação de materiais com maior capacidade de germinação em baixa temperatura tem sido realizado com sucesso para o feijão em outros países (Austin e MacLean, 1972; Dickson, 1971; Dickson, 1973; Dickson e Boettger, 1984; Hardwick, 1972; Kemp, 1978; Koistra, 1971; Pollock, Ross e Manolo, 1969; Roegen, 1987; Scully e Waines, 1987).

2.3 Avaliação da germinação

A viabilidade é avaliada, principalmente, pelo teste de germinação, no qual as sementes são colocadas sob condições ideais, buscando qualificar todo o potencial de germinação do lote. Por esse motivo, este teste geralmente superestima a germinação das sementes em relação à emergência em campo, já que inclui no resultado sementes com vigor insuficiente para emergir em condições sub-ótimas ou desfavoráveis, como normalmente ocorre no campo (Popinigis, 1985).

O teste-padrão de germinação determina, numa amostra, a

percentagem de sementes vivas e capazes de produzir plantas normais sob condições favoráveis. Foi desenvolvido e aperfeiçoado para avaliar o valor de diferentes lotes, servindo como base para o comércio de sementes (Popinigis, 1985).

Diversos autores tais como Delouche e Caldwell (1960), Popinigis (1985), Marcos Filho, Cícero e Silva (1987), Vieira (1988) e Zink, Almeida e Lago, (1976), ressaltam que o teste padrão de germinação é realizado sob condições ótimas e como consequência, sementes substancialmente deterioradas conseguem germinar e produzir plântulas que, embora fracas, entram na percentagem de germinação, o que não condiz com o que normalmente é encontrado no campo. Sugerem com isso, a utilização de testes de vigor para se avaliar com maior segurança a qualidade fisiológica das sementes, assim sementes com o mesmo poder germinativo, podem apresentar diferenças no vigor.

Spina (1984) observou que a qualidade fisiológica de um lote de sementes pode ser razoavelmente avaliada através do teste padrão de germinação, desde que esse lote se encontre bem homogêneo. Em lotes com heterogeneidade alta, o teste-padrão de germinação teria baixa sensibilidade e os testes de vigor passam a indicar com maior precisão, o comportamento do lote sob futuras condições de armazenamento e de campo.

Outro teste que tem se destacado é o de tetrazólio; trata-se de um método rápido que estima a viabilidade das sementes, com base na alteração da coloração de tecidos vivos em presença de uma solução de sal de tetrazólio. Esta alteração na coloração reflete a atividade de sistemas enzimáticos específicos, intimamente relacionados com a viabilidade das sementes, Delouche

et al. (1976) e Moore (1962). Neste sentido Woodstock (1973) afirma que o teste de tetrazólio talvez seja o único teste estritamente bioquímico já usado rotineiramente em alguns laboratórios.

França Neto e Potts (1979); França Neto et al. (1985a,b); (1987); Costa et al. (1983); (1985); (1987) e Henning, França Neto e Costa, (1985a,b), utilizando o teste de tetrazólio em pesquisas diversas sobre fatores que afetam a qualidade fisiológica de sementes, em diferentes espécies, foram unânimes em ressaltar este teste como eficiente na detecção de diferenças entre os tratamentos utilizados em suas pesquisas. Da mesma forma Zink Almeida e Lago, (1976) observaram que o teste de tetrazólio foi eficaz para acompanhar a gradativa deterioração das sementes durante o armazenamento, o que foi confirmado por Satori, citado por Wetzel (1972), o qual observou ainda, a eficácia desse método para identificar as regiões necróticas das sementes.

Um teste simples e prático é o teste de velocidade de germinação, o qual baseia-se no princípio de que a velocidade de germinação ou de emergência das plântulas em campo é proporcional ao vigor das sementes (Marcos Filho, Cícero e Silva, 1987). Através deste teste, observaram que a queda no vigor ocorreu antes da queda da germinação. Portanto, os testes de vigor têm se apresentado como mais eficientes em detectar quedas na qualidade fisiológica das sementes, pois são mais rigorosos que os testes de germinação. No entanto, Popinigis (1973), observou que este teste pouco acrescentou às informações fornecidas pelo teste padrão de germinação para a separação de diferentes níveis de qualidade fisiológica de vários lotes de sementes de soja estudados, do que discordam Pinthus e Kimel (1979), que verificaram uma relação entre

o teste de velocidade de germinação e o desenvolvimento subsequente em soja, em todos os estágios e na produção das plantas.

Barton (1967), trabalhando com sementes de feijão, mostrou que a perda de vigor manifestou-se por uma redução na velocidade de germinação das sementes, no crescimento das plântulas e escurecimento na cor do tegumento, o que foi confirmado, por Costa e Delouche (1973).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material utilizado

O presente trabalho foi conduzido nos anos de 1989 e 1990, no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras - MG.

Foram utilizados oito materiais provenientes do Banco de Germoplasma de Feijão da Escola Superior de Agricultura de Lavras, com comportamento diferenciado para germinação sob estresse térmico de baixa temperatura (Von Pinho, 1990). Na Tabela 01 são apresentadas as cultivares com suas características referentes à cor de tegumento e peso de 100 sementes.

Para obter um volume maior e uniformização da qualidade, estas cultivares foram plantadas no mês de fevereiro de 1989. O preparo do solo e o plantio foram de acordo com recomendações técnicas para a cultura, utilizando-se irrigação suplementar pelo sistema de aspersão.

A colheita e a debulha das sementes foram feitas manualmente e a secagem realizada em terreiro. A seguir as sementes obtidas foram classificadas manualmente em peneiras, para

homogeneização dentro de cada cultivar e determinado o peso de 100 sementes conforme descrição das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1976).

Os materiais selecionados foram armazenados por um período de dois meses, em câmara seca e fria (50% de umidade e 10°C), até a realização dos testes.

TABELA 01 - Cor de tegumento e peso de 100 sementes das oito cultivares de feijão. Lavras, ESAL, 1990.

Cultivares	Cor do tegumento	Peso de 100 sementes (g)
Rio Negro	Preto	16,9
CNF-5	Roxo	17,9
Rio Vermelho	Roxo	19,5
Small White	Branco	14,3
ESAL-612	Bege com estrias marrons	19,6
Engopa Ouro	Amarelo com hilo creme	17,2
Preto 60 dias	Preto	31,6
Carioca	Bege com estrias marrons	19,7

3.2 Avaliação inicial da qualidade das sementes

Para avaliar a qualidade das sementes, as amostras foram homogeneizadas e submetidas aos testes de Germinação-Padrão, Teste de Tetrazólio e determinação do grau de umidade.

3.2.1 Determinação do grau de umidade

Determinado pelo método de estufa $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas, utilizando-se duas repetições para cada cultivar, conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes, Brasil (1976). Os resultados foram expressos em percentagem média de umidade por cultivar.

3.2.2 Teste de germinação

Determinado através do teste-padrão de germinação com quatro repetições de 50 sementes de cada cultivar. As sementes foram semeadas em papel toalha, marca Germitest, previamente umedecido com água na proporção de 2,5 vezes o peso do papel, e dispostos na forma de rolos em germinador tipo Mangelsdorf, marca Biomatic, previamente regulado para manter a temperatura constante de 25°C . A avaliação foi efetuada aos cinco dias após a instalação do teste, segundo prescrições das Regras para Análise de Sementes, Brasil (1976), computando-se a percentagem de plântulas normais, para cada repetição, e obtendo-se a seguir, as percentagens médias de germinação por cultivar.

3.2.3 Teste de tetrazólio

Foram utilizadas 100 sementes de cada cultivar, dispostas em quatro repetições de 25. As sementes foram acondicionadas em substrato úmido de papel toalha, por 16 horas a uma temperatura de

25°C ± 1°C em germinador tipo Mangelsdorf. Após este período as sementes foram embebidas em solução de 2,4,5 trifenil tetrazólio a 0,1%, acondicionadas em estufa por 5 horas a 25°C ± 1°C no escuro. A avaliação foi feita pelo sistema de notas, indicando o nível de vigor e a viabilidade das sementes, conforme escala de notas adotada por Marcos Filho, Cícero e Silva, (1987).

3.3 Determinação das curvas de embebição

Para determinar as curvas de embebição de cada cultivar de feijão à temperatura de 25°C e 12°C, utilizou-se a mesma metodologia, diferindo apenas os intervalos entre as avaliações. Estes intervalos de tempo foram adotados seguindo observações anteriormente obtidas por testes preliminares.

3.3.1 Embebição em temperatura de 25°C

Para realização desta determinação utilizaram-se para cada intervalo de tempo duas repetições de 25 sementes, pesadas inicialmente e dispostas em camada única sobre duas folhas de papel toalha umedecidas com água na proporção de 2,5 vezes o seu peso, sendo este papel dobrado em 4 partes. As sementes foram acondicionadas em germinador tipo Mangelsdorf, marca Biomatic, com temperatura constante de 25°C. Após cada duas horas as amostras eram retiradas e pesadas em balança de precisão, sendo a última avaliação realizada após 42 horas.

As sementes foram consideradas germinadas quando 50% das sementes de cada cultivar apresentavam-se com comprimento de radícula igual ou superior a 5 mm.

3.3.2 Embebição em temperatura de 12°C

Para realização do acompanhamento da germinação à baixa temperatura utilizou-se metodologia semelhante à descrita no item 3.3.1, modificando-se apenas a temperatura do germinador para 12°C (sala com refrigeração) e os intervalos de tempo entre cada pesagem, que foram de oito horas, até atingir 264 horas, quando as cultivares que não germinaram, já apresentavam sinais de deterioração.

3.4 Emergência em campo

Para avaliar o comportamento da emergência das cultivares em baixa temperatura, o experimento foi montado em canteiro, no período de agosto a setembro de 1990.

A semeadura foi feita em canteiro contendo solo e areia, na proporção de 1:1 previamente esterilizado com brometo de metila. Foram utilizadas 200 sementes distribuídas em quatro repetições. Cada parcela apresentava um metro de comprimento, espaçada de 20 cm. Foi adotado o sistema de irrigação suplementar e acompanhamento da temperatura do solo e do ar, utilizando-se termos pares com leitura de seis em seis horas.

As avaliações foram feitas diariamente, anotando-se o número de plântulas emergidas, sendo consideradas emergidas quando os cotilédones estavam acima do solo. Os dados obtidos foram

transformados em índice de velocidade de emergência de acordo com Maguire (1964). Aos 17 dias, após a semeadura, foi também considerado o estande.

3.5 Delineamento estatístico

Os dados obtidos na determinação da curva de embebição, através do acompanhamento do tempo e porcentagem de ganho de peso para cada cultivar, constituíram-se valores para estudo de regressão e disposição em gráficos para comparação e análise dos resultados (Snedecor e Cochran, 1967).

Para análise de variância dos dados resultantes de avaliações no Teste de Campo e nos Testes referentes à avaliação inicial da qualidade das sementes, foram utilizados blocos casualizados no teste de campo e nos testes de laboratório, todos com quatro repetições, sendo cada cultivar um tratamento, comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 02 (Apêndice) apresenta os resultados da análise de variância dos dados referentes aos testes-padrão de germinação e tetrazólio. Verifica-se que não houve diferença significativa entre a percentagem de germinação das amostras representativas das sementes utilizadas neste trabalho. Também não houve diferença dos resultados obtidos na avaliação da qualidade entre as sementes submetidas aos testes de viabilidade e vigor (Teste de Tetrazólio).

A Tabela 03 apresenta os percentuais médios de plântulas normais detectadas pelo Teste-padrão de Germinação, bem como os percentuais de sementes viáveis e nível de vigor detectado pelo Teste de Tetrazólio, e os percentuais de umidade das sementes das diferentes cultivares de feijão utilizadas neste trabalho.

Pela Tabela 03 podemos observar que todas as cultivares apresentaram uma alta percentagem de germinação, viabilidade e vigor, valores estes bem acima do padrão estadual (Minas Gerais, 1985). Observa-se também que houve homogeneidade no teor de umidade das sementes, entre as cultivares. Isto pode ser devido à utilização do mesmo processo de secagem das sementes, bem como a permanência das mesmas em câmara fria e seca, o que proporcionou o equilíbrio higroscópico.

Estes resultados foram considerados favoráveis para o desenvolvimento do trabalho, porque a uniformidade dos lotes das sementes das cultivares utilizadas, permitiram verificar nas avaliações seguintes, que o comportamento de cada cultivar foi função da variável temperatura.

TABELA 03 - Valores percentuais médios de germinação, viabilidade e vigor detectados pelos testes-padrão de Germinação e Tetrázólio e percentual de umidade de sementes de feijão de oito diferentes cultivares. Lavras, ESAL, 1990.

Cultivares	Germinação	TZ Viabilidade	TZ Vigor	Um
Carioca	99,50 a	100,00 a	97,00 a	12,00
Ouro	99,25 a	100,00 a	99,00 a	12,00
Rio Vermelho	99,00 a	99,00 a	98,00 a	12,00
Preto 60 dias	98,50 a	99,00 a	96,00 a	12,00
Rio Negro	98,00 a	99,00 a	96,00 a	12,00
CNF-5	97,50 a	100,00 a	96,00 a	12,00
ESAL-612	97,25 a	99,00 a	96,00 a	12,00
Small White	97,00 a	98,00 a	91,00 a	12,00

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As Figuras de 1 a 8 mostram o comportamento das cultivares Rio Negro, CNF-5, Rio Vermelho, Small White, ESAL-612, Ouro, Preto 60 dias e Carioca, expresso pelo percentual médio de ganho de peso durante o processo de germinação, em temperatura

constante de 25°C.

Pela Figura 01 pode-se observar que para a Cv, Rio Negro, foram necessárias 40 horas para que ocorresse a germinação de acordo com os critérios adotados. Pode-se observar também que nas primeiras 14 horas houve um acréscimo de mais de 40% no ganho de peso, enquanto que, nas 20 horas subseqüentes, houve ganho de apenas 20%, e que, nas 8 horas finais de observação houve um ganho aproximado de 20%, sendo que durante todo o período de observação houve um ganho de peso aproximado de 80%.

Na Figura 02 pode-se observar que para a cultivar CNF-5, foram necessárias 42 horas para que ocorresse a germinação. Nas primeiras 14 horas houve um ganho de peso cerca de 40%, já nas 20 horas seguintes o ganho de peso ficou em aproximadamente 20%. Nas últimas 8 horas o ganho de peso foi cerca de 20%, totalizando um ganho de peso cerca de 78% nas 42 horas de observação.

Pela Figura 03 observa-se que para a cultivar Rio Vermelho, foram necessárias 42 horas para que a germinação ocorresse. Nas primeiras 14 horas houve um ganho de peso cerca de 40%, já nas 20 horas seguintes o ganho de peso foi de aproximadamente 15%. Nas últimas 8 horas o ganho de peso foi cerca de 8%, perfazendo um ganho total aproximado de 63% nas 42 horas observadas.

Na Figura 04 pode-se observar que para a cultivar Small White, foram necessárias 40 horas para que a germinação ocorresse. Nas primeiras 14 horas houve um ganho de peso cerca de 30%, já na 28 horas seguintes o ganho de peso foi de aproximadamente 30%, totalizando 60% no ganho de peso nas 42 horas observadas. Observa-se ainda nesta Figura um comportamento quase linear no ganho de

peso.

Pode-se observar pela Figura 05 que para a cultivar ESAL-612, foram necessárias 42 horas para que a germinação ocorresse. Nas primeiras 14 horas houve um ganho de peso cerca de 40%, 15% nas 20 horas seguintes e 10% nas últimas 8 horas, com um total aproximado de 66% no total das 42 horas.

Pela Figura 06 pode-se observar que para a cultivar Ouro, foram necessárias 42 horas para que a germinação ocorresse. Nas primeiras 14 horas houve um aumento cerca de 40% no ganho de peso e 22% nas 28 horas restantes, totalizando 62% até o final das 42 horas. Esta Figura mostra também um comportamento mais linear da curva.

Na Figura 07 observa-se que para a cultivar Preto 60 dias, foram necessárias 42 horas para que a germinação ocorresse. Nas primeiras 14 horas houve um ganho de peso cerca de 25%, 23% nas 28 horas restantes, totalizando 48% até o final das 42 horas. Esta curva também mostra uma tendência mais linear.

Na Figura 08 observa-se que para a cultivar Carioca, foram necessárias 40 horas para que a germinação ocorresse. Nas primeiras 14 horas houve um ganho de peso cerca de 30% e 27% nas 28 horas restantes, totalizando 57% até o final das 42 horas. Esta curva também mostra uma tendência mais linear.

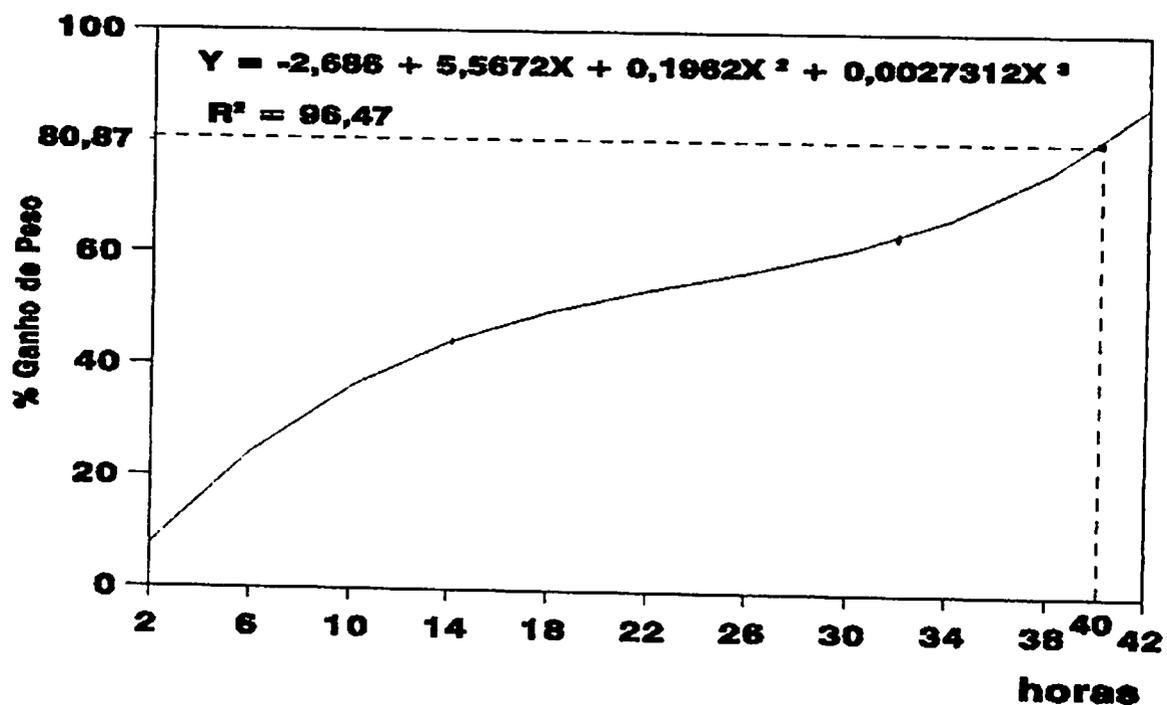


FIGURA 01 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Rio Negro, à temperatura Ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.

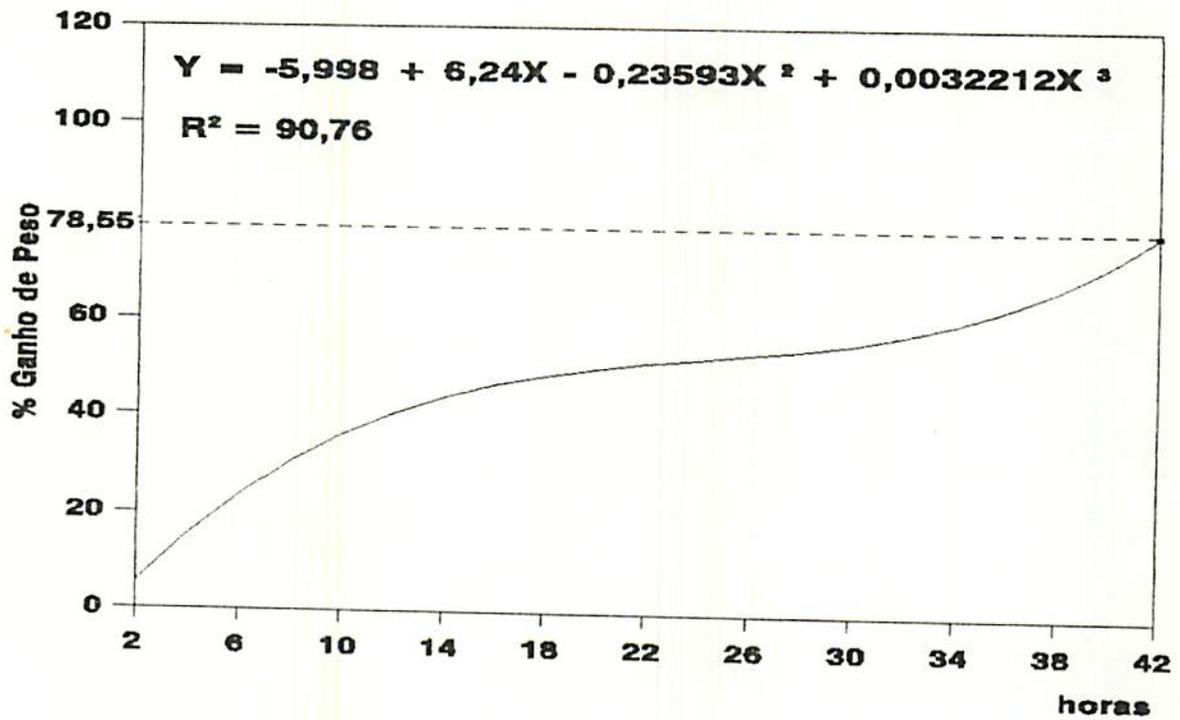


FIGURA 02 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. CNF-5, à temperatura Ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.

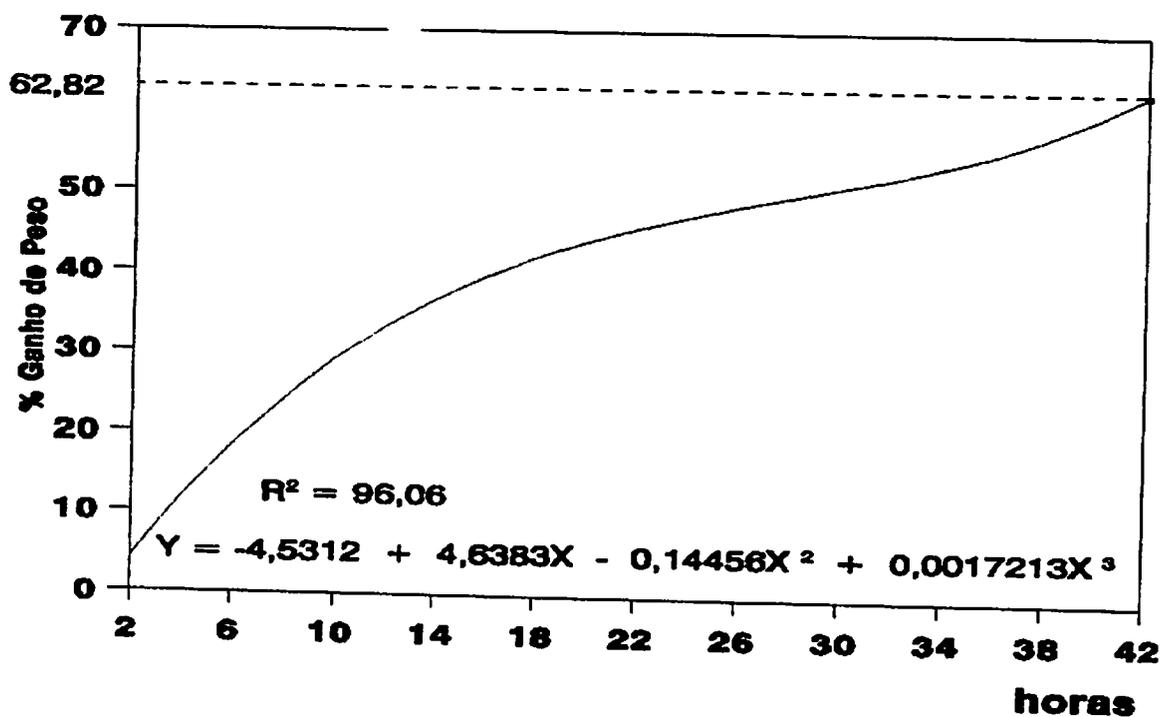


FIGURA 03 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Rio Vermelho, à temperatura Ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.

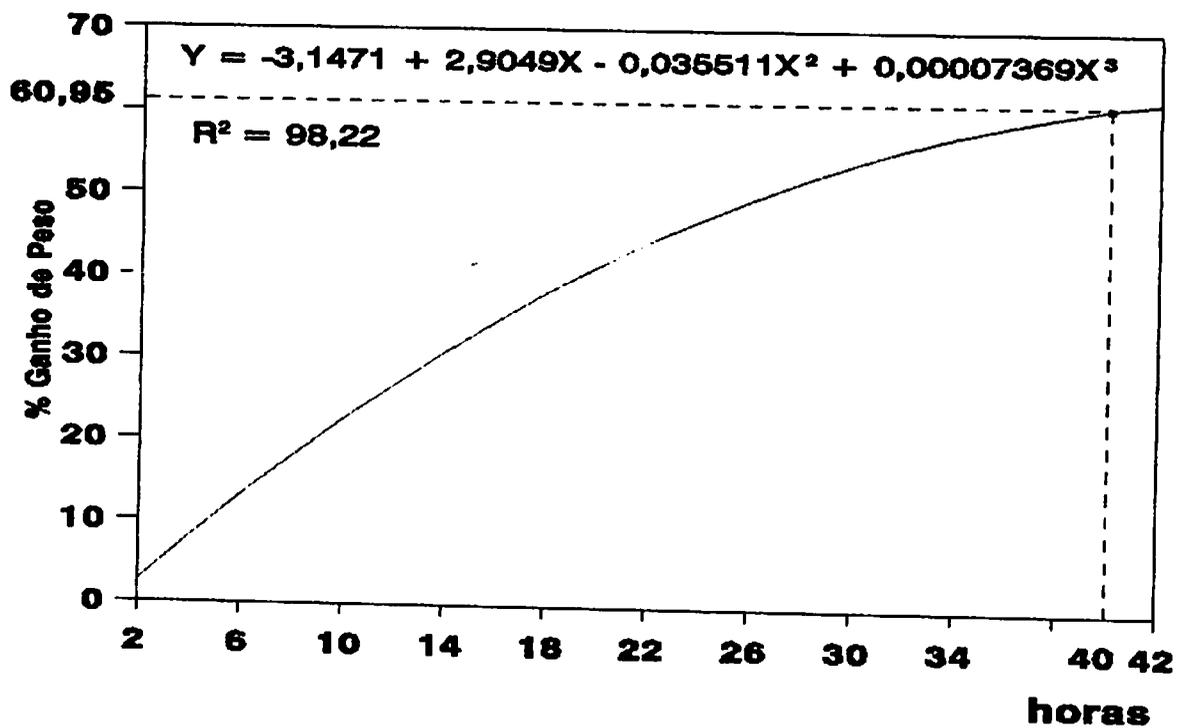


FIGURA 04 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Small White, à temperatura Ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.

De uma maneira geral as cultivares germinaram entre 40 e 42 horas, quando submetidas à temperatura constante de 25°C e mantidos ideais os demais fatores externos. Esta variação de 2 horas parece insignificante em relação ao período total. Desta forma podemos considerar que nestas condições as oito cultivares testadas tiveram comportamento semelhante com relação ao tempo de duração do processo germinativo. Entretanto com relação à quantidade de água necessária para a germinação, as diferenças foram sensivelmente maiores, sendo que as cultivares Rio Negro e CNF-5 germinaram com um ganho de peso perto de 80% e as cultivares Rio Vermelho, Small White, ESAL-612 e Ouro germinaram quando ganharam de 60 a 66% de umidade. Já as cultivares Carioca e Preto 60 dias exigiram um percentual de umidade mais baixo, 57% para a Carioca e 48% para a Preto 60 dias.

Observa-se ainda pela comparação na Figura 09, que as cultivares Rio Negro, CNF-5, Rio Vermelho e ESAL-612 apresentaram ao longo do tempo 3 diferentes velocidades de embebição, de forma muito semelhante à descrição do sistema trifásico proposto por Bewley e Black (1978). Já as cultivares Small White, Ouro, Preto 60 dias e Carioca apresentaram uma embebição mais linear. Este fato parece estar ligado com a velocidade inicial de embebição, uma vez que as sementes destas cultivares tiveram um ganho de peso em torno de 30% em embebição por 14 horas, enquanto que para as demais cultivares, neste mesmo período de tempo o ganho situou-se perto de 40%. Este atraso na embebição inicial fez com que as 3 fases ocorressem simultaneamente e a absorção neste caso ocorresse mais uniformemente durante todo o processo.

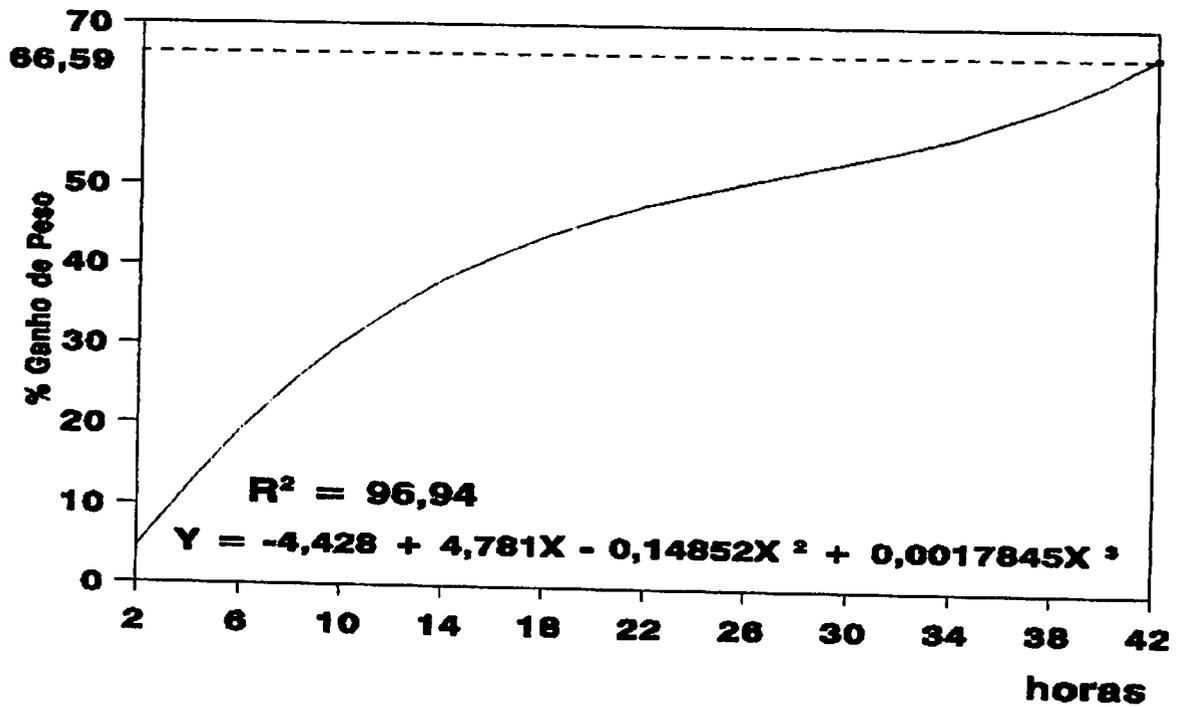


FIGURA 05 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. ESAL - 612, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.

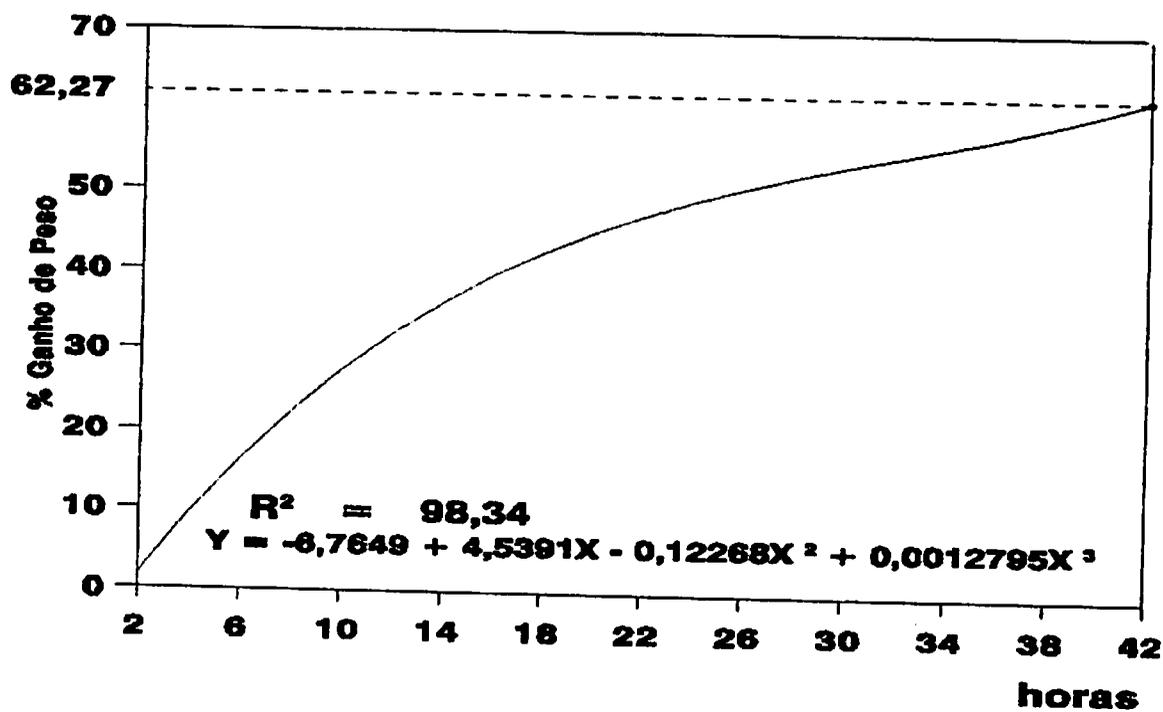


FIGURA 06 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Ouro, à temperatura Ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.

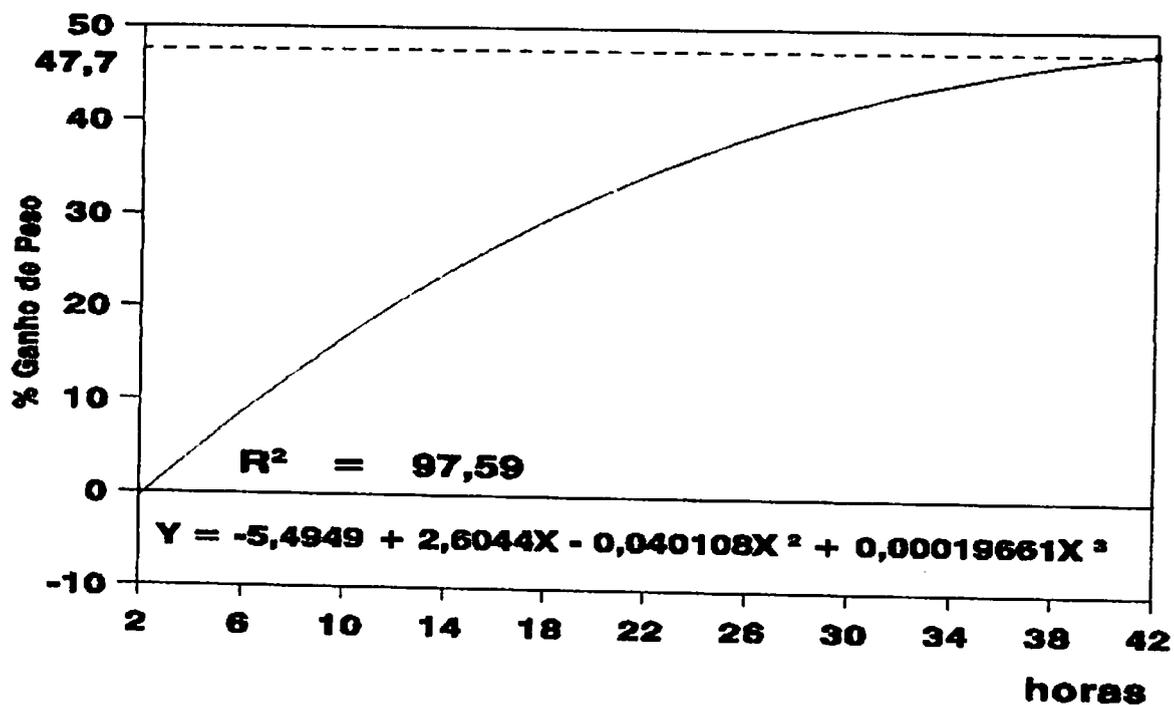


FIGURA 07 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Preto 60 dias, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.

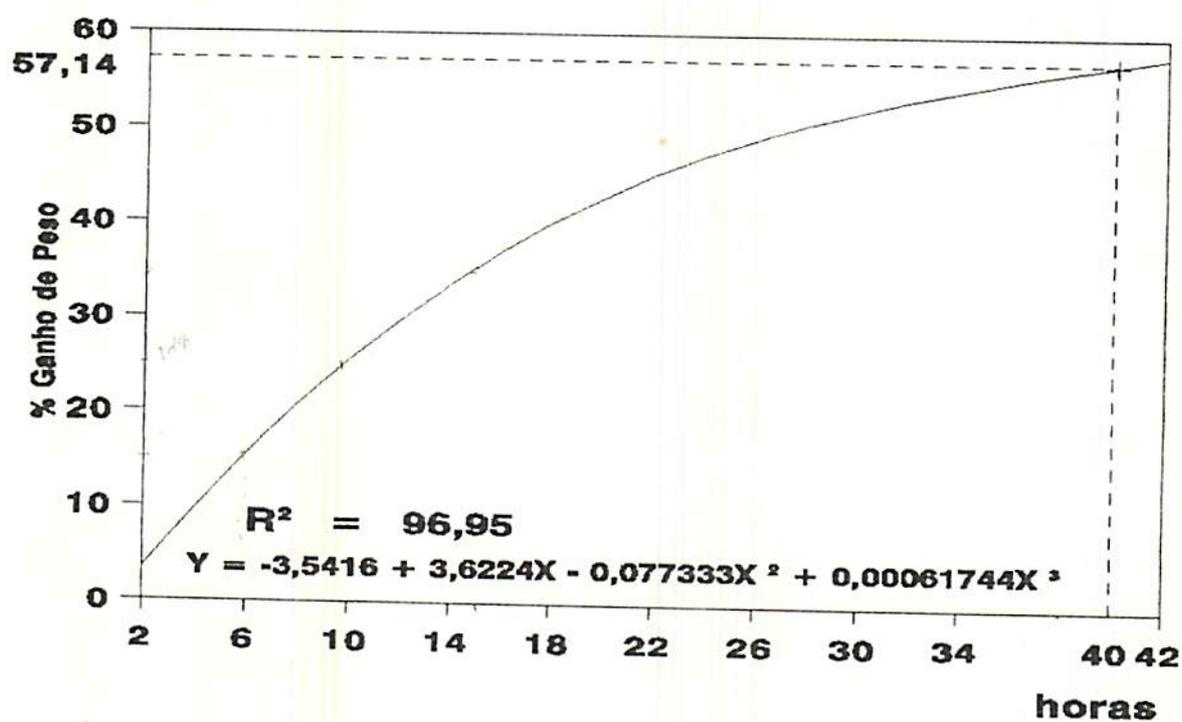


FIGURA 08 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Carioca, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.

Desphande e Cheryan (1986) estudando a absorção inicial em Phaseolus vulgaris, verificaram que o hilo e a micropila foram importantes, mas o tegumento teve um papel dominante, principalmente após vencida a resistência à absorção inicial, e que, cultivares com alta absorção inicial possuem tegumentos relativamente finos.

As Figuras 10 a 17 mostram o ganho de peso das cultivares Rio Negro, CNF-5, Rio Vermelho, Small White, ESAL-612, Ouro, Preto 60 dias e Carioca, durante o processo de germinação, em temperatura constante de 12°C.

Pela Figura 10 podemos observar que para a cultivar Rio Negro foram necessárias 144 horas para que ocorresse a germinação. Nas primeiras 72 horas houve ganho de peso cerca de 70% e nas 72 horas subseqüentes, apenas 20%, totalizando um ganho de peso cerca de 90%.

Pela Figura 11 observa-se que para a cultivar CNF-5 foram necessárias 192 horas para que a germinação ocorresse. Nas primeiras 72 horas houve um ganho de peso aproximado de 70% e nas 120 horas seguintes, apenas 20%, totalizando um ganho de peso cerca de 90%.

Na Figura 12 observa-se que para a cultivar Rio Vermelho foram necessárias 176 horas para que a germinação ocorresse. Nas primeiras 72 horas houve um ganho aproximado de 60% e nas 104 horas seguintes, apenas 20%, totalizando um ganho de peso de 80%.

Na Figura 13 observa-se que para a cultivar Small White foram necessárias 128 horas para que a germinação ocorresse. Nas primeiras 72 horas houve um ganho aproximado de

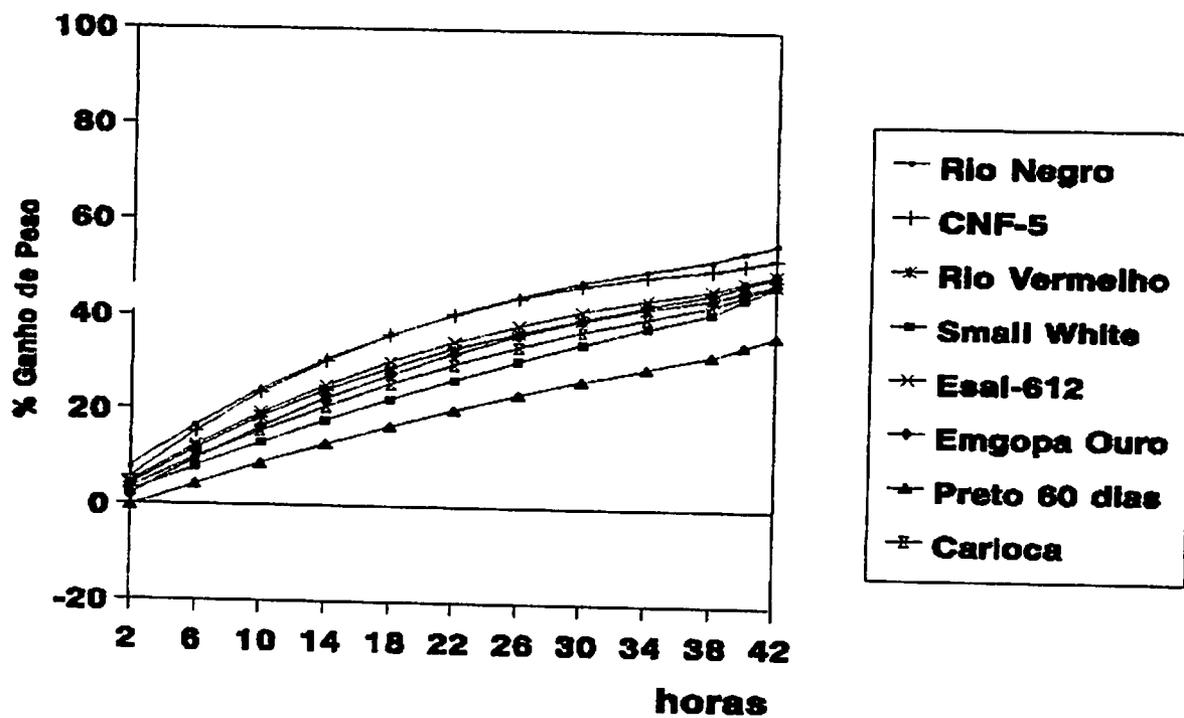


FIGURA 09 - Ganho de peso com a absorção durante o processo germinativo de sementes de oito cultivares de feijão, à temperatura ideal (25°C). Lavras, ESAL, 1990.

60% e nas 56 horas seguintes, apenas 20%, totalizando um ganho de peso de 80%.

Nas Figuras 14, 15, 16 e 17 observa-se que nas cultivares ESAL-612, Ouro, Preto 60 dias e Carioca, o processo de germinação não ocorreu, mesmo após 264 horas de embebição. As cultivares ESAL-612 e Carioca aumentaram nas primeiras 72 horas aproximadamente 60% no seu peso e nas 192 horas seguintes o ganho de peso foi de apenas 30%, totalizando um ganho de peso de 90%. Para as cultivares Ouro e Preto 60 dias o ganho de peso nas primeiras 72 horas foi de aproximadamente 45% e nas 192 horas seguintes o ganho de peso foi de 45%, totalizando também cerca de 90% no ganho de peso no final das 264 horas.

De uma maneira geral, observa-se pela Figura 18 que o comportamento do processo germinativo das oito cultivares testadas, a 12°C apresentaram diferenças marcantes, tanto com relação ao ganho de peso, como na velocidade de germinação.

As cultivares Small White, Rio Negro, Rio Vermelho e CNF-5 germinaram com 128, 144, 176 e 192 horas respectivamente, enquanto que, as cultivares ESAL-612, Ouro, Preto 60 dias e Carioca não germinaram, mesmo decorridas 264 horas (11 dias), quando já apresentavam sinais de deterioração.

A velocidade inicial da embebição bem como a quantidade de água absorvida não foram os fatores que determinaram as diferenças de comportamento entre as cultivares. Pela comparação, por exemplo, da cultivar Small White com a cultivar ESAL-612, pode-se verificar a semelhança entre as curvas de embebição, nos pontos críticos do processo, principalmente considerando o momento da germinação da Small White.

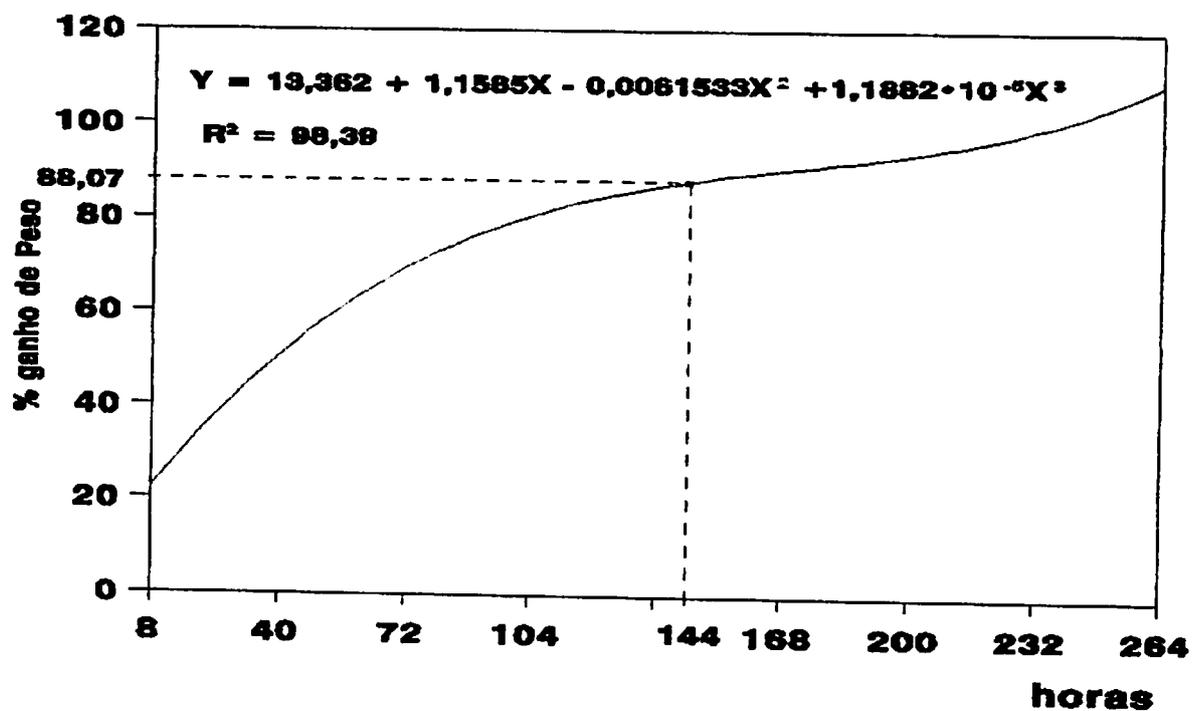


FIGURA 10 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Rio Negro, à baixa temperatura (12°C).Lavras, ESAL, 1990.

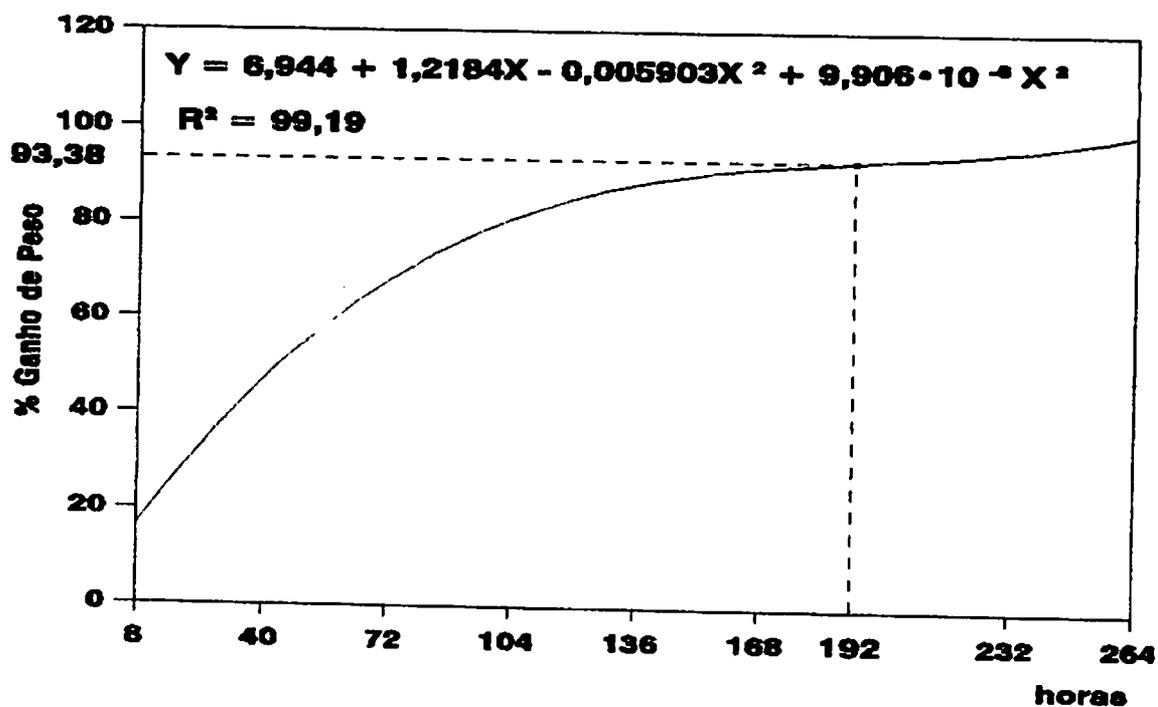


FIGURA 11 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. CNF-5, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.

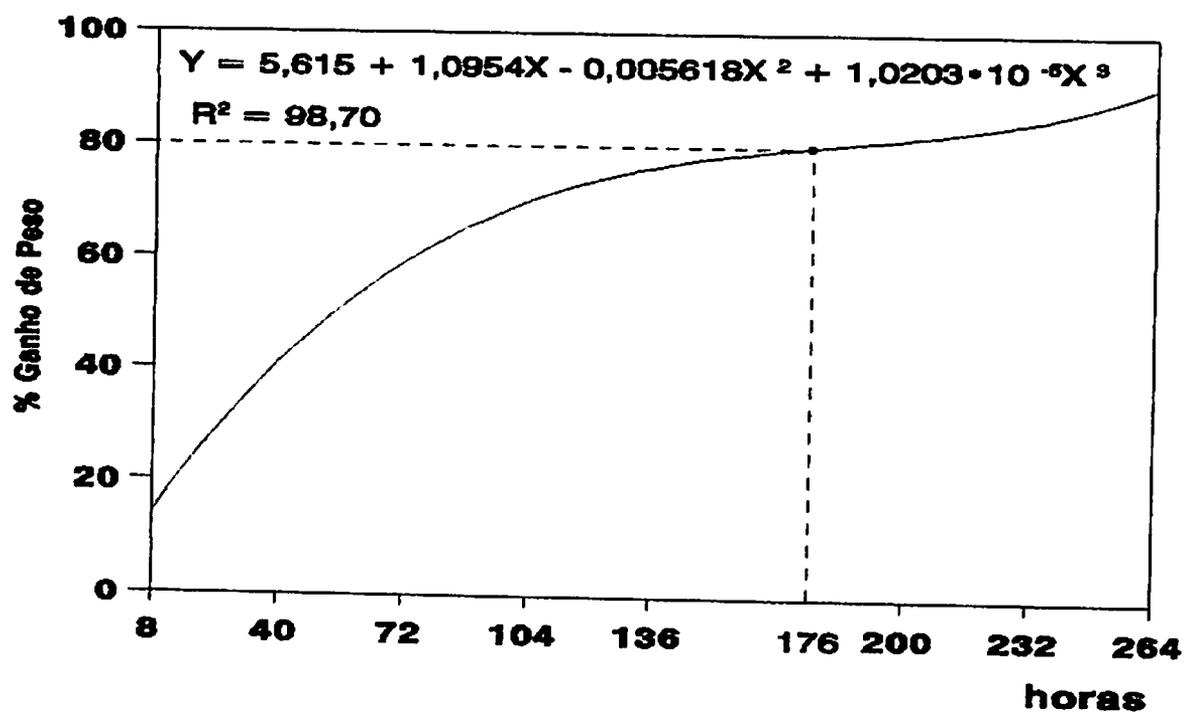


FIGURA 12 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Rio Vermelho, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.

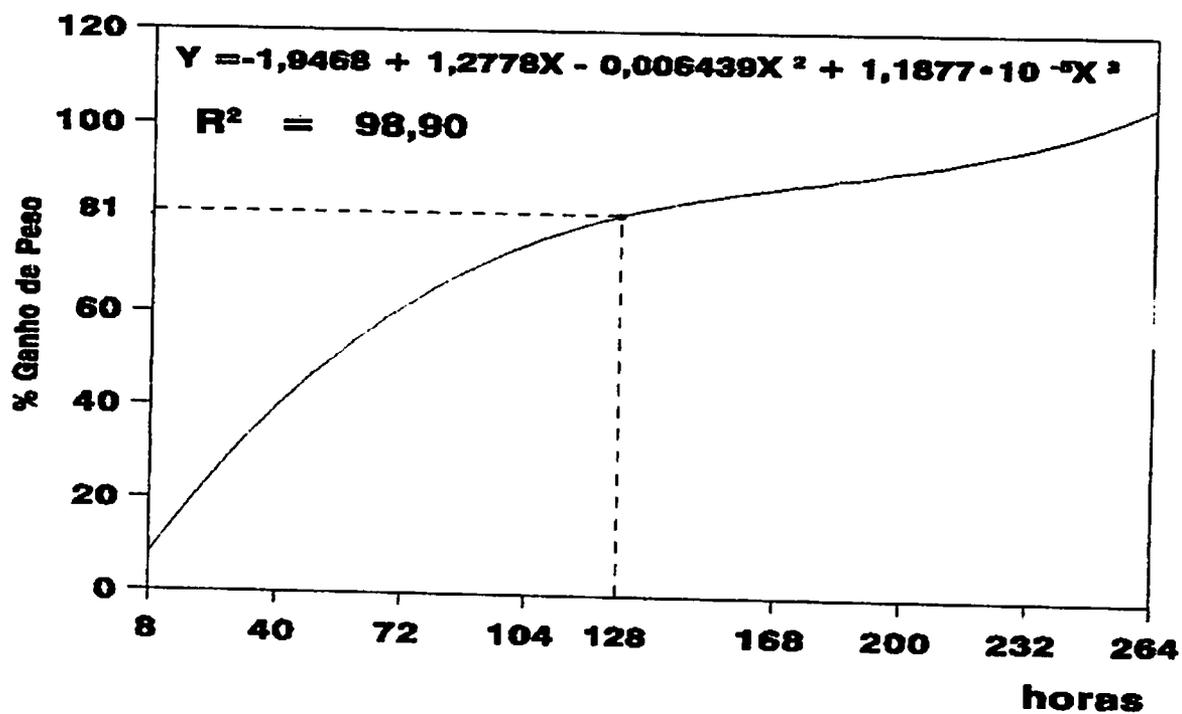


FIGURA 13 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Small White, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.

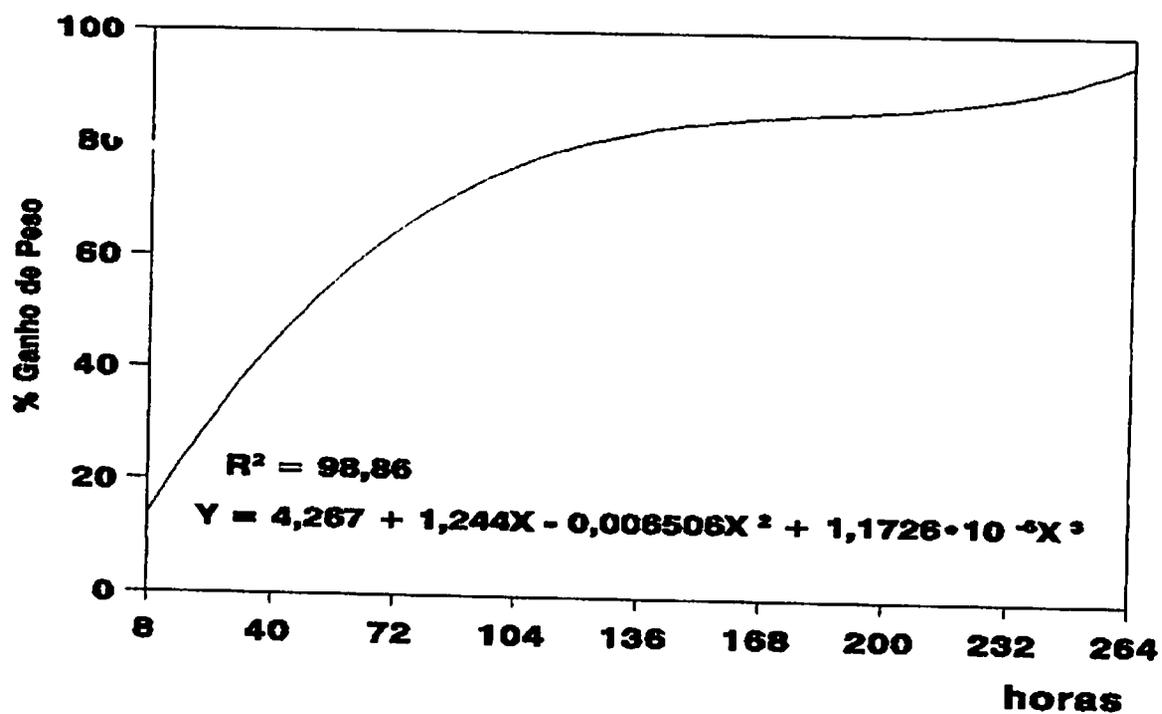


FIGURA 14 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. ESAL - 612, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.

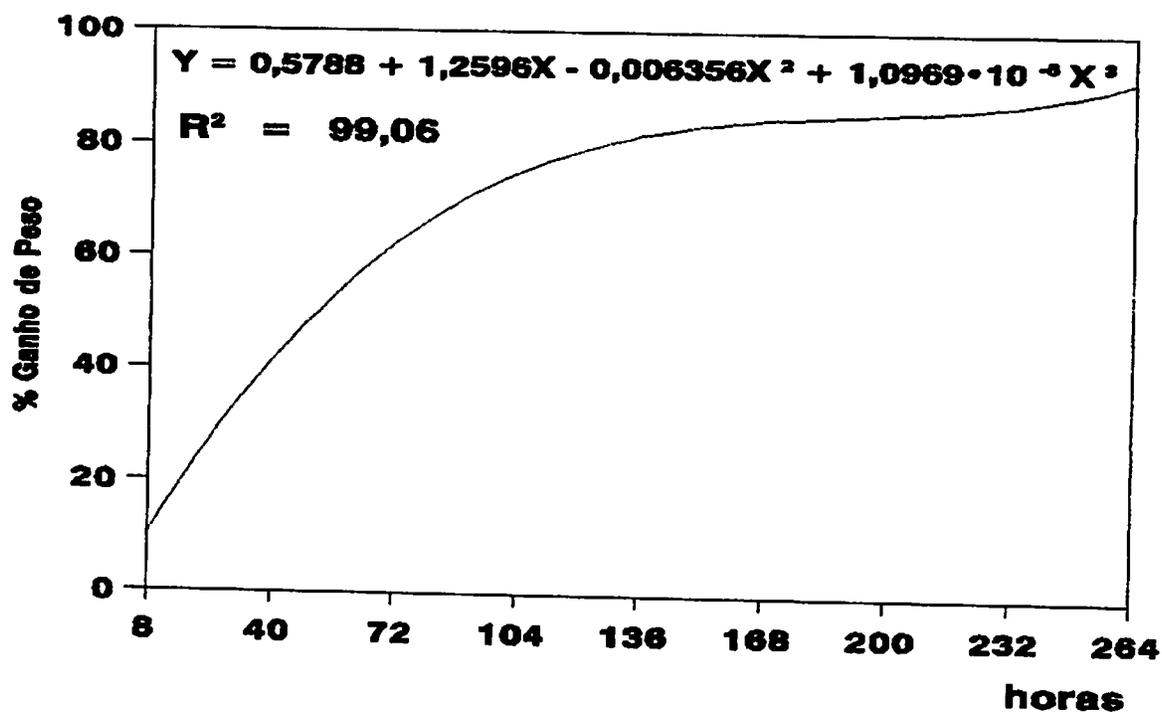


FIGURA 15 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Ouro, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.

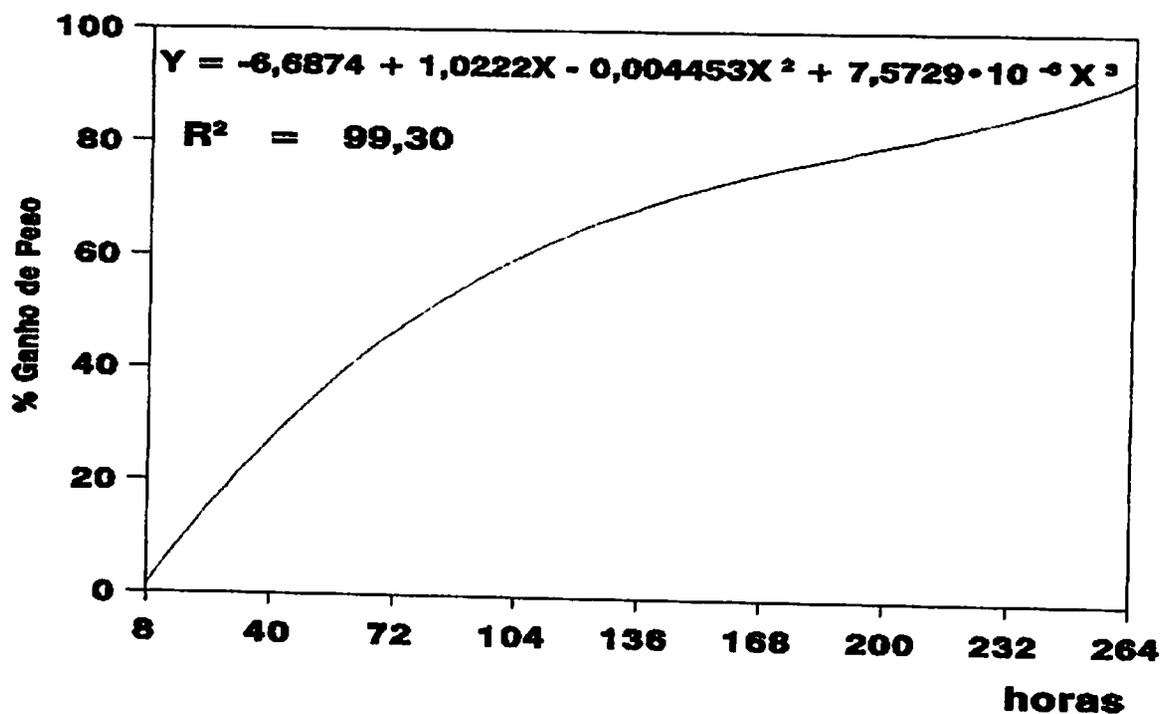


FIGURA 16 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Preto 60 dias, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.

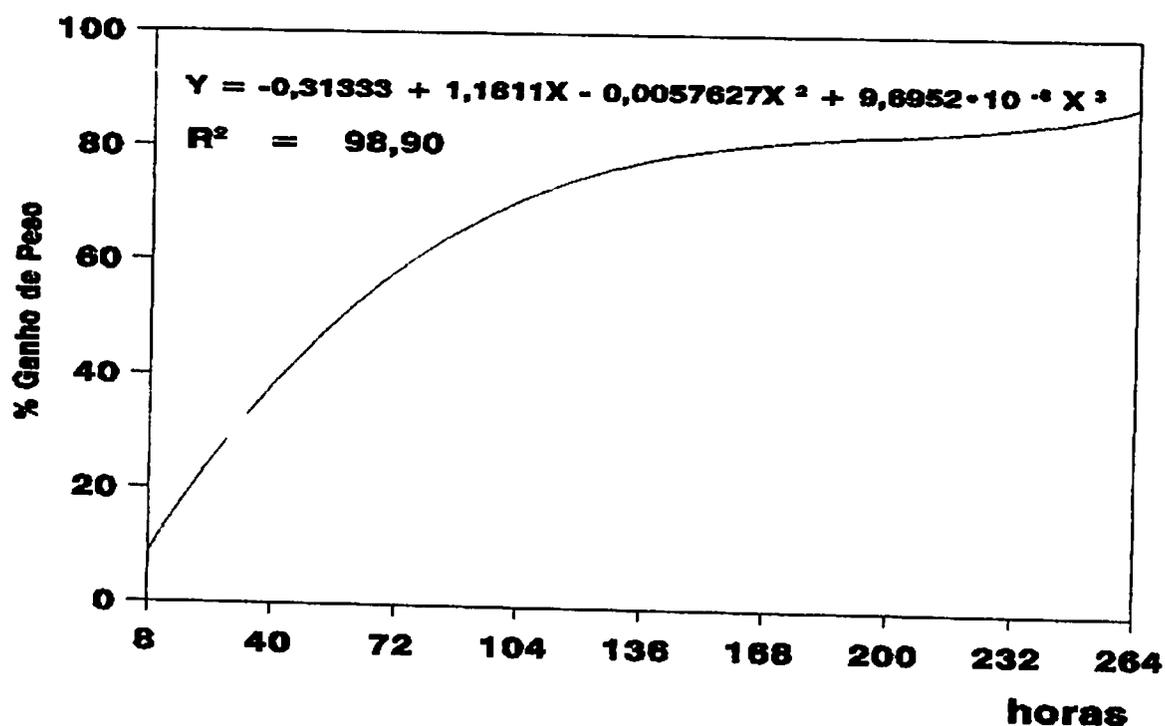


FIGURA 17 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de feijão cv. Carlota, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.

É importante ressaltar também que em todos os casos, independente da cultivar e da temperatura, a germinação ocorreu quando as sementes absorveram de 47,7% até 93,38% do seu peso em água, e as cultivares que não germinaram a 12°C invariavelmente atingiram mais de 80% do ganho de peso antes do término do acompanhamento, sendo que nem sempre as que embeberam menor quantidade de água a 25°C, conseguiram germinar a 12°C.

A comparação das curvas de uma mesma cultivar nas duas temperaturas (25°C e 12°C) (Figuras 9 e 18) permite observar que a velocidade de embebição a 25°C foi muito maior para todas as cultivares, e que a percentagem de embebição necessária à germinação foi sempre maior, quando as sementes eram mantidas a 12°C. Pode-se notar ainda que duas das cultivares (Carioca e Preto 60 dias) que necessitaram menor quantidade de água para germinar a 25°C, não conseguiram germinar a 12°C, mesmo absorvendo quantidades maiores de água nesta temperatura.

A observação da embebição nas duas temperaturas permite demonstrar que este fator influi decisivamente na velocidade de germinação na medida em que reduz a velocidade da embebição, mas que, provavelmente existam alterações nas reações bioquímicas durante a digestão das reservas que nas variedades ESAL-612, Ouro, Preto 60 dias e Carioca, chegaram a impedir a germinação das sementes.

Pela Tabela 04 (Apêndice) referente à análise de variância do índice de velocidade de emergência e estande, observa-se que as cultivares de feijão tiveram comportamento diferenciado quando semeadas em canteiro no período de inverno.

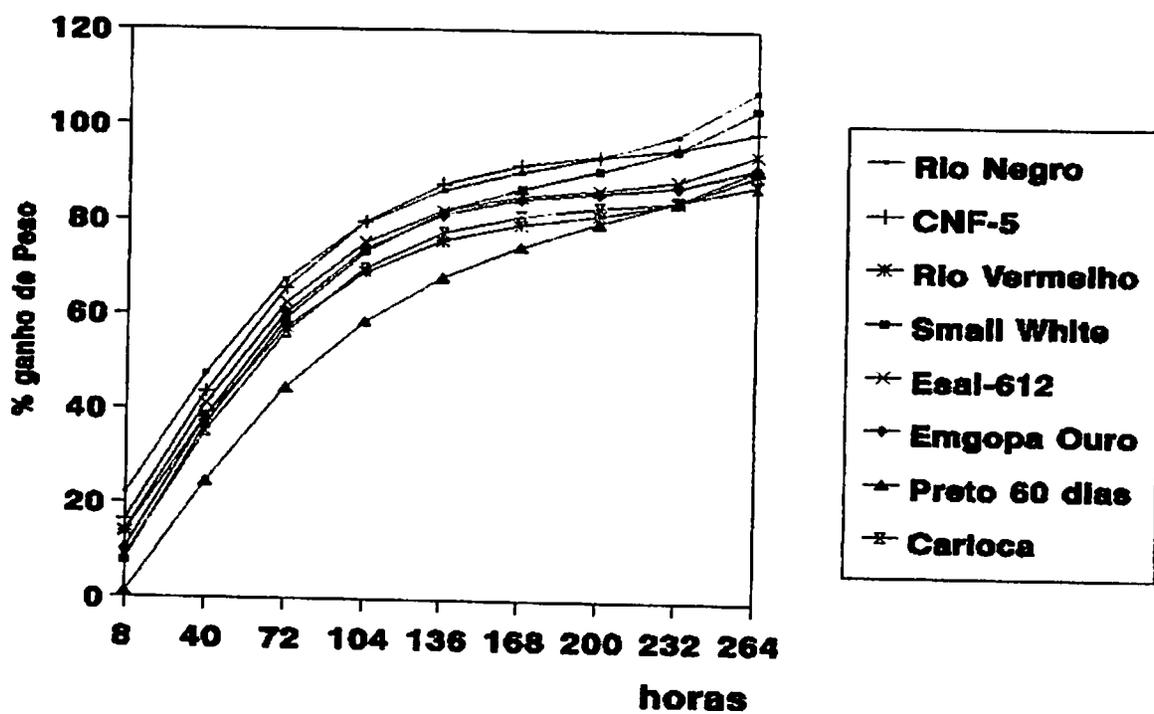


FIGURA 18 - Ganho de peso com a embebição durante o processo germinativo de sementes de oito cultivares de feijão, à baixa temperatura (12°C). Lavras, ESAL, 1990.

Pela Tabela 05, nota-se que o estande variou de 87,5% a 100% e que a cultivar ESAL-612 apresentou menor estande, seguido da cultivar CNF-5. As demais cultivares foram semelhantes entre si e apresentaram estande entre 98% a 100%. Deve-se ressaltar ainda que os percentuais de plântulas estabelecidas (estande) de todas as cultivares foram superiores ao padrão de germinação do Estado (Minas Gerais, 1985).

TABELA 05 - Valores percentuais médios de estande e índice de velocidade de emergência, em canteiro, de oito cultivares de feijão, Lavras, ESAL, 1990.

Cultivares	% Emergência	Índice de velocidade
Carioca	100,00 a	5,1200 cd
Preto 60 dias	99,50 a	4,8950 d
Rio Vermelho	99,50 a	5,5600 ab
Ouro	99,00 ab	5,3200 bc
Small White	98,00 ab	5,5650 ab
Rio Negro	98,00 ab	5,8275 a
CNF-5	95,50 b	5,3800 b
ESAL-612	87,50 c	4,4450 e

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação à velocidade de emergência, as cultivares Rio Negro, Small White e Rio Vermelho se mostraram as mais aptas para emergirem à baixa temperatura, seguidas das cultivares CNF-5, Ouro

e Carioca que obtiveram índices semelhantes entre si.

A cultivar Preto 60 dias foi superior apenas à cultivar ESAL-612 que se apresentou com menor índice.

A análise dos dados referentes ao estande permite considerar que apesar das diferenças significativas observadas, todas as médias foram superiores ao padrão mínimo de germinação para o Estado de Minas Gerais (Brasil, 1976). Entretanto mesmo utilizando sementes de alto vigor, foram necessários 17 dias para estabilização do estande. Este tempo indica que em condições de campo se obteria uma cultura desuniforme, com ciclo aumentado e com possibilidade de reduções consideráveis no estande quando as sementes utilizadas tiverem vigor mais baixo.

Já o índice de velocidade de emergência em canteiros, por ser um teste onde o tempo gasto para a germinação é fator determinante de seu valor, foi capaz de diferenciar bem as tendências das cultivares em germinar em condições de baixa temperatura, mesmo quando estas temperaturas (Tabela 06 - Apêndice) tiveram variações bem acima de 12°C.

Verifica-se que houve um comportamento semelhante das cultivares nos testes de laboratório e no teste de emergência em canteiro, sendo que, as cultivares Rio Negro, Small White e Rio Vermelho apresentaram-se com os melhores resultados e as cultivares Preto 60 dias e ESAL-612 foram inferiores, em ambos os testes.

5 CONCLUSÕES

1. O período de embebição até a germinação foi maior a 12°C quando comparado a 25°C.
2. O percentual de ganho de peso em água necessário para a germinação foi distinto para as cultivares a 25°C. Na embebição a 12°C para as cultivares que germinaram (Rio Negro, CNF-5, Rio Vermelho e Small White), houve um comportamento mais uniforme e maior com relação à necessidade de água.
3. O comportamento da velocidade de embebição a 12°C e 25°C ao longo do processo teve variação entre as cultivares.
4. Em temperatura de 12°C as cultivares Small White e Rio Negro germinaram após 5 a 6 dias, Rio Vermelho e CNF-5 germinaram após 7 a 8 dias, ESAL-612, Ouro, Carioca e Preto 60 dias não germinaram. A 25°C não houve diferença acentuada no tempo para a germinação das cultivares.
5. A quantidade de água absorvida e a velocidade de embebição não foram os fatores limitantes da germinação a 12°C.

APÉNDICE

TABELA 02 - Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos dados referentes à germinação padrão (TPG), viabilidade e vigor (Teste de Tetrazólio) de sementes de oito cultivares de feijão. Lavras, ESAL, 1990.

Causa de variação	GL	QM		
		TPG	TZ Viabilidade	TZ Vigor
Variedades	7	3,6428 ns	2,0000 ns	22,1442 ns
Blocos	3	2,8333 ns	3,3333 ns	9,8333 ns
Resíduo	21	1,7142	2,5714	20,8809
CV		1,333	1,616	4,754

ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 04 - Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos dados referentes ao estande e índice de velocidade de emergência em canteiro, de oito cultivares de feijão. Lavras, ESAL, 1990.

Causa de variação	GL	QM	
		TPG	TZ Viabilidade
Variedades	7	68,5000 *	0,7657 *
Blocos	3	5,5000 ns	0,2774 *
Resíduo	21	2,6428	0,0229
CV		1,674	2,880

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.
 ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 06 - Dados de temperatura em quatro diferentes períodos do dia, obtidos no solo e no ar, durante o teste de emergência em canteiros, de oito cultivares de feijão. Lavras, ESAL, 1990.

Data	Temperatura do solo ¹ (°C) (3 cm)				Temperatura do ar ² (°C)			
	Horas				Horas			
	3:00	9:00	15:00	21:00	3:00	9:00	15:00	21:00
25/08	15	15	16	15	15	15	19	15
26/08	16,6	17,6	18,5	16,6	16,6	17,6	20	16,6
27/08	18,3	18,3	19	18,3	18,3	18,3	20	18,3
28/08	15,8	15,8	16	15	15,8	15,8	18	15,8
29/08	14	15	16,5	15	14	15	18	15
30/08	13	16	16,5	15	13	16	19,5	15
31/08	14,5	17	18,5	17,5	14,5	18	24	19
01/09	15,5	16,5	18	16	16	20	27,5	16
02/09	15,8	18	23	17,5	16	17,8	23	17,8
03/09	14	15	18	15	14	17,5	21,5	16
04/09	16	16	19,5	17	16	18	26	16,5
05/09	15	20,5	21	18	15	21	28	22
06/09	16	17,5	20	18	15,5	21,5	27	20
07/09	16	18	24	19	17	20	27	19
08/09	16,5	18,5	19,5	18,5	16,5	20	22,5	20,5
09/09	16,5	25	20	16	17	22	26,5	-19
10/09	14	16	20,5	18	14,5	19,5	26,5	21
11/09	16	17	23	-	16	21	28	-

1 - Temperatura média do solo = 17,24

2 - Temperatura média do ar = 18,86

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTRIN, R.B.; MCLEAN, M.S.M. A method for screening Phaseolus genotypes for tolerance to low temperatures. Journal of Horticultural Science, Warwich, v.47, p.279-280, 1972.
- BARTON, L.V. The effect of storage conditions on the viability of bean seeds. Boyce Thompson Institute for Plant Research, Menasha, v.23, p.281-284, 1967.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. Physiology and biochemistry of seed in relation to germination. Berlin: Springer Verlay, 1978. n.1, 306p.
- BRAMLAGE. W.J.; LEOPOLD, A.C.; PARRISH, D.J. Chilling stress to soybeans during imbibition. Plant Physiology, Maryland, v.61, p.525-529, Apr. 1978.
- BRAMLAGE. W.J.; LEOPOLD, A.C.; SPECHT, J.E. Imbibitional chilling sensitivity among soybean cultivars. Crop Science, Madison, v.19, p.811-814, 1979.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, Disem. 1976. 188p.
- CAL, J.P.; OBENDORF, R.L. Imbibitional chilling injury in Zea mays L. altered by initial kernal moisture and maternal parent. Crop Science, Madison, v.12, p.369-373, 1992.

- CAMARGO, A.P. de Esboço de zoneamento de aptidão agroclimática do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1., Campinas, 1971. Anais... Viçosa: UFV, 1972. p.119-126.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429p.
- CHRISTIANSEN, M.N. Periodes of sensitivity to chilling in germination cotton. Plant Physiology, Maryland, v.42, n.3, p.431-433, Mar. 1976.
- CHRISTIANSEN, M.N. Physiological bases for resistance to chilling. Hort Science, Alexandria, v.14, n.5, p.583-586, Oct. 1979.
- COPELAND, L.O. Principles of seed science and tecnologia. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1976. 369p.
- COSTA, M.R.S.; DELOUCHE, J.C. Efeito das condições de armazenamento de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), no vigor e no comportamento das plantas no campo. Ciência e cultura, Ilha do Fundão, v.25, n.6, p.515, jun. 1973. (Resumos).
- COSTA, N.P. PEREIRA, L.A.G.; FRANÇA NETO, J. de B.; YAMASHITA, J. Zoneamento ecogico para produção de sementes de soja de cultivares precoces no estado do paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 3, Campinas, 1983. Resumos... Brasília: ABRATES, 1983, p.134.
- COSTA, N.P. da; FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWISK, F.C.; PARO, H.; CASTRILLON, M. Avaliação das qualidades fisiológicas e sanitária de sementes de soja produzidas no Estado do Mato Grosso In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5, Gramados, 1987. Resumos... Brasília: ABRATES, 1987. P.93.
- COSTA, N.P.; PEREIRA, L.A.G.; FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A. A.; CASTRILLON, M. Avaliação da qualidade de sementes de soja produzidas no Estado do Mato Grosso na safra de 1983/84. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4, Brasília, 1985. Resumos... Brasília: ABRATES, 1985b. P.6.

- COVEY, H.M. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. Hort Science, Alexandria, v.17, n.2 p.162-165, Apr. 1982.
- DELOUCHE, J.C.; CALDWELL, W.P. Seed vigor and vigor test. Proceedings Association Official Seed Analysts of North America, New Brunswick, v.50, p.124-129, 1960.
- DELOUCHE, J.C.; STILL, T.W.; RASPET, M.; LIENHARD, M. O teste de tetrazólio para viabilidade de sementes. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103p.
- DESPHANDE, S.S.; CHERYAN, M. Microstructure and water uptake of **Phaseolus** and winged bean. Journal of Food Science, Urbana, v.51, n.5, p.1218-1223, 1986.
- DICKSON, M.H. Breeding beans, **Phaseolus vulgaris** L., for improved germination under unfavorable low temperature conditions. Crop Science, Madison, v.11, n.6, p.848-850, Nov./Dec. 1971.
- DICKSON, M.H. Cold tolerance in lima beans. Hort Science, Alexandria, v.8, n.5, p.410, Oct. 1973.
- DICKSON, M.H.; BOETTGER, M.A. Emergence, growth and blossoming of bean (**Phaseolus vulgaris** L.) at suboptimal temperature. Journal of The American Society for Horticultural Science, Alexandria, v.109, n.2 p.257-260, Mar/Apr. 1984.
- FRANÇA NETO, J. de B.; COSTA, N.P. da; HENNING, A.A.; PALHADO, J.B.; SFREDO, G.J.; BORKET, C.M. Efeito de doses e métodos de aplicação de cloreto de potássio sobre a qualidade de sementes de soja. Resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4, Brasília, 1985. Resumos... Brasília: ABRATES, 1985a. p.62.
- FRANÇA NETO, J. de B.; COSTA, N.P. da; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PEREIRA, L.A.G. Comparação de diversos tipos de embalagem para armazenamento de sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4, Brasília, 1985. Resumos... Brasília: ABRATES, 1985b. p.192.

- FRANÇA NETO, J. de B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. da; ALVES, D.S.; COLAGIOVANNI, J.A.F.; KRZYZANOWISK, F.C. Efeito da aplicação de fungicidas foliares sobre a qualidade de sementes de soja no município de Cassilândia, M.S. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5, Gramado, 1987. Resumos.. Brasília: ABRATES, 1987. p.186.
- FRANÇA NETO, J. de B.; POTTS, H.C. Efeito da colheita mecânica e da secagem artificial sobre a qualidade da semente dura em soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 1, Curitiba, 1979. Resumos... Curitiba: COMINEX, 1979. p.46.
- HARDWICK, R.C. The emergence and early growth of French and runner beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and (*Phaseolus coccineus* L.) sow on different dates. Journal of Horticultural Science, Kent, v.47, p.395-410, 1972.
- HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J. de B.; COSTA, N.P. da. Contaminação superficial de sementes de soja por *Aspergillus* sp. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4, Brasília, 1985. Resumos... Brasília: ABRATES, 1985a. p.137.
- HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J. de B.; COSTA, N.P. da. Treinamentos em tetrazólio e patologia de sementes de soja oferecidas pelo CNPSO/EMBRAPA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4, Brasília, 1985. Resumos... Brasília: ABRATES, 1985b. p.49.
- HERNER, R.C. Germination unde cold soil conditions. Hort Science, Alexandria, v.21, n.5, p.1118-1122, Oct. 1986.
- KEMP, G.A. Initiation and development of floweres in beane under suboptimal temperature conditions. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, v.53, n.3, p.623-627, July 1973.
- KOISTRA, E. Germinability of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) at low temperature. Euphytica, Wageningen, v.20, n.2, p.208-213, May 1971
- KOTOWSKI, F. Temperature relations to germination of vegetable seed. Proceedings of the American Society of Horticultural Science, New York, v.23, p.176-184, 1926.

- LABOURIAUY, L.G. A germinação de sementes. Washington: OEA, 1983. 197p. (OEA Coleção de monografias científicas-biológicas, 24).
- LEVITT, J. Responses of plants to environmental stresses. New York: Academic Press, 1972. 697p.
- LYONS, J.M. Chilling injury in plants. Annual Review of Plant Physiology, Pala Alto, v.24, p.445-466, 1973.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Science, Madison, v.2, n2, p.176-177, Mar./Apr. 1964.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. da. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MARKHART, A.H. Chilling injury: a review of possible causes. Hort Science, Alexandria, v.21, n.6, p.1329-1333, Dec. 1986.
- MAYER, A.M.; PLLJAKOFF-MAYBER, A. The germination of seeds. 3.ed. Oxford: Pergamon Press, 1982. 211p.
- MINAS GERAIS. Secretaria do Estado da Agricultura. "Normas padrões e procedimentos para a produção de sementes básicas, certificadas e fiscalizadas". 2.ed. Belo Horizonte, 1985. 110p.
- MOORE, R.P. Tetrazolium a universally acceptable quality test of viable seed. Proceedings of the International Seed Testing Association, Copenhagen, v.27, n.3, p.795-805, 1962.
- PINTHUS, M.J.; KIMEL, V. Speed of germination as criterion of seed vigor in soybeans. Crop Science, Madson, v.19, p.291-292, 1979.
- POLLOCK, B.M. Imbibition temperature sensitivity of lima beans seeds controlled by initial seed moisture. Plant Physiology, Maryland, v.55, n.6, p.907-911, June 1969.

- POLLOCK, B.M.; ROOS, E.E.; MANOLO, J.R. Vigor of garden bean seeds and seedlings influenced by initial seed moisture, substrate oxygen and imbibition temperature. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, v.94, p.577-584, 1969.
- POLLOCK, B.M.; TOOLE, V.K. Imbibition period as the critical temperature sensitive stage in germination of lima bean seeds. Plant Physiology, Maryland, v.41, n.1, p.221-229, Jan. 1966.
- POPINIGIS, F. Effects of the physiological quality of seed on field performance of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill) as effected by population diversity. Mississippi: Mississippi State University, 1973. 85p. (Tese P.H.D.).
- POPINIGIS, F. Fisiologia da Semente. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- ROEGGEN, O. Variation in minimum germination temperature for cultivars of bean (*Phaseolus vulgaris* L.), cucumber (*Cucumis sativus* L.) and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Scientia Horticultural, Amsterdam, v.33, p.57-65, 1987.
- ROOS, E.E.; MANOLO, J.R. Effect of initial seed moisture on snap bean emergence from cold soil. Journal of The American Society for Horticultural Science, Alexandria, v.101, n.3, p.321-324, mar. 1976.
- SCULLY, B.; WAINES, J.G. Germination and emergence response of common and teapary to controlled temperature. Agronomy Journal, Madison, v.79, n.2, p.287-291, Mar/Apr. 1987.
- SELLSCHOP, P.F.; SALMON, S.C. The influence of chilling, above the freezing point, on certain crop plants. Journal of Agricultural Research, Washington, v.37, n.6, p.315-338, Sept. 1928.
- SNEDECOR, G.W. E COCHRAN, W.G. Statistical Methods. 6.ed. Ames: Iowa State University. Press. 1967. 593p.
- STEPONKUS, P.L. Cold hardiness and freezing injury of agronomic crops. Advances in Agronomy, New York, v.30, p.51-98, 1978.

- SPINA, I.A.T. Avaliação do potencial de armazenamento e da capacidade produtiva de amendoim (*Arachis hypogaea*) através da determinação da qualidade fisiológica das sementes. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal/UNESP. 1984. 76p. (Tese MS).
- TULLY, R.E.; MUSGRAVE, M.E.; LEOPOLD, A.C. The seed coat as a control of imbibitional chilling injury. crop Science, Madison, v.21, n.2. p.312-317, Mar./Apr. 1981.
- VIEIRA, C. O feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento. Viçosa: Imprensa Universitária, 1967. 220p.
- VIEIRA, M. das G.G.C. Aspectos da integração, tecnologia e sanidade em estudos de sementes, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 3, Lavras, 1988. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1988. p.48-57.
- VON PINHO, R.G. Tolerância do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a baixa temperatura na fase de germinação e emergência. Lavras: ESAL, 1990. 86p. (Tese - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas).
- WANG, C.Y. Physiological and biochemical response of plants to chilling stress. Hort Science, Alexandria, v.17, n.2, p.173-186, Apr. 1982.
- WENT, F.W. The effect of temperature on plant growth. Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto, v.4, p.347-362, 1953.
- WETZEL.C.T. Contribuição ao estudo da aplicação do teste de envelhecimento precoce visando a avaliação do vigor em sementes de arroz (*Oriza sativa* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) e de soja (*Glycine max*(L.) Merrill). Piracicaba: ESALQ, 1972. 116p. (Tese MS).
- WOLK, W.D.; HERNER, R.C. Chilling injury of germinating seeds and seedlings. Hort Science, Alexandria, v.17, n.2, p.173-189, Apr. 1982.

- WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. Seed Science and Technology, New Delhi, v.1, p.127-157, 1973.
- WOODSTOCK, I.W.; POLLOCK, B.M. Physiological predetermination: imbibition, respiration and growth of lima bean seeds. Science, Washington, v.150, n.3699, p.1031-1032, Nov. 1965.
- WYATT, J.E. Seed coat and water absorption properties of seed of near isogenic snap bean lines differing in seed coat color. Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria, V.102, P.478-480, 1977.
- YOUNG, J.A.; EVANS, R.A.; ROUNDY, B.; CLUFF, G. Moisture stress and seed germination. Oakland: Department of Agriculture, 1983. 41p. (Agricultural Reviews and Manuals, 36).
- ZINK, E.; ALMEIDA, D.A. de; LAGO, A.A. do. Observação sobre o comportamento de sementes de feijão sob diferentes condições de armazenamento. Bragantina, Campinas, v.35, n.38, p443-451, dez. 1976.