

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEJJOEIRO SUBMETIDAS A DÉFICE HÍDRICO DURANTE A FLORAÇÃO¹

VALDIR FIEGENBAUM², DORA SUELY B. DOS SANTOS³, VERA DELFINA C. MELLO⁴,
BENEDITO GOMES DOS SANTOS FILHO⁵, MARIA ÂNGELA A. TILLMANN⁶, e JOÃO BATISTA DA SILVA⁷

RESUMO - Estudou-se, em casa de vegetação, o efeito do déficit hídrico durante a floração, sobre a qualidade fisiológica das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), das cultivares Turrialba-4, Rio Tibagi e Empasc 201-Chapecó. No estágio de floração, as plantas foram separadas em dois grupos: um, mantendo-se a irrigação normal (controle), e outro, suprimindo-se a irrigação por 15 dias consecutivos e posterior reirrigação. A qualidade fisiológica das sementes foi determinada através dos seguintes parâmetros: percentagem de germinação, vigor através da primeira contagem, índice de velocidade de emergência, peso seco de plântulas e raízes, atividade total da fosfatase ácida, peso de 100 sementes, concentração de amido, açúcares solúveis, aminoácidos solúveis e proteínas solúveis. Os teores de açúcares solúveis nas sementes foram reduzidos pelo estresse hídrico. Entretanto, os teores de amido só foram reduzidos nas cultivares Turrialba-4 e Rio Tibagi. A desidratação durante a floração não reduziu o peso das sementes, o vigor e os teores de aminoácidos solúveis e proteínas solúveis, não alterando, portanto, a qualidade fisiológica das sementes.

Termos para indexação: irrigação, estresse hídrico, cultivares, *Phaseolus vulgaris*.

PHYSIOLOGICAL QUALITY EVALUATION OF BEAN SEEDS SUBMITTED TO HYDRIC DEFICIT DURING FLOWERING

ABSTRACT - In order to evaluate physiological quality of three cultivars of bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) submitted to hydric stress during flowering, an experiment was conducted in greenhouse using the cultivars Turrialba-4, Rio Tibagi and Empasc 201-Chapecó. In the flowering stage, the plants were separated into two groups: one maintaining normal irrigation (control), and another without irrigation during 15 days and later reirrigation. The physiological quality of seeds was evaluated by germination percentage, vigour through first count emergence velocity index, dry weight of seedlings and roots, and total activity of acid phosphatase, weight of 100 seeds, concentration of soluble sugars, starch, soluble amino acids and soluble proteins. The content of soluble sugars in seeds were reduced by hydric stress. However, only the starch content was reduced in cultivars Turrialba-4 and Rio Tibagi. The dehydration during flowering did not reduce weight of seeds, vigour and soluble aminoacid content and soluble proteins. Therefore, no changes in physiological quality of seeds were observed.

Index terms: irrigation, hydric stress, cultivars, *Phaseolus vulgaris*.

¹ Aceito para publicação em 14 de maio de 1991.
Extraído da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Univ. Fed. de Pelotas (UFPEL).

² Eng. - Agr., M.Sc., Univ. Fed. de Pelotas (UFPEL). Caixa Postal 354, CEP 96100 Pelotas, RS.

³ Bióloga, Dra., Profa. - Adjunta, Dep. de Botânica, I.B./UFPEL. Bolsista do CNPq.

⁴ Enga - Agra., M.Sc., Profa. - Adjunta, Dep. de Fitot., FAEM/UFPEL.

⁵ Eng. - Agr., Dr., Prof. - Adjunto, Dep. Botânica, I.B./UFPEL. Bolsista do CNPq.

⁶ Enga. - Agra., M.Sc., Dep. de Fitot., FAEM/UFPEL.

⁷ Eng. - Agr., Livre-Docente, Prof. - Tit., Dep. de Matem. e Estat. IFM/UFPEL.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro cultivado no Brasil na época da seca tem o seu rendimento afetado pela insuficiência de chuvas. Na região sul do Rio Grande do Sul, o cultivo do feijão é feito por produtores caracterizados pelo minifúndio, os quais utilizam suas próprias sementes para fins de semeadura. A utilização sucessiva de sementes próprias, pelos agricultores, pode causar uma diminuição na qualidade, visto que na safra da seca a produção é normalmente baixa, tornando impossível a escolha de sementes de melhor desempenho.

A qualidade fisiológica da semente é caracterizada pela sua capacidade de germinação, seu vigor e longevidade (Bewley & Black 1982). Sabe-se, ainda, que a qualidade da semente é determinada desde o período de sua formação até atingir a maturação (Ovcharov 1969), e dessa maneira está sujeita à ação de vários fatores adversos, entre os quais a baixa disponibilidade de água no solo, que, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta em que ocorra, irá exercer grande influência no desempenho das sementes produzidas (Ovcharov 1969).

As mudanças estruturais e bioquímicas, necessárias para o embrião sobreviver como planta independente, também são estabelecidas durante o desenvolvimento enquanto o embrião ainda está imaturo (Walbot et al. 1972).

O processo de desenvolvimento e maturação da semente é semelhante na maioria das espécies, podendo ser caracterizado por três fases: uma, de rápida divisão celular, responsável pela formação das estruturas essenciais da semente; outra, constituída de um período de síntese e armazenamento de substâncias de reserva; e uma outra, de dessecação (Dure 1975). A incorporação de matéria seca na semente inicia-se logo após a fertilização do óvulo, apresentando igualmente três fases distintas: na primeira, ocorre um ganho relativamente lento, podendo atingir a duração de 20 a 35 dias em soja, e de 15 a 20 dias em feijão (Sediyama et al. 1981, Silva 1975); na segunda, ocorre um rápido acúmulo de matéria

seca, que em feijão pode durar de 15 a 25 dias (Loewenberg 1955, Silva 1975); e, finalmente, na última fase, ocorre um acúmulo lento, até atingir um máximo, onde se diz que a semente atingiu a maturação fisiológica. Entretanto, a duração do período de incorporação de matéria seca na semente, além de variar com a espécie, pode ainda ser influenciada pelas condições ambientais e alterações no metabolismo da planta ou da semente em desenvolvimento.

O poder germinativo e o vigor evoluem, na maioria das espécies, de maneira semelhante ao acúmulo de matéria seca, aumentando até atingir os mais altos valores, que, normalmente, coincidem ou estão bem próximos do ponto de maturação fisiológica (Austin 1972, Delouche 1976, Carvalho & Nakagawa 1980, Popinigis 1985). Entretanto, condições ambientais adversas, tais como falta ou excesso de chuvas ou ocorrência de geadas, podem afetar a viabilidade e o vigor da semente em qualquer estágio de desenvolvimento (Austin 1972, Copeland 1976).

Muitos testes têm sido desenvolvidos e avaliados quanto à sua habilidade em determinar o vigor das sementes. Porém, nenhum deles mostrou ainda consistência suficiente para uma aceitação generalizada, sendo, muitos, bastante complicados e exigentes em equipamentos sofisticados, o que impede sua utilização rotineira em laboratórios de análises de sementes (Abdul-Baki & Anderson 1973).

Entre os testes diretos mais usados, encontram-se: velocidade de emergência nas condições de campo, estande final, e peso da matéria verde e seca das plântulas. Esses testes apresentam como vantagem principal a avaliação de todos os componentes do vigor das sementes, e, como desvantagens, a dificuldade de padronização e a necessidade de simular condições adversas (Popinigis 1985).

A pesquisa tem desenvolvido inúmeros testes fisiológicos e bioquímicos visando avaliar o vigor das sementes e das plântulas resultantes (Ching 1973, Abdul-Baki & Anderson 1973, Perry 1981). Um teste fisiológico bastante utilizado como índice de vigor é o de

primeira contagem, o qual é realizado juntamente com o teste de germinação e fundamenta-se no princípio de que sementes mais vigorosas germinam mais rapidamente (Popinigis 1985).

A determinação do vigor das sementes também pode ser realizada através da avaliação de sua composição química, pois as reservas armazenadas proporcionam nutrientes e energia necessária para as funções vitais das próprias sementes e plântulas na fase de germinação (Toledo & Marcos Filho 1977).

A composição química da semente, apesar de definida geneticamente para cada espécie, pode sofrer modificações impostas pelas condições ambientais durante o período de desenvolvimento (Carvalho & Nakagawa 1980). Quanto maior o teor de reservas da semente, maior será o vigor da plântula originária. Assim, o suprimento de água durante o período de desenvolvimento da semente pode influenciar indiretamente seu vigor pelo efeito que exerce sobre a sua composição química (Carvalho & Nakagawa 1980).

Novas tentativas têm sido feitas com o fim de avaliar o vigor das sementes, utilizando testes como o da atividade total da fosfatase ácida, que recentemente vem sendo usado em trigo e cevada, baseando-se no princípio de que em lotes mais vigorosos a atividade da enzima é maior do que em lotes de menor vigor (Ching 1986). Apesar de a função dessa enzima em plantas não estar totalmente definida, há indícios de que ela esteja envolvida com o processo de mobilização de reservas nutritivas. Da mesma forma, Ching (1972), estudando o metabolismo da germinação, observou que essa enzima estava envolvida com o processo de mobilização de fosfatos de reserva durante o período de germinação das sementes.

No Brasil, muito pouco tem sido feito no sentido de avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão produzidas em safras que apresentam períodos de déficit hídrico, principalmente em estádios críticos de desenvolvimento da planta.

Por esse motivo, realizou-se o presente tra-

balho com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica das sementes de três cultivares de feijoeiro submetidas ao estresse hídrico durante a floração.

MATERIAL E MÉTODOS

Plantas de feijoeiro das cultivares Turrialba-4, Rio Tibagi e Empasc 201-Chaçecó, de hábito de crescimento Tipo II, foram cultivadas em casa de vegetação, em baldes de plástico com capacidade de 10 kg, contendo 75% de solo (Planossolo) e 25% de areia. A adubação inicial foi efetuada utilizando-se uma dosagem equivalente a 300 kg/ha da fórmula 5:20:20. No estádio de floração (41 dias após a emergência), foram separadas em dois grupos: um, mantendo-se a irrigação normal (controle); e outro, suprimindo-se a irrigação por 15 dias, reirrigando após este período. A colheita foi efetuada aos 101 dias, reirrigando após este período. A colheita foi efetuada aos 101 dias após a emergência. Foram avaliados os seguintes parâmetros: percentagem de germinação, cuja contagem e interpretação seguiram as prescrições e recomendações das Regras de Análise de Sementes (Brasil 1980), e vigor, através dos testes: primeira contagem na germinação, onde foram consideradas apenas as plântulas normais de tamanho igual ou superior a 10 cm, a contar da extremidade da raiz primária, até a inserção dos cotilédones; índice de velocidade de emergência (IVE), o qual foi calculado somando-se o número de plântulas normais emergidas a cada dia e dividindo-o pelo número de dias transcorridos desde a data da semeadura; peso de matéria seca de plântulas e de raízes e peso de 100 sementes, usando os procedimentos descritos por Popinigis (1985); e, atividade total da fosfatase ácida, de acordo com a metodologia descrita por Ching (1986). Foi avaliada também a composição química das sementes, através das determinações dos teores de amido, açúcares solúveis e aminoácidos solúveis e proteínas solúveis (Ching 1986).

O experimento foi constituído de um fatorial 3 x 2 (três cultivares e dois níveis de umidade), em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições.

As variáveis percentagem de germinação e primeira contagem tiveram seus dados transformados em $\arcsin \sqrt{\% / 100}$, a fim de se obter normalidade na distribuição e homogeneidade de variâncias.

Foram feitas análises de variância para todos os dados estudados, e para a comparação das médias

TABELA 1. Percentagem de germinação, vigor (primeira contagem e índice de velocidade de emergência) de sementes produzidas por plantas estressadas e não estressadas de três cultivares de feijão¹.

Variáveis	Estresse	Cultivares			\bar{X}
		Turrialba-4	Rio Tibagi	Empasc 201-Chapecó	
Germinação	Sem	98,54 Aa	97,37 Aa	97,53 Aa	97,81
	Com	93,03 Bb	99,00 Aa	94,60 Ab	95,54
	\bar{X}	95,79	98,19	96,07 Ab	
Primeira contagem	Sem	97,00 Aa	96,26 Aa	95,51 Aa	96,26
	Com	90,00 Bb	97,53 Aa	92,57 Ab	93,37
	\bar{X}	93,50	96,90	94,04 Ab	
Índice de velocidade de emergência	Sem	5,60	5,39	5,58 Ab	5,52 A
	Com	5,24	5,53	5,43 Ab	5,40 A
	\bar{X}	5,42 a	5,46 a	5,51 a	

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na mesma coluna, e minúscula, na mesma linha, não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, segundo o teste de Duncan.

dos tratamentos utilizou-se o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar Turrialba-4 (Tabela 1) apresentou uma redução significativa na germinação e no vigor (primeira contagem) das sementes de plantas estressadas, enquanto que nas outras cultivares não houve efeito aparente do estresse hídrico, o que indica que essa cultivar provavelmente teve a qualidade de suas sementes afetada pela deficiência hídrica. Entretanto, apesar da redução ocorrida na Turrialba-4, as sementes produzidas por plantas estressadas, em todas as cultivares, apresentaram boa germinação, tendo a cultivar Rio Tibagi apresentado sementes de melhor qualidade.

Analisando, ainda, a Tabela 1, observa-se que o IVE não foi afetado pelo estresse hídrico, e, ao contrário do que era esperado, não ocorreram diferenças significativas entre cultivares. O comportamento evidenciado pela cultivar Turrialba-4, com base apenas nos resultados de germinação e primeira contagem, po-

de incorrer em erro, uma vez que esses testes, apesar de úteis e práticos, não apresentam sensibilidade suficiente para detectar pequenas diferenças no vigor das sementes, como relatado por Popinigis (1985). Isto ficará melhor evidenciado quando se analisarem e discutirem os resultados dos demais testes de vigor realizados neste trabalho.

O peso de 100 sementes e o peso de matéria seca de plântulas e raízes são apresentados na Tabela 2. Nota-se que o déficit hídrico imposto na floração não reduziu o peso das sementes; entretanto, as cultivares apresentaram comportamento diferencial, sendo que a Rio Tibagi apresentou o menor peso. A não-alteração no peso das sementes pelo déficit hídrico talvez tenha ocorrido pelo fato de o período de estresse não ter sido suficiente para causar uma redução drástica na produção e translocação de assimilados até as sementes, o que reforça os relatos de Hsiao & Acevedo (1974) e Namuco & O'Toole (1986), os quais afirmam que o estágio de desenvolvimento reprodutivo das plantas é caracterizado por uma série de processos irreversíveis e não-compensatórios, que são diferentemente afetados pelo

TABELA 2. Peso de 100 sementes e da matéria seca de plântulas e de raízes produzidas por sementes obtidas de plantas estressadas e não estressadas, de três cultivares de feijão¹.

Variáveis (g)	Estresse	Cultivares			\bar{X}
		Turrialba-4	Rio Tibagi	Empasc 201-Chapecó	
Peso de 100 sementes	Sem	21,210	17,130	19,790	19,380 A
	Com	20,470	19,080	19,550	19,700 A
	\bar{X}	20,840 a	18,110 b	19,670 a	
Peso de matéria seca de plântulas	Sem	0,170	0,143	0,160	0,158 B
	Com	0,178	0,166	0,165	0,175 A
	\bar{X}	0,174 a	0,155 b	0,163 ab	
Peso da matéria seca de raízes	Sem	0,090	0,078	0,090	0,086 A
	Com	0,093	0,076	0,079	0,083 A
	\bar{X}	0,092 a	0,077 b	0,085 ab	

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na mesma coluna, e minúscula, na mesma linha, não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, segundo o teste de Duncan.

défice hídrico, o qual, segundo esses mesmos autores, pode afetar a taxa de produção de assimilados, pela diminuição que provoca na atividade fotossintética, reduzindo, assim, a taxa de translocação de assimilados para as sementes. No caso de matéria seca de plântulas, houve um aumento significativo em função do estresse hídrico, enquanto a matéria seca de raízes não diferiu entre tratamentos hídricos. O comportamento das cultivares, entretanto, foi diferenciado, sendo que a cultivar Rio Tibagi foi a que apresentou o menor desempenho em relação ao peso seco de plântulas e raízes, enquanto Turrialba-4 apresentou o maior, não diferindo, todavia, de Empasc 201-Chapecó. Essas diferenças podem ser devidas ao fato de as sementes da cultivar Turrialba-4 apresentarem tamanho significativamente maior que as da Rio Tibagi, o que concorda com as observações de Crispim (1976) de que o tamanho das sementes influi sobre o desempenho de plântulas de feijoeiro.

Tentativas têm sido feitas para avaliar o vigor das sementes, utilizando testes como o da atividade total da fosfatase ácida, o qual baseia-se no princípio de que em lotes mais vi-

gorosos a atividade dessa enzima é maior que em lotes de menor vigor (Ching 1986). A atividade total da fosfatase ácida em função dos tratamentos hídricos aplicados no estádio de floração é mostrada na Tabela 3. Verifica-se que a atividade dessa enzima não foi afetada pelo estresse hídrico, não ocorrendo, tampouco, diferenças entre as cultivares. Também verifica-se que ocorreram diferenças significativas na atividade da enzima entre os dias de germinação, como mostra a Tabela 4, sendo que a maior atividade ocorreu nas sementes com quatro dias de germinação, e a menor, nas sementes não germinadas (zero dia), enquanto que as com oito dias de germinação apresentaram uma atividade intermediária. Tais resultados concordam com Ching (1986), que afirma que a atividade dessa enzima aumenta nos primeiros dias de germinação das sementes, decrescendo depois, quando os cotilédones estão esgotando suas reservas, e também com Ching (1972), que, estudando o metabolismo da germinação, observou que essa enzima estava envolvida com o processo de mobilização de fosfatos de reservas durante a germinação de sementes.

TABELA 3. Atividade total da fosfatase ácida ($\text{nmol} \times \text{min}^{-1} \times \text{semente}^{-1}$) em três tempos de germinação das sementes produzidas por plantas estressadas e não estressadas de três cultivares de feijão¹.

Estresse	Dias de germinação	Cultivares			\bar{X}
		Turrialba-4	Rio Tibagi	Empasc 201-Chaçecó	
Sem	0	1.119,88	881,26	1.275,62	1.092,25
	4	2.521,77	2.357,89	2.367,92	2.415,86
	8	2.352,00	2.004,21	2.004,21	2.120,14
	\bar{X}	1.997,88	1.747,79	1.882,58	1.876,08 A
Com	0	1.383,32	935,23	1.329,97	1.216,17
	4	2.516,32	2.554,63	2.416,84	2.495,93
	8	2.181,05	2.276,25	2.114,74	2.190,68
	\bar{X}	2.026,90	1.922,04	1.953,85	1.967,60 A
\bar{X}		2.012,39 a	1.834,92 a	1.918,22 a	

\bar{X} 0 dias - 1.154,21 c

\bar{X} 4 dias - 2.455,90 a

\bar{X} 8 dias - 2.155,41 b

¹ Médias da mesma linha ou da mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam diferenças entre níveis de estresse, e minúsculas, entre cultivares e entre dias de germinação.

TABELA 4. Concentrações de amido, açúcares solúveis, aminoácidos e proteínas solúveis em sementes produzidas por plantas estressadas e não estressadas, de três cultivares de feijão¹.

Variáveis ($\mu\text{g/semente}$)	Estresse	Cultivares			\bar{X}
		Turrialba-4	Rio Tibagi	Empasc 201-Chaçecó	
Amido	Sem	8.997,51 Aa	8.608,83 Aa	7.352,27 Ab	8.319,54
	Com	6.455,08 Bb	6.967,94 Bb	7.805,41 Aa	7.076,14
	\bar{X}	7.726,30	7.788,39	7.578,84	
Açúcares solúveis	Sem	362,27	499,14	395,32	418,91 A
	Com	317,68	378,80	323,21	339,90 B
	\bar{X}	339,98 b	438,97 a	359,27 b	
Aminoácidos solúveis	Sem	54,94	64,98	94,07	71,33 A
	Com	54,68	60,71	87,05	67,48 A
	\bar{X}	54,81 b	62,85 b	90,56 a	
Proteínas solúveis	Sem	2.531,98	3.321,64	3.798,29	3.217,30 A
	Com	3.234,31	3.158,36	3.842,40	3.411,69 A
	\bar{X}	2.883,15 b	3.240,00 b	3.820,35 a	

¹ Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na mesma coluna, e minúscula, na mesma linha, não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, segundo o teste de Duncan.

Através deste teste, portanto, observa-se que o vigor das sementes não foi afetado pelo déficit hídrico durante a floração, pois a atividade dessa enzima não foi afetada, o que concorda com os resultados obtidos no teste de IVE, embora a cultivar Turrialba-4 tenha apresentado redução nos testes de germinação e primeira contagem (Tabela 1).

Com relação à composição química das sementes, a Tabela 4 mostra as concentrações de amido, açúcares solúveis e aminoácidos e proteínas solúveis. Verifica-se que o estresse hídrico reduziu a concentração de açúcares solúveis das sementes das três cultivares estudadas, e de amido, das cultivares Turrialba-4 e Rio Tibagi. Muitos estudos têm mostrado incremento na concentração de açúcares e redução na concentração de amido de sementes provenientes de plantas submetidas a déficit hídrico (Stewart 1971, Jones et al. 1980, Rossiello et al. 1981), e essa interconversão ocorre tanto pela redução no processo de síntese de determinados componentes quanto pela aceleração no processo de degradação de outros, constituindo-se como um mecanismo de proteção.

Os resultados obtidos neste trabalho sugerem que a redução da concentração de amido em duas das três cultivares estudadas não resultou em aumento na concentração de açúcares solúveis, o que indica que o processo de síntese de amido estava sendo afetado. A Tabela 4 mostra, ainda, que o estresse hídrico não afetou a concentração de aminoácidos solúveis e proteínas solúveis. Entretanto, as cultivares responderam diferentemente, sendo que a Empasc 201-Chapecó foi a que apresentou maiores teores de aminoácidos e proteínas solúveis, quando comparada com as demais, que não diferiram entre si. Assim, observa-se, através da avaliação da composição química das sementes, que as cultivares apresentaram comportamento diferenciado em relação à disponibilidade de água no solo, o que mostra ser esse um parâmetro que pode ser utilizado para avaliar a qualidade fisiológica de sementes, conforme demonstrado por Kramer (1983) e Ching (1986), em outras espécies.

CONCLUSÕES

1. O déficit hídrico na floração reduziu a concentração de açúcares solúveis nas sementes, em todas as cultivares, e de amido nas cultivares Turrialba-4 e Rio Tibagi.
2. A concentração de aminoácidos solúveis e proteínas solúveis não é afetada em sementes provenientes de plantas estressadas durante a floração; a cultivar Empasc 201-Chapecó apresentou as maiores concentrações.
3. O tratamento de déficit hídrico durante a floração não reduziu o peso das sementes, o vigor através do índice de velocidade de emergência, e atividade total da fosfatase ácida, não alterando, portanto, a qualidade fisiológica das sementes.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*, v.13, p.630-633, 1973.
- AUSTIN, R.B. Effects of environment before harvesting on viability. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). *Viability of seeds*. Great Britain: Syracuse University Press, 1972. p.114-149.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination*. Berlin: Springer-Verlag, 1982. v.2, 339p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Divisão de Sementes e Mudanças. *Regras para Análise de Sementes*. Portaria nº 234, Brasília, 1980.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: Ciência, tecnologia e produção*. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 326p.
- CHING, T.M. Biochemical aspects of seed vigor. *Seed Science and Technology*, v.1, p.73-88, 1973.
- CHING, T.M. *Fisiologia do desenvolvimento da semente*. Pelotas: CETREISEM/Dept. Botânica. Universidade Federal de Pelotas, 1986. Curso.
- CHING, T.M. Metabolism of germinating seeds. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). *Seed Biology*. [S.l.]: Academic Press, 1972. v.2, p.103-218.

- COPELAND, L.O. **Principles of seed science and technology**. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1976. 369p.
- CRISPIM, J.E. **Influência do tamanho da semente sobre a sua qualidade e sobre o desempenho e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1976. 54p. Dissertação de Mestrado.
- DELOUCHE, J.C. Seed maturation. In: **SHORT COURSE FOR SEEDMEN**. Mississippi State, **Proceedings...** [S.L.]: Mississippi State University, 1976. v.18, p.25-33.
- DURE, L.S. Seed formation. **Annual Review of Plant Physiology**, v.26, p.259-278, 1975.
- HSHAO, T.C.; ACEVEDO, E. Plant responses to water deficits, water use efficiency, and drought resistance. **Agricultural Meteorology**, v.14, p.59-84, 1974.
- JONES, M.M.; OSMOND, C.B.; TURNER, N.C. Accumulation of solutes in leaves of sorghum and sunflower in response to water deficits. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.7, n.2, p.193-205, 1980.
- KRAMER, P.J. **Water relation of plants**. New York: Academic Press, 1983. 489p.
- LOEWENBERG, J.R. The development of bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plant Physiology**, v.30, p.244-250, 1955.
- NAMUCO, O.S.; O'TOOLE, J.C. Reproductive stage, water stress, and sterility. I. Effect of stress during meiosis. **Crop Science**, v.26, n.2, p.317-321, 1986.
- OVCHAROV, K.E. **Physiological basis of seed germination**. Moscou: Nauka Publishers, 1969. 315p.
- PERRY, D.A. (Ed.). **Handbook of vigor test methods**. Zürich: Seed Test Assoc., 1981. 71p.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**, Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- ROSSIELLO, R.O.P.; FERNANDES, M.S.; FLORES, J.P.O. Efeitos da deficiência hídrica e acumulação de carboidratos solúveis de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.4, p.561-566, 1981.
- SEDIYAMA, T.; REIS, M.S.; SEDIYAME, T.; DESTRO, D. **Produção de sementes de soja em Minas Gerais: considerações técnicas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 61p.
- SILVA, C.M. **Maturação da semente e determinação da época adequada de colheita do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1975. 32p. Dissertação de Mestrado.
- STEWART, C.R. Effect of wilting on carbohydrates during incubation of excised bean leaves in the dark. **Plant Physiology**, v.48, p.792-794, 1971.
- TOLEDO, F.F.; MARCOS FILHO, J. **Manual das Sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: CERES, 1977. 244p.
- WALBOT, V.; CLUTTER, M.; SUSSEX, M. Reproductive development and embryogeny in *Phaseolus*. **Phytomorphology**, v.22, p.59-68, 1972.