

Rendimento e processo germinativo do grão na espiga de genótipos de trigo⁽¹⁾

João Carlos Felício⁽²⁾, Carlos Eduardo de Oliveira Camargo⁽³⁾, Rogério Germani⁽⁴⁾
e José Guilherme de Freitas⁽³⁾

Resumo— O objetivo deste trabalho foi estudar o processo germinativo dos grãos na espiga, o rendimento de grãos, a adaptabilidade e a estabilidade em genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) sensíveis às variações ambientais. Os experimentos foram instalados no Núcleo Experimental do Instituto Agronômico, em Campinas, SP, no período de 1996 a 1998. A germinação na espiga foi avaliada pelo método do “Falling Number”, que consiste em determinar o nível de atividade da alfa-amilase nos grãos. A segunda e a terceira colheitas foram realizadas ao sete e quatorze dias após a primeira colheita. O atraso da colheita determinou redução no rendimento, notadamente na terceira colheita; os teores de alfa-amilase foram maiores também na terceira colheita, em virtude da degradação dos grãos expostos ao tempo. O genótipo IAC 289 apresentou adaptabilidade a ambientes favoráveis, mas apresentou suscetibilidade à ocorrência de germinação dos grãos na espiga. Os genótipos IAC 24, Mochis, IAC 370 e IAC 351 foram os mais resistentes à germinação dos grãos na espiga, apresentando baixa atividade de alfa-amilase.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, germinabilidade, alfa-amilase, época de semeadura.

Grain yield and sprouting process within the head of wheat genotypes

Abstract – The objective of this paper was to study the germinative process (sprouting) of the grains in the head, the grain yield, the adaptability and stability in responsive wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes to environmental variations. The experiments were carried out at the Núcleo Experimental, Instituto Agronômico, in Campinas, SP, Brazil, in the period 1996-98. The germination of grains in the head was evaluated by the Falling Number method, which consists in establishing the alpha-amylase levels of activity in the grains. The second and third harvest times occurred at seven and fourteen days after the first harvest time. Harvest delay showed grain yield reduction mainly at the third harvest time; the alpha-amylase levels were also higher at the third harvest time, due to degradation of the exposed grains to the weather. The IAC 289 genotype presented adaptability to favorable environment, but susceptibility to the occurrence of the sprouting process. The genotypes IAC 24, Mochis, IAC 370 and IAC 351 were the most resistant to sprouting, showing low alpha-amylase activity.

Index terms: *Triticum aestivum*, germinability, alpha-amylase, sowing date.

Introdução

A ocorrência do processo germinativo do grão de trigo na espiga, antes da colheita, aparece em cul-

tivares que possuem grãos com período de dormência extremamente curto, ou inexistente, em locais onde as condições climáticas favoreçam o fenômeno. A ocorrência de chuvas no período de colheita pode favorecer o surgimento de grãos germinados na espiga (Reis, 1986).

Em São Paulo, quando o trigo é semeado em abril, em meados de agosto a início de setembro, está com sua maturação completa, em condições de ser colhido (Felício et al., 1988, 1991). A colheita nessa época é facilitada porque o tempo é relativamente seco, sem ocorrência de chuvas, e o grão não precisa sofrer secagem. Fora desse período de semeadura e colheita, o produto colhido, em geral, é de qualida-

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 9 de julho de 2001.

⁽²⁾ Instituto Agronômico (IAC), Centro de Plantas Graníferas, Caixa Postal 28, CEP 13001-970 Campinas, SP. E-mail: jfelicio@cec.iac.br

⁽³⁾ IAC, Centro de Plantas Graníferas, Caixa Postal 28, CEP 13001-970 Campinas, SP. Bolsista do CNPq. E-mail: ccamargo@cec.iac.br, jfreitas@cec.iac.br

⁽⁴⁾ Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimento (CTAA), CEP 23020-470 Rio de Janeiro, RJ. E-mail: germani@ctaa.embrapa.br

de inferior, com baixo peso hectolítrico, devido à ocorrência de seca na época de granação ou de chuvas na colheita (Cuiabano, 1964).

Alguns programas de melhoramento do trigo, como o do Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (Cimmyt), no México, preocupados em obter mais de uma geração anual e acelerar a obtenção de novos genótipos, semeando trigo logo após colhido, acabaram por exercer pressão de seleção contra a dormência dos grãos, gerando genótipos com suscetibilidade à germinação dos grãos na espiga (Osório, 1992).

Os grãos germinados, ou em vias de germinar, apresentam atividade amilásica extremamente elevada, o que reduz a qualidade da farinha produzida, dificultando ou até impedindo o processo de panificação (Mandarino, 1993).

A alfa-amilase dos grãos que degrada o amido existente no endosperma é sintetizada em larga escala no final do processo de germinação, em geral após a emergência da radícula segundo Johansson (1976) e Gordon et al. (1977); esses autores sugeriram que a avaliação da ocorrência da germinação na espiga, com base na degradação do endosperma, fosse determinada pelo "Falling Number" ou número de queda de Hagberg (1960).

O problema tem sido estudado desde os aspectos enzimáticos e fisiológicos até a caracterização das bases genéticas, a fim de fornecer subsídios para incorporação de características que induzam maior período de dormência (Reis, 1986).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação dos grãos na espiga, o rendimento, a estabilidade e a adaptabilidade em face dos fatores climáticos adversos na colheita, em genótipos de trigo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Núcleo Experimental de Campinas do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, na zona tritícola H, onde o cultivo do trigo somente é viável com irrigação (Instituto Agrônomo, 1999).

Foram avaliados 20 genótipos de trigo (Tabela 1). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As sementeiras foram

efetuadas sempre no primeiro decêndio do mês de junho nos anos de 1996 a 1998. As parcelas foram compostas por cinco linhas de 3 m de comprimento, com espaçamento de 0,20 m entre si, e separação lateral de 0,60 m entre parcelas. Procedeu-se à sementeira com 60 sementes por metro linear de sulco, realizando-se a colheita na área total das parcelas, ou seja, 3,6 m². As plantas foram mantidas livres de competição com ervas daninhas.

Os dados pluviométricos diários, em decêndios relativos aos períodos considerados, foram obtidos no posto meteorológico da Fazenda Santa Elisa (latitude de 22°53' S; longitude de 47°5' W; altitude de 664 m) no Município de Campinas, SP (Figura 1).

Antes da sementeira, com base na análise do solo, aplicaram-se, a lanço com posterior incorporação, 20, 60 e 28 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, de acordo com Raij et al. (1996). Em cobertura, foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de N, aos 20 e aos 30 dias após a emergência das plântulas.

Adotou-se, para a irrigação, o método proposto por Silva et al. (1984), que consiste em uma irrigação inicial após a sementeira, de 40 a 60 mm, com a finalidade de umedecer o perfil do solo. Foram instalados tensiômetros em diferentes pontos, à profundidade de 12 cm. As irriga-

Tabela 1. Origem, altura média, porcentagem de acamamento e ciclo dos genótipos de trigo avaliados, no período de 1996-98, Campinas, SP.

Genótipo	Origem	Altura (cm)	Acamamento (%)	Ciclo ⁽¹⁾
Anahuac	Coodetec	77	20	Médio
IAC 24	IAC	74	40	Médio
IAC 60	IAC	83	40	Médio
IAC 286	IAC	82	40	Precoce
IAC 287	IAC/Cimmyt	71	40	Precoce
IAC 289	IAC/Cimmyt	74	10	Médio
JCAM//EMU"S"/YACO"S"	Cimmyt	78	20	Precoce
IAC 315	IAC/Cimmyt	75	20	Médio
IAC 334	IAC/Cimmyt	80	40	Médio
IAC 335	IAC/Cimmyt	86	40	Médio
IAC 352	IAC/Cimmyt	76	20	Médio
Mochis	Cimmyt	68	20	Médio
CAL/CHKW//VEE"S"	Cimmyt	74	20	Médio
PFAU	Cimmyt	89	40	Tardio
TUI"S"	Cimmyt	85	40	Médio
IAC 339	IAC/Cimmyt	82	20	Médio
BAU/SERI	Cimmyt	86	40	Médio
SERI *3/BUC	Cimmyt	78	0	Médio
IAC 370	IAC/Cimmyt	82	20	Médio
IAC 351	IAC	82	40	Precoce

⁽¹⁾Precoce: 110-120 dias da emergência à maturação; médio: 121-130 dias; tardio: maior que 131 dias.

ções complementares foram realizadas quando a média das leituras dos tensiômetros indicava -0,06 Mpa. Determinou-se a lâmina líquida aplicada pela evaporação acumulada, medida no tanque classe A, entre os intervalos de irrigação.

A primeira colheita foi realizada em 16/10/1996, em 25/10/1997 e em 30/10/1998; a segunda, sete dias após a primeira, e a terceira colheita ocorreu aos quatorze dias após a primeira.

O ciclo das cultivares foi determinado pelo número de dias decorridos da emergência das plântulas até a maturação. Os genótipos que exibiram ciclo da emergência à maturação de 110-120, 121-130 e acima de 131 dias foram considerados, respectivamente, de ciclo precoce, médio e tardio.

A altura das plantas foi medida no campo, na época de maturação, medindo-se a distância, em centímetros, do nível do solo ao ápice da espiga, com exclusão das aristas, e estimando a média de diferentes pontos de cada parcela.

Ao acamamento atribuíram-se notas de 0 (nenhuma planta acamada) a 100% (todas as plantas acamadas) em cada parcela, por avaliação visual, próxima à época de maturação.

O rendimento de grãos, de cada experimento, foi submetido à análise de variância conjunta por colheita e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes, 1970). Utilizou-se o teste de otimização proposto por Tocher, citado por Cruz & Regazzi (1994), para classificar os genótipos por grupos quanto à germinação na espiga.

A estabilidade e a adaptabilidade foram avaliadas pelo método proposto por Eberhart & Russell (1966), com base nos coeficientes de cada genótipo em relação ao índice ambiental, em cada colheita no período 1996-1998; foi considerado genótipo ideal aquele que apresentou alto rendimento médio de grãos, coeficiente de regressão igual a 1,0 ($b = 1$) e desvios da regressão igual a zero ($s^2d = 0$).

A germinação na espiga, determinada em grãos não submetidos a tratamento para o controle de doenças, foi avaliada por meio do método de "Falling Number", de acordo com Hagberg (1960). A atividade da alfa-amilase foi medida pelo grau de viscosidade de uma suspensão gelatinizada de farinha, de acordo com o método 56-81B da American Association of Cereal Chemists (1995). Esses valores foram classificados de acordo com os índices descritos por Mandarin (1993), como segue: alta (>70 a <150 segundos), média (>150 a <200 segundos) e baixa (>200 a <400 segundos).

Resultados e Discussão

As diferenças das condições meteorológicas, entre os anos, limita ou favorece a produção, e, como consequência, o rendimento do trigo. Os dados pluviométricos referentes ao período de 1996-1998 demonstram que em 1996 ocorreu um período de deficiência hídrica de maio a agosto na região de Campinas, SP, e de setembro a outubro ocorreram índices elevados de precipitações pluviométricas na época de colheita (Figura 1). Em 1997, a estiagem foi de julho a início de setembro, e em 1998, o período foi de junho a agosto. A quebra dessas estiagens ocorreu, geralmente, do segundo decênio de setembro em diante.

Os genótipos SERI*3/BUC e IAC 289 exibiram plantas com as menores porcentagens de acamamento (Tabela 1). Os genótipos apresentaram plantas com altura média entre 68 e 89 cm, respectivamente, para Mochis e PFAU. Os genótipos IAC 286, IAC 287, JCAM//MEU"S"/YACO"S" e IAC 351 apresentaram ciclo precoce. Os demais genótipos, ciclo médio.

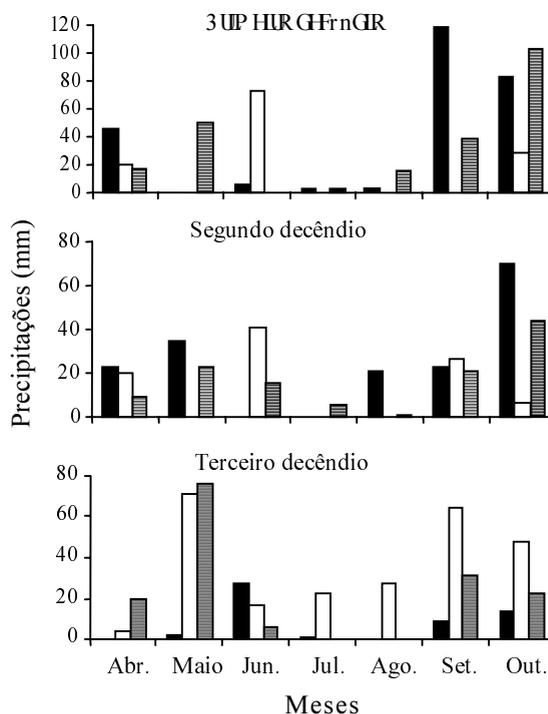


Figura 1. Distribuição pluviométrica mensal referente aos anos de 1996 (■), 1997 (□) e 1998 (▒), Campinas, SP.

O grau de dano ocorrido no grão, pela exposição às condições climáticas adversas (chuvas) por ocasião da colheita, avaliado pelo "Falling Number", demonstrou haver respostas distintas entre os genótipos, principalmente na última colheita, quando ficaram expostos ao tempo por um período maior (Tabela 2). Essa variabilidade existente entre genótipos também foi relatada por Linhares & Dotto (1980), pelo método da imersão das espigas em água.

Quanto à esta característica, com base no teste de otimização de Toche, os genótipos foram classificados em: resistentes (IAC 24, Mochis, IAC 370 e IAC 351), moderadamente resistentes (IAC 315, IAC 335 e IAC 352) e moderadamente suscetíveis (Anahuac e IAC 60). Os demais genótipos foram caracterizados como suscetíveis à germinação na espiga. Johansson (1976) detectou também variabilidade entre genótipos, utilizando o teor da alfa-amilase.

A segunda colheita, em 1997, ocorreu em regime hídrico favorável (seca), mas nos outros anos, espe-

cialmente em 1998, o período de precipitação pluvial foi maior, no final de setembro a início de outubro (Figura 1).

Os anos foram muito contrastantes entre si ($P < 0,01$), e os efeitos da data de colheita dos genótipos refletiu significativamente na primeira ($P < 0,01$), na segunda e terceira colheita, ou seja, os genótipos não constituíram um grupo homogêneo (Tabela 3).

Verifica-se que 50% dos genótipos apresentaram médias acima da média geral na primeira e terceira colheita, e na segunda colheita o índice foi de 45%. Entre esses genótipos, apenas seis (30%) apresentaram médias maiores que a média geral do experimento nas três colheitas. O coeficiente de variação refletiu boa precisão experimental, encontrando-se dentro dos limites aceitáveis.

Os rendimentos foram decrescentes da primeira para a terceira colheita, na maioria dos genótipos; resultado semelhante foi obtido por Felício et al. (1999), com genótipos de triticales. O atraso de sete e quatorze dias em relação à primeira colheita de-

Tabela 2. "Falling number" (em segundos) e classificação quanto à suscetibilidade à germinação na espiga dos genótipos de trigo, no período de 1996-98, Campinas, SP⁽¹⁾.

Genótipo	1ª colheita			2ª colheita			3ª colheita			Suscetibilidade ⁽²⁾
	1996	1997	1998	1996	1997	1998	1996	1997	1998	
Anahuac	412	425	336	334	424	423	240	486	62	MS
IAC 24	436	523	395	431	509	358	415	556	144	R
IAC 60	396	395	382	404	420	332	306	436	62	MS
IAC 286	241	395	374	250	394	372	128	417	62	S
IAC 287	358	410	392	340	431	320	62	420	62	S
IAC 289	168	208	343	126	305	62	84	242	62	S
JCAM//...	146	361	352	116	276	102	71	392	62	S
IAC 315	405	500	326	386	494	264	312	526	88	MR
IAC 334	196	328	386	199	346	72	101	394	62	S
IAC 335	294	417	379	286	411	255	312	461	92	MR
IAC 352	385	434	420	391	451	313	212	482	122	MR
Mochis	425	493	378	460	505	191	367	480	197	R
CAL/CHKW//..	395	439	318	410	446	70	283	436	62	S
PFAU	289	349	389	198	308	62	106	416	62	S
TUT"S"	423	466	349	491	526	170	280	530	62	S
IAC 339	207	452	420	134	458	118	76	460	62	S
BAU/SERI	213	276	286	200	308	96	106	309	62	S
SERI/BUC	207	288	301	150	227	72	82	197	62	S
IAC 370	406	350	375	339	437	286	376	480	192	R
IAC 351	429	445	409	438	504	342	380	519	194	R

⁽¹⁾1ª colheita: 16/10/96; 2ª colheita: 25/10/97; 3ª colheita: 30/10/98. ⁽²⁾S: suscetível; R: resistente; MR: moderadamente resistente; MS: moderadamente suscetível.

Tabela 3. Rendimento médio de grãos (kg ha⁻¹) de genótipos de trigo colhidos em 16/10/96 (1ª colheita), 25/10/97 (2ª colheita) e 30/10/98 (3ª colheita). Campinas, SP⁽¹⁾.

Genótipo	1ª colheita	2ª colheita	3ª colheita
Anahuac	2.708h	3.260ae	2.275f
IAC 24	3.328g	3.496ae	2.347ef
IAC 60	4.021ab	3.504ae	3.085ae
IAC 286	3.922af	3.442ae	3.174ad
IAC 287	3.373eg	2.733e	2.532df
IAC 289	3.398fg	3.271ae	2.863bf
JCAM//EMU"S"/YACO"S"	3.806bg	3.296ae	2.790cf
IAC 315	3.731bg	3.065ce	2.668cf
IAC 334	3.551bg	3.151be	2.712cf
IAC 335	4.022ab	3.384ae	2.861bf
IAC 352	3.997ad	3.776ad	3.701a
Mochis	3.500bg	3.176be	3.526ab
CAL//CHKW//VEE"S"	3.453cg	2.988de	2.672cf
PFAU	2.822h	3.484ae	3.356ac
TUI"S"	4.431a	4.243a	3.428ac
IAC 339	3.480bg	3.297ae	2.877bf
BAU/SERI	3.671bg	3.765ad	3.415ac
SERI *3/BUC	3.947ae	4.031ac	3.059af
IAC 370	3.452dg	3.560ae	3.233ad
IAC 351	4.008ac	4.141ab	3.179ad
Médias	3.631	3.458	2.988
Ano	8,95**	7,63**	12,86**
Genótipos	6,25**	1,68*	2,71*
CV (%)	12,92	17,19	15,98

⁽¹⁾Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 4. Estimativa dos parâmetros de estabilidade, pelo método Eberhart & Russell (1966), de genótipos de trigo colhidos em 16/10/96 (1ª colheita), 25/10/97 (2ª colheita) e 30/10/98 (3ª colheita). Campinas, SP⁽¹⁾.

Genótipo	1ª colheita		2ª colheita		3ª colheita	
	b	s ² d	b	s ² d	b	s ² d
Anahuac	1,58	-(²)	0,89	-	1,45	-
IAC 24	0,37	566**	1,40	-	2,40*	80
IAC 60	0,83	-	3,61**	424	5,65**	215
IAC 286	0,92	250	0,61	411	0,01	597**
IAC 287	0,07	292	0,05	863**	1,38	-
IAC 289	3,05**	225	0,11	-	2,54*	298
JCAM//EMU"S"/YACO"S"	0,65	364*	3,65	165	2,63*	335
IAC 315	0,79	214	1,69	514*	3,33**	840**
IAC 334	1,22	58	1,46	174	0,17	158
IAC 335	0,82	407	0,29	383	1,11	280
IAC 352	0,05	545**	0,12	377	0,02	681**
Mochis	2,35*	442*	0,17	1.129**	0,40	214
CAL//CHKW//VEE"S"	1,82	-	0,58	780**	1,84	212
PFAU	0,47	935**	1,03	822**	5,06**	270
TUI"S"	2,37*	202	2,86**	53	0,24	356*
IAC 339	0,65	260	0,61	787**	2,74*	116
BAU/SERI	0,48	-	1,95	849**	0,32	-
SERI *3/BUC	0,33	802*	1,27	520	1,71	-
IAC 370	2,14*	-	1,49	157	1,00	203
IAC 351	3,05**	-	2,56*	-	0,57	343

⁽¹⁾b: coeficiente de regressão linear; s²d: desvio de regressão. ⁽²⁾Desvio de regressão menor que o erro experimental. * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F (s²d) e t (b).

terminou quebra na produção de 4,8% entre a 1ª e 2ª colheita e de 17,7% entre a 1ª e 3ª colheita, respectivamente (Tabela 3).

Alguns genótipos apresentam problemas de estabilidade revelados pelo desvio da regressão (s²d) significativo, assim como houve ocorrência de padrões de resposta (b) muito contrastante entre os genótipos (Tabela 4). Essa diversidade pode ser atribuída ao número significativo de genótipos e de anos.

Houve uma associação entre bons rendimentos e resposta dos genótipos a ambientes favoráveis. Na primeira colheita 25% dos genótipos apresentaram bons rendimentos e resposta significativas para ambientes favoráveis; na segunda e na terceira colheita, os índices foram de 15% e 35% respectivamente (Tabela 3). Na terceira colheita, excluindo o genótipo IAC 24 (resistente à germinação na espiga), os genótipos IAC 60, IAC 289, JCAM//EMU"S"/YACO"S", IAC 315, PFAU e IAC 339 apresentaram alta responsividade sob condições favoráveis, pois apresentaram germinação dos grãos na espiga.

Conclusões

1. O método utilizado é favorável para classificar os genótipos de acordo com o processo germinativo dos grãos na espiga.

2. Nenhum dos genótipos avaliados apresenta alto rendimento de grãos nas três épocas de colheita estudadas, associado à não-germinação dos grãos na espiga.

3. No processo de seleção de genótipos, o teste deve ser aplicado nas gerações iniciais do programa de melhoramento, visando eliminar os genótipos sensíveis à germinação dos grãos nas espigas.

4. Os genótipos IAC 24, Mochis, IAC 370 e IAC 351 devem ser utilizados como fonte de tolerância à germinação dos grãos na espiga.

Referências

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (Saint Paul, Estados Unidos). **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9. ed. Saint Paul, 1995. 2 v.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1994. 390 p.
- CUIABANO, N. **A cultura do trigo**. Campinas: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1964. 23 p. (Instruções Técnicas, 19).
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, p. 36-40, 1966.
- FELÍCIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; CAMARGO, M. B. P.; CASTRO, J. L.; BARROS, B. C. Trigo: três épocas de semeadura em Capão Bonito, SP, no período 1981-85. **Bragantia**, Campinas, v. 47, n. 2, p. 255-275, 1988.
- FELÍCIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; CASTRO, J. L.; CAMARGO, M. B. P. Épocas de semeadura de triticale em Capão Bonito, SP. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2193-2202, dez. 1999.
- FELÍCIO, J. C.; CAMARGO, C. E. O.; FERREIRA FILHO, A. W. P.; FREITAS, J. G.; PEDRO JÚNIOR, M. J. Trigo: épocas de semeadura em Assis (Vale do Paranapanema), SP, no período 1978-82. **Bragantia**, Campinas, v. 50, n. 1, p. 115-128, 1991.
- GORDON, I. L.; DERERA, N. F.; BALAAM, L. N. Selection against sprouting damage in wheat: I. germination of unthreshed grain, with a standard wetting procedure. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 28, p. 583-596, 1977.
- HAGBERG, S. A rapid method for determining alpha-amylase activity. **Cereal Chemists**, St. Paul, v. 37, p. 218-222, 1960.
- INSTITUTO AGRONÔMICO (Campinas, SP). **Recomendações técnicas de trigo para 1999**. 2. ed. atual. Campinas, 1999. 100 p. (Boletim Técnico, 167).
- JOHANSSON, N. Enzymatic activity and germination capacity as selection criteria for sprouting resistance. **Cereal Research Communications**, Szeged, v. 4, p. 255-262, 1976.
- LINHARES, A. G.; DOTTO, S. R. Report of a study conducted in Brazil on sprouting problems of wheat. **Cereal Research Communications**, Szeged, v. 8, p. 251-260, 1980.
- MANDARINO, J. M. G. **Aspectos importantes para a qualidade do trigo**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1993. 32 p. (Documento, 60).
- OSÓRIO, E. A. **A cultura do trigo**. São Paulo: Globo, 1992. 218 p. (Coleção do Agricultor: Grãos).
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 4. ed. rev. amp. Piracicaba: Nobel, 1970. 430 p.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; UAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).
- REIS, M. S. dos. **Germinação na espiga em trigo**: caracterização da variabilidade sob diferentes métodos e bases genéticas envolvidas. Porto Alegre: UFRGS, 1986. 75 p. Dissertação de Mestrado.
- SILVA, E. M.; LUCHIARE JÚNIOR, A.; GUERRA, A. F.; GOMIDE, R. L. Recomendações sobre manejo de irrigação em trigo para a região dos cerrados. In: REUNIÃO DA COMISSÃO NORTE-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 10., 1984, Campinas. **Anais...** Brasília: Embrapa-CPAC, 1984. p. 15-18.