

RENDIMENTO DE GRÃOS DE TRIGO E SUA RELAÇÃO COM AS DOENÇAS E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS EM CAPÃO BONITO DE 1994 A 2001⁽¹⁾

JOÃO CARLOS FELICIO⁽²⁾; CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO⁽²⁾;
JAIRO LOPES DE CASTRO⁽³⁾; ROGÉRIO GERMANI⁽⁴⁾

RESUMO

A influência do ambiente no rendimento de grãos de genótipos de trigo e sua relação com as doenças causadas pelos fungos causadores da ferrugem-da-folha e das manchas foliares e suas relações com as variáveis climáticas foram avaliadas no período de 1994-2001, no município de Capão Bonito (SP), latitude 24° 02' S, longitude 48° 22' W e altitude 702 m. A interação genótipos x anos foi altamente significativa revelando que diferenças climáticas anuais tiveram influência direta no rendimento de grãos. Em 1998, o rendimento médio de grãos foi o melhor do período e em 1994, o pior. Os genótipos IAPAR 60, IAC 60, IAC 120 e BR 18 apresentaram maior rendimento de grãos na média dos anos considerados. IAPAR 60 mostrou instabilidade no rendimento de grãos no período. Os genótipos Anahuac, IAC 120, IAC 356, IAC 342 e IAC 373 foram imunes às raças prevalentes do fungo causador da ferrugem-da-folha. Como as manchas foliares foram favorecidas pelas condições climáticas, sua ocorrência foi generalizada no período. As precipitações pluviais de maio foram as que melhor se correlacionaram com o desenvolvimento dessa doença.

Palavras-chave: trigo, genótipos, doenças, variáveis climáticas.

ABSTRACT

WHEAT GRAIN YIELD AND THE RELATIONSHIP WITH DISEASES AND CLIMATIC VARIATIONS IN CAPÃO BONITO, IN THE PERIOD 1994 TO 2001

The environmental influence on grain yield and its relationship with leaf rust and leaf spots diseases was evaluated in the period 1994-2001, in Capão Bonito, State of São Paulo, Brazil, 24° 02' S, 48° 22' W e altitude, 702 m. The genotype x year interaction was highly significant indicating that annual climatic differences have directly affected the grain yield. The averages of grain yield were the highest in 1998 and the lowest in 1994. The genotypes IAPAR 60, IAC 60, IAC 120 and BR 18 showed high grain yield means. IAPAR 60 did not present grain yield stability. The genotypes Anahuac, IAC 120, IAC 356, IAC 342 and IAC 373 are immune to the prevalent races of the fungus causing leaf rust. As the climatic conditions were favorable to the development leaf spot, its occurrence was generalized. Rainfall in May showed the best correlation with the occurrence of leaf spots.

Key words: wheat, genotypes, diseases, climatic variation.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 11 de dezembro de 2002 e aceito em 29 de janeiro de 2004.

⁽²⁾ Instituto Agrônômico (IAC), Centro de Análise e Pesquisa Tecnológica dos Agronegócios de Grãos e Fibras, Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP). E-mail jfelicio@iac.sp.gov.br; ccamargo@iac.sp.gov.br

⁽³⁾ Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócio do Sudoeste Paulista (APTA), Caixa Postal 62, 18300-000 Capão Bonito (SP).

⁽⁴⁾ Embrapa Agroindústria de Alimentos, 23020-470 Rio de Janeiro (RJ). E-mail: germani@ctaa.embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

O rendimento de grãos por unidade de superfície constitui o indicador universal empregado para ponderar os efeitos do ambiente e a tecnologia na produtividade de uma cultivar. O potencial de rendimento para um determinado ambiente pode ser estimado de diversas maneiras. Os experimentos de avaliação, realizados sistematicamente ao longo de uma série de anos, permitem quantificar as tendências que ocorrem no aumento do potencial das cultivares, como consequência do progresso genético e suas interações com os níveis tecnológicos empregados no manejo desses experimentos (DIAZ e ABADIE, 1998).

A duração dos subperíodos de desenvolvimento de trigo está relacionada com variáveis ambientais, tais como precipitações pluviárias, temperatura e o comprimento do dia. Associado a isso, tem-se a variável genotípica (cultivar) e as interações entre elas (genótipos-ambientes). Em cada uma dessas etapas, as condições ambientais assumem grande importância. Dessa forma, o manejo da cultura deve-se ajustar ao período crítico, procurando adequá-lo de acordo com as épocas de semeadura e a população de plantas para obter maior disponibilidade de recursos do ambiente e consequentemente, proporcionar maior produção (RODRIGUES, 2000).

Avaliando o comportamento de genótipos de trigo no Vale do Paranapanema (SP), FELÍCIO et al. (1993) observaram que a interação anos x cultivares no período 1985-1991, somente não foi significativa para a cultivar PAT 72247, posto que no cultivo de sequeiro a produção está sempre mais associada às condições climáticas anuais que as outras variáveis.

FELÍCIO et al. (2000) demonstraram que os genótipos de trigo apresentaram comportamento regional diferenciado quanto ao rendimento de grãos, com interação significativa entre anos x locais, nas condições de sequeiro, ocorrendo diferenças acentuadas no rendimento de grãos entre Maracá (Zona A) e Itapeva (Zona B).

Segundo PICININI e FERNANDES (2000) devido ao complexo de doenças existente hoje na cultura de trigo, tornou-se muito difícil a incorporação de resistência genética para todas as enfermidades. No melhoramento, a incorporação da resistência aos fungos denominados biotróficos (ferrugens e oídios), tem obtido sucesso, pois a resistência é, na maioria das vezes, governada por poucos genes. Entretanto, para os fungos necrotróficos, como os causadores das "manchas foliares", a resistência genética é, aparentemente, governada por muito genes; nesse caso, o sucesso tem sido limitado.

As perdas na cultura do trigo causadas pelas doenças são relativamente elevadas e, de acordo com PICININI e FERNANDES (1995), em 12 anos de experimentação a cultura do trigo registrou uma perda anual média de 44,61%, equivalendo a 1.152 kg de grãos por hectare. DIAZ DE ACKERMANN et al. (1998) verificaram que no Uruguai, em 1977, ano em que o nível de infecção por manchas foliares, fusarioses e ferrugem-da-folha foi superior à média do período 1976-1996, a diferença no rendimento nacional esperado e o observado chegou a ser de 42%. O controle desses fungos causadores de manchas foliares tem sido eficiente com o emprego de fungicidas (PICININI e FERNANDES, 2000).

BRAMMER et al. (2000) revelam que desde o início dos anos 70, melhoristas do Centro Internacional de Milho e Trigo-CIMMYT têm-se concentrado no tipo de resistência de progresso lento da ferrugem. A cultivar apresenta uma resposta suscetível, mas a enfermidade avança mais lentamente do que em uma cultivar-testemunha suscetível. A eficiência desse progresso pode ser intensificada através de outros genes que influenciam o fenômeno. O gene Lr 34 por si só determina o progresso lento da enfermidade.

Este trabalho visou avaliar o rendimento de grãos de trigo e sua relação com as doenças, sobretudo as causadas por fungos biotróficos e necrotróficos e as variáveis climáticas da região de Capão Bonito (SP).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Pólo Regional de Desenvolvimento dos Agronegócios do Sudoeste Paulista, no município de Capão Bonito, Estado de São Paulo, Zona tritícola B, em cultivo do trigo de sequeiro (INSTITUTO AGRONÔMICO, 1999).

Foram avaliados 36 genótipos de trigo descritos na tabela 1. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As semeaduras foram efetuadas sempre no primeiro decêndio do mês de abril nos anos de 1994 a 2001. Novos genótipos promissores foram incluídos nos experimentos visando manter sempre o número de 20 por ano. As cultivares IAC 350, IAC 24, IAC 60, IAC 120, IAC 289, IAC 287, BR 18 e IAPAR 60 foram estudadas em todos os experimentos semeados no período considerado. As parcelas foram compostas por seis 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 a semeadura 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 plantas daninhas.

Tabela 1. Relação dos genótipos, genealogia, ciclo, altura, W (força do glúten) e a classificação da qualidade industrial (Q.I.) que compuseram os experimentos de competição de cultivares de trigo, em Capão Bonito no Estado de São Paulo, no período de 1994 a 2001

Genótipos	Genealogia	Ciclo	Altura	W	Q.I. ⁽¹⁾
			cm	10 ⁻⁴ J	
IAC 227	CNT 9/BH1146	Precoce	100	172	Brando
IAC 231	IRN 641-70/BH 1146	Precoce	85	186	Brando
IAC 287	HIM/COC//NAC	Precoce	80	222	Pão
IAC 304	MIR 808/BOW	Precoce	75	204	Brando
IAC 332	EMU"S"/IAC67	Precoce	75	253	Pão
IAC 340	BH 1146/7C//IAC 60	Precoce	90	126	Brando
IAC 354	BUC"S"/YD//IAC 67	Precoce	85	152	Brando
IAC 358	BOW"S"/IAC 24	Precoce	80	265	Pão
IAC 372	NS12-07/VEE	Precoce	95	113	Brando
Panda	IDS1528/S45//PARAGUAI 281	Precoce	80	182	Brando
Anahuac	II 12300/LR64/8156/3/Nortenhô 67	Médio	85	297	Pão
BR 18	D6301/NAI60//WRM/3/CNO*2/CHR	Médio	85	288	Pão
IAC 24	IAS 51/4/SON64/Y50E//GTO/2*CIANO	Médio	80	344	Melhorador
IAC 60	IRN 33-70/MARINGÁ	Médio	95	192	Pão
IAC 120	IRN 33-70/MARINGA	Médio	90	218	Pão
IAC 289	KVZ/BUHOS//KAL/BLUEBIRD	Médio	80	255	Pão
IAC 311	US74-709/NAC	Médio	85	165	Brando
IAC 313	IAC 17/PPINTA	Médio	90	165	Brando
IAC 319	ALD/BH1146//LONDRINA	Médio	100	162	Brando
IAC 342	NAC/VEE"S"//IAC 46	Médio	85	232	Pão
IAC 346	PF70354/ALD"S"//YACO"S"/3/IAC 73	Médio	90	203	Brando
IAC 347	PF70354/MUS//JUP/EMU/3/GJO/4/IAC73	Médio	90	206	Brando
IAC 348	TP//CNO67/NO/3/BB/CNO/4/ZA75/TIM/6/IAC 60	Médio	90	184	Brando
IAC 350	2109.36/SERI	Médio	95	260	Pão
IAC 355	PFAU/SERI//BOW"S"	Médio	80	260	Pão
IAC 356	BH1146//WIN"S"/AA"S" (IV)	Médio	90	132	Brando
IAC 357	PVN"S'/BOW"S"//IAC 60	Médio	90	216	Pão
IAC 359	JUN/IAC 60	Médio	85	128	Brando
IAC 360	PEWEE"S"//PF7568/BR35/3/IAC 65	Médio	75	165	Brando
IAC 371	FUFAN 17/VEE"S"	Médio	90	134	Brando
IAC 373	FCT//VR/PAM	Médio	85	240	Pão
IAPAR 28	KVZ/BUHOS//KAL/BLUEBIRD	Médio	80	277	Pão
OCEPAR 14	IAS64/ALDAN/6/COC/5/PICHON/4/KT54 *2/N10B/ /KT548/3/NAR	Médio	85	217	Pão
IAC 370	BOW/NAC//VEE/3/BJY	Tardio	90	274	Pão
IAPAR 60	BJY"S"/JUP//TAN"S"	Tardio	95	223	Pão
OCEPAR 16	SIS/VEE	Tardio	90	259	Pão

(1) Brando = W de 50 a <180; pão = W de 181 a 300 e melhorador = W > 300.

Os dados mensais de precipitação pluvial e das temperaturas máximas e mínimas, relativos aos períodos considerados, foram obtidos no posto meteorológico do Pólo Regional de Desenvolvimento dos Agronegócios do Sudoeste Paulista (latitude 24°02'S, longitude 48° 22'W e altitude de 702 m), no município de Capão Bonito (SP), conforme tabela 2.

Antes da semeadura, a adubação foi feita a lanço, com posterior incorporação ao solo e consistiu na aplicação de 20, 60 e 28 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, de acordo com RAUJ et al. (1996) e com a análise química do solo. Na adubação em cobertura, foram aplicados 40 kg.ha⁻¹ de N, 20 a 30 dias após a emergência das plântulas. 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 130 dias foram considerados, respectivamente, de ciclo precoce, médio e tardio.

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

Os genótipos foram classificados em classes: trigo brando, trigo pão e trigo melhorador de acordo com as Instruções Normativas n.º 7, de 15/8/2001 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2001), definidas em função das determinações analíticas de Alveografia (força do glúten), de acordo com o método da AACC n.º 54-30A e o *Falling Number* (Número de Queda), determinado pelo método n.º 56-81B (AACC, 1995) realizadas na Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro (RJ).

O comportamento das cultivares em relação à ferrugem-da-folha do trigo (*Puccinia triticina* Erikss., ANIKSTER et al., 1997) foi avaliado em condições naturais de infecção, em planta adulta (estádios 10.1 a 10.5 da escala de Feekes-Large), utilizando a escala modificada de Cobb, empregada por SCHRAMM et al. (1974).

Essa é composta pela porcentagem estimada da área foliar infectada pela doença, acrescida de uma letra simbolizando o tipo de reação: S = suscetível (uredossoro grande, coalescente, sem clorose); MS = moderadamente suscetível (uredossoro médio); MR = moderadamente resistente (uredossoro pequeno) e R resistente (uredossoro minúsculo rodeado de áreas necróticas).

Tabela 2. Dados mensais da precipitação pluvial (mm), temperatura máxima e mínima em graus centígrados do período de março a setembro em Capão Bonito (SP), de 1994 a 2001

Meses	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Precipitação em mm								
Março	76,7	117,5	66,2	1,0	58,4	21,8	108,4	114,1
Abril	61,6	108,2	62,7	68,2	65,6	57,7	2,7	26,7
Mai	31,3	53,7	13,6	63,5	47,4	34,5	26,5	150,8
Junho	33,6	49,6	62,3	163,4	45,0	49,0	7,9	144,1
Julho	36,7	43,5	34,2	21,0	31,7	62,4	34,4	72,5
Agosto	0	27,4	32,8	59,4	44,5	0	85,3	59,3
Setembro	0	0	131,0	30,1	96,0	126,9	129,3	66,2
Total	239,9	401,9	402,8	406,6	421,6	352,3	388,5	633,7
Temperatura máxima ° C								
Mai	23,7	23,0	22,8	22,4	22,9	22,8	23,1	22,0
Junho	22,8	22,8	21,8	21,4	20,7	19,8	23,4	22,3,
Julho	25,0	25,1	21,0	23,1	22,3	22,5	21,0	24,0
Temperatura mínima ° C								
Mai	14,1	12,5	12,5	12,0	12,0	11,1	11,5	12,3
Junho	10,4	10,6	10,1	9,5	10,0	9,7	10,9	11,8
Julho	9,6	11,3	8,4	11,0	11,1	10,6	7,8	9,7

Fonte: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Ecofisiologia e Biofísica (IAC).

As doenças que causam as “manchas foliares” causadas pelo complexo de fungos necrotróficos como *Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera tritici repentis*, respectivamente, mancha-marrom e mancha-bronzeada, foram avaliadas, com base em uma escala de porcentagem de área foliar infectada, apresentada por METHA (1978).

Avaliou-se o rendimento de grãos, em gramas, pesando-se a produção total de cada parcela, e transformada em quilograma por hectare.

O rendimento de grão, de cada experimento, foi submetido à análise de variância e a comparação das médias, feita mediante o teste de Duncan. Empregou-se também a análise conjunta de experimentos em blocos ao acaso com tratamentos comuns com o ajuste da média final, de acordo com PIMENTEL-GOMES (1970).

A estabilidade e a adaptabilidade foram avaliadas pelo método proposto por CRUZ et al. (1989), somente para os genótipos que permaneceram fixos nos oito anos estudados, e com base nos coeficientes de cada genótipo em relação ao índice ambiental, considerou-se a possibilidade de se encontrar o 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 ($s^2_d = 0$).

Correlações foram estimadas entre os dados climáticos mostrados na tabela 2 e a incidência de manchas foliares (Tabela 7).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta de variância do rendimento médio de grãos dos genótipos avaliados em Capão Bonito, no período de 1994 a 2001, é apresentada na Tabela 3. Observa-se que os efeitos de genótipos e anos, e da interação genótipos x anos foram significativos ($P < 0,01$). Esses resultados, já demonstrados por FELICIO et al. (1993, 2000), revelam que os anos foram contrastantes entre si, principalmente ao se considerar as condições climáticas regionais do período, de acordo com os dados da Tabela 2.

Os genótipos também não constituíram um conjunto homogêneo, refletindo essa diferença nos rendimentos de grãos, com reações diferenciadas para as doenças (ferrugem-da-folha e manchas foliares) e principalmente ao ambiente. A significância da interação genótipos x anos foi indicação positiva das diferenças climáticas entre os anos influenciando o rendimento de grãos. Verifica-se também que os coeficientes de variação estão de acordo com os padrões para a experimentação envolvendo genótipos.

Tabela 3. Graus de liberdade (GL), quadrados médios (Q.M) e valor de F da análise conjunta da produtividade média de grãos ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) de genótipos de trigos e anos em Capão Bonito (SP), no período de 1994 a 2001

Causas da variação	GL	Q.M.	F
Genótipos ajustados	35	1191194,81	8,18**
Anos ajustados	7	30537091,00	209,84**
Genótipos/anos ajustados	117	389077,95	2,67**
Genótipos/ano 1994	19	493733,11	2,39**
Genótipos/ano 1995	19	1143284,64	7,85**
Genótipos/ano 1996	19	709304,32	4,87**
Genótipos/ano 1997	19	571903,59	3,93**
Genótipos/ano 1998	19	634893,34	4,36**
Genótipos/ano 1999	19	332106,53	2,28**
Genótipos/ano 2000	19	382032,37	2,62**
Genótipos/ano 2001	19	322949,38	2,21**
Resíduo	480	145523,72	
C.V. (%)			17,13

** significativo ao nível de 1%.

O melhor ano para rendimento médio de grãos foi 1998 e o de menor rendimento médio, 1994, respectivamente com $3.322 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ e $1.167 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Esses rendimentos estão bem associados às condições climáticas anuais da região. Em 1994, a precipitação pluvial foi a menor do período do estabelecimento da cultura, ou seja, de março a setembro, 239,9 mm e, em 1998, a maior com 421,6 mm (Tabela 2); portanto, esse resultado é indicativo da existência de condições variáveis, de um ano a outro, e bastante contrastante para se testar os genótipos.

Dezesseis genótipos (IAC 227, IAC 231, IAC-304, IAC 332, IAC 340, IAC 358, Panda, Anahuac, IAC 311, IAC 313, IAC 319, IAC 346, IAC 347, IAC 348, IAPAR 28 e OCEPAR 14) foram excluídos da experimentação no período (Tabela 4), considerando-se o baixo rendimento médio de grãos, alta suscetibilidade às doenças e a qualidade industrial dos grãos (classe brando).

O genótipo IAPAR 60 apresentou a maior produção média ajustada de grãos ($2.738 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) no período de 1994 a 2001, não diferindo somente dos genótipos BR 18 ($2.525 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), IAC 120 ($2.576 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) e IAC 60 ($2.531 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) também avaliados no mesmo período. IAPAR 60 também não diferiu dos genótipos IAC 340, IAC 319, IAC 347 e OCEPAR 14, apenas avaliados nos anos de 1994 e 1995 e do genótipo IAC 356 avaliado somente no período de 1996 a 2001.

Tabela 4. Produtividade média de grãos dos genótipos de trigo avaliados individualmente e em conjunto, em condição de sequeiro, na localidade de Capão Bonito (Zona B), no Estado de São Paulo, de 1994 a 2001

Genótipos	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Média Ajustada
Ciclo precoce									
IAC 227	1.354 b-c	1.819 e-i	-	-	-	-	-	-	2.089 b-d
IAC 231	-	-	2.659 b-e	2.347 b-e	-	-	-	-	2.113 b-d
IAC 287	958 d-f	2.208 b-h	2.260 d-e	2.246 c-e	2.986 b-f	2.312 b-e	1.517 c-e	1.850 a-c	2.042 b-d
IAC 304	965 d-f	2.027 c-i	2.034 e	2.545 b-e	2.955 b-f	-	-	-	1.938 c-d
IAC 332	840 e-f	2.277 b-c	-	-	-	-	-	-	2.061 b-d
IAC 340	1.645 b	2.576 a-e	-	-	-	-	-	-	2.613 a-b
IAC 354	-	-	2.649 b-e	2.729 a-e	3.496 a-b	2.732 a-d	1.802 b-d	1.729 a-d	2.355 b
IAC 358	-	-	2.027 e	3.177 a-b	-	-	-	-	2.212 b-c
IAC 372	-	-	-	-	-	2.427 b-e	1.861 b-d	1.864 a-c	2.326 b-c
Panda	847 e-f	1.514 h-i	-	-	-	-	-	-	1.682 d
Ciclo médio									
Anahuac	1.201 c-d	1.791 e-i	2.239 d-e	1.941 e	2.930 c-f	-	-	-	1.855 c-d
BR 18	1.180 c-d	2.541 a-e	2.875 b-d	2.965 a-d	3.969 a	2.507 b-e	1.979 b-c	2.184 a	2.525 a-b
IAC 24	527 g	1.382 i	2.118 e	2.479 b-e	2.670 e-f	2.156 d-e	1.628 b-e	1.413 b-d	1.797 d
IAC 60	1.159 c-e	2.722 a-d	3.180 a-b	3.069 a-c	3.541 a-c	3.159 a	1.739 b-e	1.680 a-d	2.531 a-b
IAC 120	951 d-f	2.812 a-c	2.968 b-c	2.705 a-e	3.618 a-b	2.906 a-b	2.677 a	1.968 a-b	2.576 a-b
IAC 289	1.194 c-d	1.993 d-i	2.396 c-e	2.524 b-e	3.368 a-b	2.246 c-e	1.510 d-e	1.329 c-d	2.070 b-d
IAC 311	-	-	2.406 c-e	-	-	-	-	-	2.037 b-d
IAC 313	-	-	2.187 e	-	-	-	-	-	1.819 c-d
IAC 319	1.488 b-c	2.368 b-f	-	-	-	-	-	-	2.429 a-b
IAC 342	-	-	2.896 b-d	2.479 b-e	3.614 a-b	2.420 b-e	1.923 b-d	1.743 a-d	2.345 b
IAC 346	750 f-g	1.652 f-i	-	-	-	-	-	-	1.703 d
IAC 347	937 d-f	2.972 a-b	-	-	-	-	-	-	2.457 a-b
IAC 348	1.159 c-e	2.236 c-i	-	-	-	-	-	-	2.200 b-c
IAC 350	1.305 c	1.555 g-i	2.239 d-e	2.496 b-e	3.833 a	2.712 a-e	1.319 e	2.267 a	2.216 b-c
IAC 355	-	-	2.906 b-d	2.420 b-e	2.840 d-f	2.080 e	2.010 b-d	1.722 a-d	2.162 b-c
IAC 356	-	-	2.892 b-d	2.618 b-e	3.531 a-c	2.833 a-c	1.989 b	1.826 a-c	2.447 a-b
IAC 357	-	-	2.548 b-e	3.441 a	3.590 a-c	2.475 b-e	1.520 c-e	1.725 a-d	2.383 b
IAC 359	-	-	-	3.100 a-b	3.781 a	2.146 d-e	1.597 b-d	1.694 a-d	2.336 b-c
IAC 360	-	-	-	2.652 a-e	3.535 a-c	2.753 a-d	1.642 b-e	1.909 a-c	2.371 b
IAC 371	-	-	-	-	-	2.274 b-e	1.975 b-d	1.236 d	2.104 b-d
IAC 373	-	-	-	-	-	2.524 b-e	2.066 b	1.420 b-d	2.279 b-c
IAPAR 28	1.451 b-c	2.347 b-g	2.514 c-e	2.232 d-e	2.614 f	-	-	-	2.066 b-d
OCEPAR 14	1.319 c	2.909 a-b	-	-	-	-	-	-	2.616 a-b
Ciclo tardio									
IAC 370	-	-	-	-	3.340 a-d	2.590 a-e	1.639 b-e	1.944 a-b	2.322 b-c
IAPAR 60	2.104 a	3.284 a	3.614 a	3.135 a-b	3.302 a-e	2.166 d-e	2.027 b	2.274 a	2.738 a
OCEPAR 16	-	-	-	-	2.934 c-f	2.514 b-e	2.229 b	1.850 a-c	2.325 b-c
Médias	1.167 F	2.239 D	2.580 B	2.665 B	3.322 A	2.497 C	1.831E	1.781 E	2.256
F - Genótipos	12.22**	5.02**	4.45**	2.36*	3.86*	2.36*	4.54**	2.66*	8.18**
F - Anos									209.84**
F - A x G									2.67**
C.V.(%)	17.21	21.39	15.46	18.45	12.19	15.00	15.08	19.54	17.13

- o genótipo não participou do experimento no referido ano.

** e *: significativo a 1% e 5% pelo teste de F respectivamente.

Médias para comparação da produtividade de grãos entre cultivares por local em letras minúsculas e médias para a comparação entre locais em letras maiúsculas. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

O estudo da estabilidade fenotípica realizado com os genótipos IAPAR 60, BR 18, IAC 120 e IAC 60, que mostraram um comportamento diferenciado em relação aos demais quanto ao rendimento de grãos, mais IAC 350, IAC 24, IAC 289 e IAC 287 também avaliados nos oito anos considerados, revelou respostas significativas às variações ambientais tanto nos ambientes favoráveis quanto nos desfavoráveis (Tabela 5). O IAPAR 60 apresentou o quadrado médio do desvio significativo, indicativo da instabilidade no rendimento de grãos no período.

IAC 350 apresentou valores de $B_1 + B_2$ superior a 1 (1,8427) em termos de previsibilidade e o que reúne os melhores valores, responsivo à melhoria do ambiente. Os demais genótipos apresentaram B_1 muito próximos, não diferindo de 1.

A população patogênica do fungo causador da ferrugem-da-folha do trigo é dinâmica. Nota-se na tabela 6 que a ocorrência de vírus foi mais intensa nos últimos anos, talvez devido ao surgimento e à identificação de novas raças de *Puccinia triticina* Erikss., a partir de 1997, segundo BARCELLOS (1999).

Os genótipos Anahuac, IAC 120, IAC 356, IAC 342 e IAC 373 foram imunes a essas novas raças de ferrugem-da-folha. IAC 24 apresentou moderada resistência no ano de 2001. Esse genótipo revelou a ocorrência da doença, com progresso lento da enfermidade, ligada a uma necrose na ponta da folha da

planta adulta. Segundo Rosa (1994) essa necrose é determinada pelo gene Lr 34 (resistência durável à ferrugem-da-folha) oriunda da antiga cultivar Frontana criada por Iwar Beckman em 1930.

As manchas foliares, induzidas por *Bipolaris sorokiniana* e *Drechslera tritici-repentis* (Tabela 7), foram favorecidas pelas condições climáticas (altas temperaturas e precipitações pluviais frequentes), e avaliadas no estágio 10.5 da escala de LARGE (1954).

A incidência desses patógenos no decorrer do período foi generalizada, sendo a mais alta ocorrida em 2001 e, em menor intensidade, em 1996. Todos os genótipos apresentaram suscetibilidade a esses fungos em maior ou menor grau de incidência, provavelmente devido ao fato de a resistência genética para fungos necrotróficos envolver muito genes (CUNFER, 1987).

Correlacionando-se as porcentagens de manchas foliares e as variáveis climáticas observadas nos oito anos avaliados, verificou-se que houve uma correlação de 0,71* entre a porcentagem de manchas foliares e a precipitação pluvial ocorrida em maio. Nesse mês, as plantas de trigo se encontravam no estágio final do perfilhamento e início do emborrachamento. De acordo com DIAZ DE ACKERMANN et al. (1997) as perdas de rendimento estão muito associadas às manchas foliares, principalmente quando a infestação ocorre nessa época.

Tabela 5. Estimativa de estabilidade e adaptabilidade e coeficiente de determinação (R^2) para os genótipos de trigo avaliados em Capão Bonito (SP), no período de 1994 a 2001

Cultivar	Médias nos ambientes			B_1	$B_1 + B_2$	Q. médio desvio	R^2
	Observada	Desfavorável	Favorável				
	kg. ha ⁻¹					kg. ha ⁻¹	%
IAC 350	2.214	1.630	2.565	0,8593	1,8427*	406ns	89.51
IAC 24	1.795	1.189	2.159	0,9368	0,9712	304ns	86.41
IAC 60	2.530	1.526	2.132	1,3706	0,6504	179ns	97.01
IAC 120	2.574	1.865	3.000	1,1246	0,7725	375ns	84.10
IAC 289	2.069	1.344	2.504	0,9588	1,2542	183ns	95.41
IAC 287	2.041	1.441	2.401	0,8904	0,7388	147ns	95.77
BR 18	2.524	1.781	2.969	1,1008	1,4041	134ns	98.05
IAPAR 60	2.737	2.135	3.099	0,7785	0,3657	512*	56.15

* significativo a 5%. Fonte: CRUZ, TORRES e VENCovsky (1989).

Tabela 6. Incidência médias de *Puccinia triticina* Erikss., fungo causador da ferrugem-da-folha em genótipos de trigo avaliados em Capão Bonito (SP), no período de 1994-2001

Genótipos	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
	%							
IAC 227	0	0	-	-	-	-	-	-
IAC 231	-	-	30S	0	-	-	-	-
IAC 287	0	0	0	0	0	10S	0/10S	10S
IAC 304	0	0	0	0	ts	-	-	-
IAC 332	0	0	-	-	-	-	-	-
IAC 340	0	0	-	-	-	-	-	-
IAC 354	-	-	0	0	0	10S	20S	10S
IAC 358	-	-	20S	10S	-	-	-	-
IAC 372	-	-	-	-	-	20S	10S	20S
Panda	0	10S	-	-	-	-	-	-
Anahuac	0	0	0	0	0	-	-	-
BR 18	0	0	0	0	0	0	5MR	0
IAC 24	0	0	0	0	0	20MS	0/5S	10MR
IAC 60	0	0	0	0	0	0	10MS	0
IAC 120	0	0	0	0	0	0	0	0
IAC 289	0	0	10S	0	0	10S	0/20S	10S
IAC 311	-	-	0	-	-	-	-	-
IAC 313	-	-	0	-	-	-	-	-
IAC 319	0	0	-	-	-	-	-	-
IAC 342	-	-	0	0	0	0	0	0
IAC 346	0	0	-	-	-	-	-	-
IAC 347	0	ts	-	-	-	-	-	-
IAC 348	0	0	-	-	-	-	-	-
IAC 350	0	0	0	0	0	10S	20/40S	10S
IAC 355	-	-	0	0	0	0	0/20S	0
IAC 356	-	-	0	0	0	0	0	0
IAC 357	-	-	0	0	0	30S	30S	10S
IAC 359	-	-	-	0	0	10S	20S	10S
IAC 360	-	-	-	0	0	10S	30S	30S
IAC 371	-	-	-	-	-	20S	10S	30S
IAC 373	-	-	-	-	-	0	0	0
IAPAR 28	0	0	10S	0	0	0	-	-
OCEPAR 14	0	0	-	-	-	-	-	-
IAC 370	-	-	-	-	0	0	20S	T
IAPAR 60	0	0	0	0	0	10MR	20MR	0
OCEPAR 16	-	-	-	-	0	0	0/10S	0

S - suscetível; MS - moderadamente suscetível; MR - moderadamente resistente; R - resistente.
 Fonte: Anikster et al. (1997).

Tabela 7. Incidência médias de manchas foliares em porcentagem causadas pela associação dos fungos necrotróficos como *Bipolaris sorokiniana* e *Drecheslera tritici repentis* nos genótipos de trigo avaliados em Capão Bonito (SP), no período de 1994-2001

Genótipos	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
	%							
IAC 227	20	20	-	-	-	-	-	-
IAC 231	-	-	10	40	-	-	-	-
IAC 287	30	20	10	40	30	30	40	30
IAC 304	40	20	20	40	40	-	-	-
IAC 332	30	30	-	-	-	-	-	-
IAC 340	40	20	-	-	-	-	-	-
IAC 348	30	20	-	-	-	-	-	-
IAC 354	-	-	20	30	40	30	40	50
IAC 358	-	-	20	40	-	-	-	-
IAC 372	-	-	-	-	-	20	20	30
Panda	20	20	-	-	-	-	-	-
Anahuac	30	30	10	40	30	-	-	-
BR 18	30	20	20	40	40	30	20	50
IAC 24	50	30	20	40	40	30	20	40
IAC 60	30	20	20	30	30	30	20	40
IAC 120	30	20	20	30	30	40	20	30
IAC 289	30	40	20	30	30	30	20	40
IAC 311	-	-	20	-	-	-	-	-
IAC 313	-	-	10	-	-	-	-	-
IAC 319	30	30	-	-	-	-	-	-
IAC 342	-	-	20	40	30	30	40	30
IAC 346	50	20	-	-	-	-	-	-
IAC 347	30	20	-	-	-	-	-	-
IAC 350	30	50	30	30	30	30	20	30
IAC 355	-	-	20	30	30	40	40	50
IAC 356	-	-	20	30	30	30	10	50
IAC 357	-	-	10	30	30	30	20	30
IAC 359	-	-	-	40	40	30	40	50
IAC 360	-	-	-	40	40	30	40	40
IAC 371	-	-	-	-	-	30	30	50
IAC 373	-	-	-	-	-	30	20	50
IAPAR 28	30	40	20	40	30	-	-	-
OCEPAR 14	30	10	-	-	-	-	-	-
IAC 370	-	-	-	-	30	30	20	30
IAPAR 60	20	10	20	30	40	30	30	30
OCEPAR 16	-	-	-	-	30	30	30	60

4. CONCLUSÕES

1. Os genótipos mostraram comportamento diferenciado quanto ao rendimento de grãos apesar da interação genótipos x anos.

2. O genótipo IAPAR 60 apresentou maior rendimento de grãos não diferindo de BR 18, IAC 60 e IAC 60 na média dos oito anos analisados. IAPAR 60 mostrou instabilidade no rendimento de grãos no período.

3. Os genótipos demonstraram possuir resistência genética à ferrugem-da-folha, com destaque para IAC 120, IAC 356, IAC 342, IAC 373 e Anahuac. O mesmo não ocorreu com relação às manchas foliares.

4. As precipitações pluviais ocorridas em maio foram as que melhor se correlacionaram com o aparecimento de manchas foliares.

AGRADECIMENTOS

Aos técnicos de apoio Carlos Aparecido Fernandes, José Norberto da Silva e José Angelino de Paula, pela colaboração no desenvolvimento dos experimentos.

REFERÊNCIAS

- AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of AACC**. 9.ed. St. Paul, 1995.
- ANIKSTER, Y.; BUSHNELL, W.R.; EILAM, T.; MANISTERSKI, J.; ROELFS, A.P. *Puccinia recondita* causing leaf rust on cultivated wheats, wild wheats, and rye. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.75, n.12, p.2082-2086, 1997.
- BARCELLOS, A.L. A ferrugem-do-trigo no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Trigo no Brasil**. Campinas, 1982. v.2, p.377-410
- BARCELLOS, A.L. População patogênica de *Puccinia triticina* (Ferrugem-da-folha do trigo) no período 1997-1999. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 18., 1994, Passo Fundo. **Resumos**. Passo Fundo: CNPT, 1999. v.2, p.524-528
- BRAMMER, S.P.; BARCELLOS, A.L.; MORAES-FERNADES, M.I.B.; MILACH, S.C.K. Bases genéticas da resistência durável à ferrugem da folha do trigo e estratégias biotecnológicas para o melhoramento no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.25, n.1, 2000. p.5-20.
- BRASIL. Instrução Normativa n.º7, de 15/8/2001. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Diário Oficial da União, n.160. seção 1.21/8/ 2001.
- CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, p.567-580, 1989.
- CUNFER, B.M. Bacterial and fungal blights of the foliage and heads of wheat. In HEYNE, E.G. (Ed). **Wheat and Wheat Improvement**. 2.ed. Madison: American Society of Agronomy, 1987. p.528-541.
- DÍAZ de ACKERMANN, M.; KOHLI, M.M.; CERETTA, S.; ABADIE, T.; IBÁÑEZ, V. Importancia de las enfermedades en la producción del trigo en Uruguay. In: KOHLI, M. M.; MARINO, D. (Eds.). **Explorando altos rendimientos de trigo. La Estanzuela**, Uruguay: CIMMYT-INIA, 1998. p.261-278.
- DIAZ, R.; ABADIE, T. Rendimiento potencial y brechas tecnológicas de trigo em el Uruguay y en el Cone Sur. In: KOHLI, M. M. y MARINO, D. (Eds.). **Explorando altos rendimientos de trigo**. La Estanzuela, Uruguay: CIMMYT-INIA, 1998. p.1-20.
- FELICIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O.; PEDRO JUNIOR, M. J. Avaliação de genótipos de trigo no Vale do Paranapanema (SP) de 1985 a 1991. **Bragantia**, Campinas, v.52, n.1, p. 33-44, 1993.
- FELICIO, J.C.; CAMARGO, C.E.O.; GERMANI, R.; FREITAS, J.G.; FERREIRA FILHO, A.W.P. Rendimentos de grãos e qualidade tecnológica de genótipos de trigo em três zonas tritícolas do Estado de São Paulo no biênio 1994-95. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.59-68, 2000.
- INSTITUTO AGRONÔMICO (CAMPINAS). **Recomendações Técnicas de Trigo para 1999**. 2.ed.atual. Campinas, 1999. 100p.
- LARGE, E.C. Growth stages in cereals: Illustration of the Feekes Scale. **Plant Pathology**, London, v.3, p.128-129. 1954.
- METHA, Y.R. **Doenças do trigo e seu controle**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1978. 190p. (Ceres, 20)
- PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C. Efeito de diferentes fungicidas sobre o rendimento de grãos, sobre o peso do hectolitro e sobre o controle da ferrugem da folha (*Puccinia recondita* f.sp. tritici) em trigo, cultivar BR 43. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, p.319, 1995. (Suplemento)
- PICININI, E.C.; FERNANDES, J.M.C. Controle das doenças de trigo. In: CUNHA, G.R.; BACALTCHUK, B. (Eds.). **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa, Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo/ Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p.225-243. (Série Culturas, 02)
- PIMENTEL-COMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1970. 468p.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A..M. (Eds.). **Recomendações de Adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC/Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

RODRIGUES, O. Manejo de trigo: bases ecofisiológicas. In: CUNHA, G.R.; BACALTCHUK, B. (Eds.). Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Assembléia Legislativa, Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo/Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p.120-155. (Série Culturas, n. 02)

ROSA, O. Teoria sobre a origem da resistência durável à ferrugem da folha de cultivares brasileiras de trigo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 17., 1994, Passo Fundo. **Resumos**. Passo Fundo: CNPT, 1994. p.153.

SCHARAMM, W.; FULCO, W.S.; SOARES, M.H.G.; ALMEIDA, A.M.P. Resistência de cultivares de trigo em experimentos ou cultivo no Rio Grande do Sul, às principais doenças fúngicas. **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v.10, p.31-39, 1974.

WAL, P. C. Rendimientos y el cociente fototérmico Una relación inevitable? In: KOHLI, M.M.; MARINO, D. (Eds.). **Explorando altos rendimientos de trigo**. La Estanzuela, Uruguay: CIMMYT-INIA, 1998. p.47-58.