

VARIABILIDADE GENÉTICA E HERANÇA DA ESTATURA DE PLANTA EM GENÓTIPOS DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.)¹

ALFREDO CELSO FANTINI², LUIZ CARLOS FEDERIZZI, FERNANDO IRAJÁ FÉLIX DE CARVALHO e JOSÉ FERNANDES BARBOSA NETO³

RESUMO - Estudou-se a herança do caráter estatura de planta em trigo (*Triticum aestivum* L.), a partir da análise da estatura individual dos genitores e das gerações F₁, F₂, RC₁F₁ e RC₂F₁ obtidas em 14 cruzamentos envolvendo o genótipo de porte alto IAC5, o de porte intermediário IPF 55244 e os genótipos de porte baixo IPF55245, D8006, D8010 e D8017. Os efeitos aditivos foram os que mais contribuíram para a variação genética, não obstante a importante contribuição dos efeitos de dominância. A epistasia foi detectada em cruzamentos específicos. Com exceção dos cruzamentos envolvendo os genótipos IPF55245 e D8017 ficou evidenciada a dominância para o genitor de maior estatura em cada cruzamento. A análise dos resultados obtidos revelou uma ampla variabilidade genética no material estudado com relação para os genótipos: IAC5= AABB; IPF55244= AAB₁b₁; IPF55245= aab₁b₁; D8006= a₁a₁bb; D8010= a₂a₂b₁b₁; D8017= aab₁b₁.

Termos para indexação: herdabilidade, número de genes, ação gênica.

GENETIC VARIABILITY AND THE INHERITANCE OF PLANT HEIGHT IN WHEAT GENOTYPES

ABSTRACT - The inheritance of plant height in wheat (*Triticum aestivum* L.) was studied through the analysis of individual plants of parents and F₁, F₂ BC₁F₁ and BC₂F₁ generations in 14 crosses involving the tall genotype IAC5, the medium genotype IPF55244 and the short statured genotypes IPF55245, D8006, D8010 and D8017. The additive gene effects gave the highest contribution, though dominance showed importance in some crosses. The epistasis was detected on specific crosses. The parcial or complete dominance of the tallest parent over the shortest one in each cross was evident, except these involving the IPF55245 and D8017 genotypes. The results showed a large genetic variability among the genotypes studied and the following genetic constitution to them is suggested: IAC5= AABB; IPF55244= AAB₁b₁; IPF55245= aab₁b₁; D8006= a₁a₁bb; D8010= a₂a₂b₁b₁; D8017 = aab₁b₁.

Index terms: heritability, number of genes, gene action.

INTRODUÇÃO

A utilização de genótipos de porte baixo em trigo foi um fator decisivo na elevação dos níveis de rendimento da cultura, pela arquitetura da planta mais eficiente ou pela possibilidade de exploração de ambientes mais favoráveis, principalmente no que diz respeito à irrigação e à adubação nitrogenada.

Entretanto, um grande número de cultivares de trigo lançadas pelos melhoristas brasileiros são de porte relativamente alto, além do que, as fontes utili-

¹ Aceito para publicação em 5 de agosto de 1993.

Extraído da Dissertação apresentada pelo primeiro autor à Univ. Fed. Rio Grande do Sul para a obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia.

² Eng.-Agr., M.Sc., Univ. Fed. de Santa Catarina, Rodovia SC 404 Km 4, Caixa Postal 476, CEP 88000 Florianópolis, SC.

³ Eng.-Agr., Ph.D., Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, Avenida Bento Gonçalves, 7712, Caixa Postal 776, CEP 90001-970 Porto Alegre, RS. E. Mail Plantas@VORTEX.UFRGS.BR.

zadas de genes para reduzida estatura têm-se limitado às derivadas do genótipo NORIN 10, segundo Federizzi & Carvalho (1980). Estes fatos contrastam com as amplas possibilidades de manipulação do caráter, como a utilização dos vários genes Rht_n (Gale & Youssefian, 1985), dos genes do nanismo D_n (Fick & Qualset, 1973b), além da possibilidade de acumulação de genes menores em um mesmo genótipo.

A maioria dos trabalhos relacionados à herança do caráter têm apontado a existência de um a três genes no seu controle (Powel & Schlehber, 1967; Romero & Frey, 1972; Dotto, 1976 e Federizzi & Carvalho, 1980), havendo, ainda registro de quatro genes (Fick & Qualset, 1973a).

Com relação aos efeitos gênicos, a aditividade tem-se revelado como principal componente da variação genética para o caráter (Chapman & McNeal, 1971; Fick & Qualset, 1973a), embora os efeitos de dominância tenham apresentado também significativa importância em vários estudos (Allan et al., 1968; Halloran, 1975; Dotto, 1976; Federizzi & Carvalho, 1980), enquanto a epistasia tem sido constatada com menor frequência (Chapman & McNeal, 1971; Fick & Qualset, 1973a; Halloran, 1975).

Além disso, a baixa expressão do ambiente na variação fenotípica contribui para a obtenção de altos valores para a herdabilidade da característica, como registrado por vários autores (Merkle & Atkins, 1964; Hoff et al., 1973 e Federizzi & Carvalho, 1980), permitindo prever ganhos significativos por geração de seleção em programas de melhoramento.

Este trabalho tem como objetivos, detectar a variabilidade genética de genótipos de trigo utilizados como fontes de genes para redução da estatura da planta, caracterizar os diferentes alelos em cada loco, e elucidar as bases genéticas envolvidas na herança do caráter.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados neste trabalho o genótipo brasileiro IAC5 de porte alto e os genótipos de porte intermediário IPF55244 e de porte baixo IPF55245, derivados do IAC5 e introduzidos pelo Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), mais os genótipos de porte baixo D8006, D8010 e D8017 provenientes da Califórnia, EUA. Foram realizados 14 cruzamentos entre os genitores, conforme consta

da Tabela 1, tendo sido obtidos, ainda, a geração F2 e alguns retrocruzamentos.

Em junho de 1989, as gerações fixas (P_1 , P_2 e F_1) e as segregantes (F_2 , RC_1F_1 e RC_2F_1) obtidas em cada cruzamento foram estabelecidas em condições de campo, em delineamento de blocos completos casualizados, com duas repetições. As parcelas eram constituídas de duas linhas de três metros, exceto para a geração F_2 , cujo número de linhas variou de sete a quinze, de acordo com a quantidade de duas sementes disponíveis. As plantas foram espaçadas de 0,30 cm entre e dentro das linhas. Foram realizadas as práticas de manejo recomendadas para a cultura, durante a condução do experimento.

A estatura individual das plantas foi determinada sobre o afilho mais longo, desde a superfície do solo até o ápice da espiga, excluindo as aristas, sendo realizada em torno de 21 dias após a antese da maioria das plantas.

Foram analisadas as médias e variâncias das gerações em cada cruzamento, utilizando-se o método proposto por Mather & Jinks (1971) e Allard (1960), além da análise das respectivas distribuições de frequências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das distribuições de frequências das gerações fixas e segregantes obtidas em cada cruzamento (Tabela 1) permitiu formular as hipóteses do número de genes pelos quais os genitores diferiam com relação ao caráter estatura de planta. As proporções fenotípicas das classes de estatura esperadas nas gerações F_2 , RC_1F_1 e RC_2F_1 , bem como as respectivas probabilidades de ajuste pelo teste de qui-quadrado são apresentadas na Tabela 2.

No cruzamento entre o genótipo de porte alto IAC5 e o de porte intermediário IPF55244, a proporção observada de 3/4 indivíduos superiores (> 93 cm) para 1/4 inferiores (≤ 93 cm) na geração F2 (Tabelas 1 e 2), teve uma probabilidade entre 0,10 e 0,25, e sugere uma diferença de apenas um gene maior entre os pais.

Por sua vez, o cruzamento entre IAC5 e o genótipo de porte baixo IPF55245 apresentou um ajuste ($0,25 < P < 0,50$) para as proporções de 3/16 superiores (> 105 cm): 12/16 intermediários (72 a 105 cm): 1/16 inferiores (< 72 cm) (Tabelas 1 e 2). Diferentemente, o cruzamento IAC5 x D8006 mostrou adequação das proporções 15/16 (> 78 cm) para 1/16 (≤ 78 cm),

TABELA 2. Proporções esperadas do número nas classes fenotípicas das gerações F₂, RC₁F₁ e RC₂F₁ e respectivas probabilidades, para o caráter estatura da planta em treze cruzamentos envolvendo seis genótipos de trigo. Fac. Agron./UFRGS, Porto Alegre, 1989.

Cruzamentos	Proporção esperada			Probabilidade		
	F ₂	RC ₁ F ₁	RC ₂ F ₁	F ₂	RC ₁ F ₁	RC ₂ F ₁
IAC5 x IPF55244	1 : 0 : 3	-	-	0,10-0,25	-	-
IAC5 x IPF55245	1 : 12 : 3	-	-	0,25-0,50	-	-
IAC5 x D8006	1 : 0 : 15	1 : 0 : 3	-	0,25-0,50	0,50-0,75	-
IAC5 x D8010	1 : 0 : 15	-	1 : 0 : 3	1,0	-	1,00
IAC5 x D8017	1 : 12 : 3	-	0 : 3 : 1	0,50-0,75	-	0,25-0,50
IPF55244 x IPF55245	1 : 2 : 1	-	-	0,25-0,50	-	-
IPF55244 x D8006	1 : 14 : 1	-	-	0,10-0,25	-	-
IPF55244 x D8010	1 : 0 : 3	0 : 0 : 1	1 : 0 : 1	0,75-0,90	0,50-0,75	0,75-0,90
IPF55244 x D8017	1 : 2 : 1	0 : 1 : 1	1 : 1 : 0	0,50-0,75	0,50-0,75	0,50-0,75
D8006 x IPF55245	1 : 12 : 3	-	-	0,50-0,75	-	-
D8006 x D8017	1 : 12 : 3	0 : 3 : 1	0 : 1 : 0	0,10-0,25	1,00	-
D8010 x D8006	1 : 14 : 1	-	1 : 3 : 0	0,10-0,25	-	0,10-0,25
D8010 x D8017	3 : 0 : 1	1 : 0 : 1	-	0,10-0,25	0,10-0,25	-

respectivamente, para as classes superior e inferior, dos indivíduos da geração F₂, cujo ajuste ($0,25 < p < 0,50$) foi corroborado pelo observado no RC₁F₁ (Tabela 2). Distribuição semelhante foi observada para o cruzamento entre IAC5 e D8010, cuja distribuição da geração F₂ ($p = 1,00$) foi também consistente com a verificada para o respectivo retrocruzamento. No cruzamento IAC5 x D8017 (Tabelas 1 e 2), observou-se um ajuste ($0,50 < P < 0,75$) para as proporções de 3/16 indivíduos superiores (108 cm) : 12/16 intermediárias (72 a 108 cm) : 1/16 inferiores (≤ 72 cm), consistente com a distribuição da geração RC₂F₁. As proporções verificadas nestes quatro cruzamentos dão consistência à hipótese da existência de pelo menos dois genes maiores de diferença entre os genótipos de porte alto e baixo.

Por outro lado, os cruzamentos entre o genótipo de porte intermediário IPF55244 e os de porte baixo IPF55245, D8010 e D8017 evidenciaram a diferença de apenas um gene governando o caráter entre o primeiro genitor e os demais, enquanto a diferença de

dois genes foi observada no cruzamento IPF55244 x D8006. No cruzamento IPF55244 x IPF55245 observou-se um ajuste ($0,25 < p < 0,50$) para as proporções de 1/4 indivíduos superiores (> 84 cm) : 2/4 intermediários (72 a 84 cm) : 1/4 inferiores (< 72 cm), como apresentado nas Tabelas 1 e 2. Proporções semelhantes foram ajustadas para o cruzamento IPF55244 x D8017 ($0,50 < p < 0,75$), sendo os limites de classe superior, intermediária e inferior, respectivamente, > 87 cm, 72 a 87 cm e < 72 cm. Estas proporções foram corroboradas pelas observadas para as gerações RC₁F₁ e RC₂F₁. O cruzamento IPF55244 x D8006 teve os indivíduos da geração F₂ distribuídos nas classes superior, intermediária e inferior nas proporções de 1/16 (> 99 cm) : 14/16 (78 a 99 cm) : 1/16 (78 cm), respectivamente (Tabelas 1 e 2). Por sua vez, o cruzamento IPF55244 x D8010, mostrou um ajuste ($0,75 < p < 0,90$) da geração F₂ para duas classes fenotípicas, com proporções de 3/4 superiores (> 81 cm) : 1/4 inferiores (≤ 81 cm), resultado confirmado pelos retrocruzamentos correspondentes (Tabela 2).

Os genitores de porte baixo IPF55245, D8006, D8010 e D8017 foram cruzados entre si em cinco combinações, sendo as distribuições de frequências apresentadas na Tabela 1. Nas Tabelas 1 e 2 pode ser observado o ajuste ($0,50 < p < 0,75$) das proporções 3/16 indivíduos superiores (> 84 cm) : 12/16 intermediários (60 a 84 cm) : 1/16 inferiores (> 60 cm) para a geração F₂ do cruzamento D8006 x IPF 55245, sugerindo a existência de pelo menos dois genes maiores governando o caráter. No cruzamento D8006 x D8017 a distribuição de frequências foi semelhante àquela verificada no cruzamento anterior, sugerindo também a presença de dois genes, através do ajuste ($0,10 < P < 0,25$) das proporções 3/16 (> 78 cm) : 12/16 (51 a 78 cm) : 1/16 (< 51 cm) indivíduos nas classes superior, intermediária e inferior, respectivamente, para a geração F₂, consistente com as proporções observadas nos retrocruzamentos (Tabelas 1 e 2). No cruzamento D8010 x D8006 as proporções 1/16 superiores (> 87 cm) : 14/16 intermediárias (69 a 87 cm) : 1/16 inferiores (< 69 cm) ($10 < p < 0,25$), revelam a presença de dois genes maiores de dife-

rença entre os pais, resultados confirmados pelo retrocruzamento (Tabela 2). A distribuição em duas classes fenotípicas ($0,10 < p < 0,25$) da geração F₂, com proporções de 1/4 superiores (> 72 cm) : 3/4 inferiores (≤ 72 cm), indicam o modelo de herança simples para a estatura de planta do cruzamento D8010 x D8017, resultado confirmado pela geração RC₁F₁ (Tabelas 1 e 2). Por outro lado, no cruzamento IPF55245 x D8017 as distribuições de frequências (Tabela 1) não evidenciaram descontinuidades que caracterizassem a presença de poucos genes com grande efeito no caráter, de mesma forma que não revelaram segregação transgressiva na geração F₂, o que sugere a identidade genética destes genótipos com relação à estatura de planta.

Com relação às variâncias fenotípicas, foram observados os maiores valores, em sua maioria envolvendo os cruzamentos entre o genótipo de porte alto IAC5 e os de porte baixo (Tabela 3), sendo o menor valor verificado no cruzamento entre os genótipos de porte baixo IPF55245 e D8017. Os valores observados para a variância ambiental foram em todos os

TABELA 3. Estatura média dos pais (P₁ e P₂), valor do t-teste da diferença da média de estatura entre os pais, variância fenotípica (VF), variância genotípica (VG), variância ambiental (VE) e herdabilidade no sentido amplo (h²) para o caráter estatura da planta em 14 cruzamentos envolvendo seis genótipos de trigo. Fac. Agron./UFRGS, Porto Alegre, 1989.

Cruzamentos	P ₁	P ₂	Valor do T- Teste	VF	VG	VE	h ²
IAC5 x IPF55244	113,1	92,6	18,04*	109,83	92,46	17,37	0,84
IAC5 x IPF55245	115,3	65,0	37,25*	184,24	161,82	22,42	0,88
IAC5 x D8006	116,5	71,5	43,29*	249,70	231,41	18,29	0,93
IAC5 x D8010	114,8	75,0	38,44*	182,15	164,67	17,48	0,90
IAC5 x D8017	117,0	61,7	43,05*	324,28	300,57	23,81	0,93
IPF55244 x IPF55245	92,9	64,9	32,91*	124,22	116,06	8,16	0,93
IPF55244 x D8006	92,9	72,5	29,82*	70,50	62,40	8,10	0,89
IPF55244 x D8010	93,8	75,9	15,66*	67,47	51,95	15,52	0,77
IPF55244 x D8017	94,2	57,2	34,74*	184,07	170,16	13,91	0,92
D8006 x IPF55245	73,0	64,7	9,48*	151,24	141,40	9,84	0,93
D8006 x D8017	71,2	56,1	18,37*	128,02	116,96	11,06	0,91
D8010 x D8006	76,7	72,5	4,06*	57,55	46,24	11,31	0,80
D8010 x D8017	76,9	58,6	14,07*	138,39	114,24	24,15	0,83
IPF55245 x D8017	65,5	61,2	4,49*	31,01	20,16	10,85	-

* Significativo a 1%.

cruzamentos de baixa magnitude em relação à variância fenotípica. Estes dados caracterizam uma alta correlação entre este último parâmetro e a variância genética, e conseqüentemente, altos valores para a herdabilidade.

Com relação aos efeitos gênicos, estimados pelo método proposto por Mather & Jinks (1971), pode ser observado na Tabela 4 que os efeitos de aditividade foram superiores aos de dominância na maioria dos cruzamentos, não obstante estes últimos apresentarem importante contribuição para a variação genética em alguns cruzamentos. Os valores significativos da estatística X^2 (Tabela 4) indicaram uma contribuição importante dos efeitos epistáticos para a variação genética nos cruzamentos IAC5 x D8006, IAC5 x D8010 e D8006 x IPF55245. No cruzamento IAC5 x IPF55244, o valor significativo de X^2 parece ser resultado de um erro de estimativa, diante da hipótese formulada da existência de apenas um gene de diferença entre os pais.

A presença de poucos genes maiores governando o caráter ficou evidente a partir da análise das distri-

buições de frequências das gerações obtidas em cada cruzamento. Diferença de apenas um gene foi verificada entre o genótipo de porte alto IAC5 e o genótipo de porte intermediário IPF55244, e de dois genes entre o genitor alto e os de porte baixo. Entre o genitor de porte intermediário e os genitores de baixa estatura a diferença detectada em cada cruzamento foi de apenas um gene, exceto para o cruzamento IPF55244 x D8006, que evidenciou a herança monogênica para o caráter. Entre os genótipos de porte baixo constatou-se a diferença de um e dois genes. A partir da análise conjunta destes dados, foi sugerida a seguinte hipótese para a constituição genética dos genitores utilizados, com relação à estatura da planta.

IAC5	AABB = 115 cm
IPF55244	AAb ₁ b ₁ = 93 cm
IPF55245	aab ₁ b ₁ = 65 cm
D8006	a ₁ a ₁ bb = 70 cm
D8010	a ₂ a ₂ b ₁ b ₁ = 75 cm
D8017	aab ₁ b ₁ = 60 cm

TABELA 4. Efeitos gênicos e valor do qui-quadrado e graus de liberdade para o modelo de três parâmetros proposto por Mather & Jinks (1971), para o caráter estatura da planta em 13 cruzamentos envolvendo seis genótipos de trigo. Fac. Agron./UFRGS, 1989.

Cruzamentos	Média (m)	Parâmetros efeito aditivo (d)	Efeito dominante (h)	Valor do X^2	Graus de liberdade
IAC5 x IPF55244	103,29 ± 0,54	± -10,28 ± 0,57	2,68 ± 0,92	6,58*	1
IAC5 x IPF55245	90,26 ± 0,65	± -25,18 ± 0,66	2,44 ± 1,13	0,28	1
IAC5 x D8006	94,26 ± 0,51	± -22,59 ± 0,52	12,02 ± 1,02	10,03*	3
IAC5 x D8010	94,89 ± 0,52	-20,03 ± 0,51	12,61 ± 1,98	4,55*	1
IAC5 x D8017	89,55 ± 0,63	-27,71 ± 0,64	8,32 ± 1,12	5,48	2
IPF55244 x IPF55245	78,89 ± 0,42	-14,03 ± 0,43	-2,87 ± 0,60	0,07	1
IPF55244 x D8006	82,86 ± 0,34	-10,19 ± 0,34	9,79 ± 1,01	2,97	1
IPF55244 x D8010	84,58 ± 0,53	-9,11 ± 0,56	6,58 ± 1,11	2,41	3
IPF55244 x D8017	76,05 ± 0,51	-18,57 ± 0,52	3,70 ± 0,87	5,02	3
D8006 x IPF55245	69,32 ± 0,43	-4,24 ± 0,44	4,77 ± 0,72	17,60**	1
D8006 x D8017	63,78 ± 0,40	-7,45 ± 0,41	4,30 ± 0,96	4,52	3
D8010 x D8006	74,74 ± 0,50	-2,17 ± 0,51	3,04 ± 1,07	1,88	2
D8010 x D8017	67,78 ± 0,64	-9,16 ± 0,64	-0,57 ± 1,87	0,38	2

* Significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente.

Esta hipótese reflete a grande variabilidade genética existente no material estudado, corroborada pela significativa diferença entre as estaturas médias dos pais, bem como pelos altos valores observados para a variância genética (Tabela 3). Estes resultados mostram a grande oportunidade de escolha de fontes de genes para a redução da estatura da planta, principalmente considerando-se a diferença genética entre os genótipos de porte baixo. Isto tem aplicação direta nos programas de melhoramento de trigo. Por outro lado, contrastam com a tese dominante na maioria dos estudos sobre a herança do caráter, que atribuem a reduzida estatura de planta somente aos genes *Rht*₁ e *Rht*₂, resultado gerado, principalmente, pela ausência de testes de alélismo. A presença de poucos genes controlando o caráter, porém com grande variabilidade dos genótipos como resultado da presença de alelos múltiplos, foi também encontrada por Dotto (1976) e Federizzi & Carvalho (1980). Na hipótese formulada neste trabalho os genótipos IPF55245 e D8017 foram considerados idênticos com relação à genética do caráter, em função da ausência de classes fenotípicas distinta na geração F₂ e pelo não aparecimento de indivíduos segregantes em relação aos pais. Esses fatos, corroborados pela baixa variância fenotípica e genotípica observada nesse cruzamento, conduzem à hipótese de que estes genótipos são, provavelmente, portadores dos genes *Rht*₁ e *Rht*₂.

Os baixos valores observados para a variância ambiental e a semelhança de sua magnitude em todos os cruzamentos implicaram na proporcionalidade entre as variâncias genotípica e fenotípica e na obtenção de altos valores para a herdabilidade. Embora a herdabilidade tenha sido estimada no seu sentido amplo, os seus valores sugerem ganhos significativos por geração de seleção na condução de populações segregantes para o caráter, tendo em vista que os efeitos de aditividade estimados pelo método de Mather & Jinks (1971), foram os que mais contribuíram para a variância genética, na maioria dos cruzamentos.

Os efeitos de interação epistática demonstraram ter significativa contribuição para a variação genética nos cruzamentos IAC5 x D8006, IAC5 D8010 e D8006 x IPF55245, como indicam os respectivos valores de X^2 (Tabela 4), refletindo possíveis dificuldades na seleção de genótipos de porte baixo em gerações segregantes precoces, principalmente em relação ao genótipo D8006.

Os valores positivos para as estimativas dos efeitos de dominância na maioria dos cruzamentos (Tabela 4) indicam a dominância para o genitor de maior estatura como regra geral.

O reduzido número de genes envolvidos em cada cruzamento, aliado à grande variabilidade dos genótipos e aos valores de herdabilidade, sugerem uma relativa facilidade na manipulação do caráter em programas de melhoramento genético.

CONCLUSÕES

1. Uma ampla variabilidade genética para a estatura da planta foi detectada nos genótipos estudados.
2. Dos efeitos gênicos, o de maior importância foi a aditividade, indicando facilidade na seleção de plantas de reduzida estatura em populações segregantes.
3. A identificação de alelos diferentes revela a potencialidade dos genótipos como fonte alternativa de genes para porte baixo, e a possibilidade de recombinação e ajuste a diferentes estaturas.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, R.E.; VOGEL, O.A.; PETERSON, C.J. Inheritance and differentiation of semidwarf culm length of wheat. *Crop Science*, Madison, v.8, p.701-704, 1968.
- ALLARD, R.W. *Principles of plant breeding*. 3.ed. New York: John Willey, 1960. 485p
- CHAPMAN, S.R.; McNEAL, F.H. Gene action for yield components and plant height in a spring wheat cross. *Crop Science*, Madison, v.11, p.384-386, 1971.
- DOTTO, S.R. *Estudo da herança do caráter estatura de planta envolvendo genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) de porte alto e baixo*. Porto Alegre: Fac. Agron. UFRGS, 1976. 119 p. Tese de Mestrado.
- FEDERIZZI, L.C.; CARVALHO, F.I.F. Variabilidade genética e herança do caráter estatura de planta envolvendo diferentes genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.16, n.1, p.3-16, 1980.

- FICK, G.N.; QUALSET, C.O. Genes for dwarfness in wheat, *Triticum aestivum* L. **Genetics**, Austin, v.75, p.531-539, 1973a.
- FICK, G.N.; QUALSET, C.O. Inheritance and distribution of grass-dwarfing genes in short-statured wheats. **Crop Science**, Madison. v.13, p.31-33, 1973b.
- GALE, M.D.; YOUSSEFLAN, S. Dwarfing genes in wheat. In: RUSSEL, G.E. **Progress in plant breeding**. London: Butterworths, 1985. p.1-35.
- HALLORAN, G.M. Genetic analysis of plant height in wheat. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.45, p 368-375, 1975.
- HOFF, J.C.; KOLP, B.J.; BOHNENBLUST, K.E. Inheritance of coleoptile length and culm length in crosses involving Olesen dwarf spring wheat. **Crop Science**, Madison, v.13, p.181-183, 1973.
- MATHER, K.; JINKS, J.L. **Biometrical Genetics**. London: Chapman and Hall, 1971. 382p.
- MERKLE, O.G.; ATKINS, I.M. Inheritance of plant height and stem rust resistance in wheat, *Triticum aestivum* L. **Crop Science**, Madison, v.4, p. 453-454, 1964.
- POWELL, J.B.; SCHLEHUBER, A.M. Components of height inheritance of the semidwarf straw character in wheat, *Triticum aestivum* L. **Crop Science**, Madison, v.7, p.511-516, 1967.
- ROMERO, G.E.; FREY, K.J. Herancia de altura de planta en cruzamientos entre variedades "normales" Y "semi-enanas" de trigo. **Turrialba**, v.22, p.189-197, 1972.