

MELHORAMENTO DO TRIGO: XX. HERDABILIDADES E CORRELAÇÕES ENTRE OS COMPONENTES DE PRODUÇÃO EM POPULAÇÕES HÍBRIDAS ENVOLVENDO FONTES DE NANISMO (1)

CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO (2,3)

RESUMO

Foram estimados os valores da herdabilidade em sentido restrito para a produção de grãos, altura das plantas, número de espigas por planta e de grãos por espiga e peso de cem grãos, bem como as correlações entre esses parâmetros através de cruzamentos em forma dialélica entre os cultivares BH-1146, Atlas-66, Tordo e Siete Cerros. Plantas representando os pais, as gerações F_1 e F_2 e os retrocruzamentos para ambos os pais foram estudadas em um ensaio em blocos ao acaso, com cinco repetições, na Estação Experimental de Hyslop, da Universidade Estadual de Oregon, EUA, em 1978. Os valores da herdabilidade em sentido restrito para altura das plantas foram moderadamente altos para os cruzamentos BH-1146 x Atlas-66 (0,55), BH-1146 x Siete Cerros (0,60) e Atlas-66 x Siete Cerros (0,74); moderados para os cruzamentos Atlas-66 x Tordo (0,43) e Tordo x Siete Cerros (0,41), e baixo para o BH-1146 x Tordo (0,24). Foram estima-

(1) Trabalho desenvolvido na Universidade Estadual de Oregon (EUA). Recebido para publicação em 7 de abril de 1988 e aceito em 15 de fevereiro de 1989.

(2) Seção de Arroz e Cereais de Inverno, Instituto Agrônomo (IAC), Caixa Postal, 28, 13.001 Campinas, SP.

(3) Com bolsa de pesquisa do CNPq.

dos valores médios da herdabilidade em sentido restrito para número de espigas por planta variando de 0,43 a 0,58 para todos os cruzamentos, com exceção do BH-1146 x Atlas-66 e Atlas-66 x Tordo, que apresentaram valores baixos. Para o caráter peso de cem grãos, os índices da herdabilidade foram baixos para todos os cruzamentos, à exceção do BH-1146 x Atlas-66 e BH-1146 x Siete Cerros, que foram médios (0,40 e 0,45 respectivamente). Os valores da herdabilidade para produção de grãos foram baixos, à exceção dos verificados para os cruzamentos BH-1146 x Tordo (0,73) e BH-1146 x Siete Cerros (0,62). As correlações fenotípicas entre a produção de grãos e o número de espigas por planta, a altura das plantas, o número de grãos por espiga e o peso de cem grãos foram positivas e altamente significativas (com exceção da correlação produção de grãos e peso de cem grãos para a população BH-1146 x Atlas-66, que foi não-significativa). Os resultados sugerem ser possível selecionar somente plantas de porte semi-anão, com elevado potencial produtivo, alto número de grãos por espiga e de espigas por planta e elevado peso de cem grãos, desde que grandes populações segregantes sejam conduzidas para favorecer a identificação dos genótipos desejáveis originários das eventuais recombinações genéticas. Tal procedimento vem sendo adotado na seleção de cultivares de porte semi-anão para o Estado de São Paulo.

Termos de indexação: trigo, porte anão, semi-anão e alto; produção de grãos.

1. INTRODUÇÃO

A produção de grãos em trigo é um caráter complexo com diferentes componentes e condicionado por vários fatores de origem genética e ambiental. Seleção para os componentes da produção, tais como número de espigas por planta e de grãos por espiga e peso do grão, que estão sob controle genético relativamente simples, tem mostrado ser mais eficiente do que seleção para produção de grãos per si (GRAFIUS, 1956).

Para o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético eficiente, há necessidade de conhecer a herança e o tipo de ação genética envolvida nos caracteres estudados, bem como a natureza da associação entre si (IBRAHIM, 1983). O sucesso do cruzamento entre os cultivares Norin-10 e Brevor-14 foi a grande contribuição da Revolução Verde na Ásia, sendo a base para as seleções de linhagens de alta produtividade nas regiões tritícolas de todo o mundo (ATHWAL, 1971).

Altos valores de herdabilidade em sentido restrito para altura da planta de trigo foram obtidos por KRONSTAD & FOOTE (1964); FONSECA & PATTERSON (1968); KETATA et al. (1976) e CAMARGO & OLIVEIRA (1983), indicando a existência de efeitos aditivos na expressão genética desse caráter.

A herdabilidade em sentido restrito para produção de grãos, peso do grão, número de espigas por planta e de grãos por espiga têm sido estimados com valores médios a baixos (FONSECA & PATTERSON, 1968; CAMARGO & OLIVEIRA, 1983), sugerindo que a seleção para esses caracteres seria efetiva nas últimas gerações segregantes, onde o valor genético da progênie seria mais precisamente determinado.

Correlações fenotípicas positivas e altamente significativas foram obtidas para produção de grãos com altura da planta, número de espigas por planta e de grãos por espiga e peso de cem grãos em cruzamentos envolvendo o cultivar IAC-5, de porte alto, e quatro diferentes fontes genéticas de nanismo (CAMARGO & OLIVEIRA, 1983).

O presente trabalho visou determinar a herdabilidade dos componentes da produção e da altura da planta, além das suas associações em populações originárias de cruzamentos em forma dialélica envolvendo quatro cultivares de trigo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Estudaram-se os cultivares de porte alto BH-1146 (P_1) e Atlas-66 (P_2), o 'Tordo' (P_3), originário da fonte de nanismo Tom Thumb, e 'Siete Cerros' (P_4), oriundo da fonte de nanismo Norin-10 x Brevor 14.

Foram obtidas as sementes F_1 e F_2 dos cruzamentos BH-1146 x Atlas-66 ($P_1 \times P_2$); BH-1146 x Tordo ($P_1 \times P_3$); BH-1146 x Siete Cerros ($P_1 \times P_4$); Atlas-66 x Tordo ($P_2 \times P_3$); Atlas-66 x Siete Cerros ($P_2 \times P_4$) e Tordo x Siete Cerros ($P_3 \times P_4$), como também as sementes F_1 dos retrocruzamentos para ambos os pais, a saber: ($P_1 \times P_2$) x P_1 , ($P_1 \times P_2$) x P_2 , ($P_1 \times P_3$) x P_1 , ($P_1 \times P_3$) x P_3 , ($P_1 \times P_4$) x P_1 , ($P_1 \times P_4$) x P_4 , ($P_2 \times P_3$) x P_2 , ($P_2 \times P_3$) x P_3 , ($P_2 \times P_4$) x P_2 , ($P_2 \times P_4$) x P_4 , ($P_3 \times P_4$) x P_3 e ($P_3 \times P_4$) x P_4 .

O ensaio foi instalado em 1978, na Estação Experimental de Hyslop, da Universidade Estadual de Oregon, Corvallis, EUA, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco repetições. Cada repetição foi constituída de seis linhas de cada um dos híbridos em geração F_2 e três linhas de cada híbrido em geração F_1 , de cada retrocruzamento e de cada cultivar empregado como genitor. O espaçamento entre as linhas foi de 0,30m e, em cada linha, foram cultivadas doze plantas espaçadas de 0,30m uma da outra. A primeira e a última planta de cada linha, bem como a primeira e a última linha de cada bloco, constituíram as bordaduras, plantadas com o cultivar Yamhill.

Coletaram-se os seguintes dados para cada planta:

Altura da planta – Medida, em centímetros, da superfície do solo até a ponta da espiga do colmo mais alto, excluindo as aristas.

Espigas por planta – Computando somente o número de colmos com espigas férteis.

Produção de grãos – Peso, em gramas, da produção total de grãos de cada planta.

Peso de cem grãos – Peso de cem grãos tomados ao acaso de cada planta.

Grãos por espiga – Calculando através da seguinte fórmula:

$$\text{Grãos por espiga} = \frac{\text{Produção de grãos por planta} \times 100}{\text{Número de espigas por planta} \times \text{peso de cem grãos}}$$

Todos os caracteres estudados foram analisados pelo teste F. Para a análise de variância, considerou-se a média de cada genótipo em cada repetição. Os efeitos de geração foram divididos em componentes para detectar diferenças entre e dentro de gerações. As estimativas da herdabilidade em sentido restrito (proporção entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica) foram calculadas para todos os caracteres em estudo e para todos os cruzamentos pelo método de WARNER (1952), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$h_{ns}^2 = [2V_{F_2} - (V_{RC_1} + V_{RC_2})] / V_{F_2}$$

onde h_{ns}^2 = valor estimado para a herdabilidade em sentido restrito e V_{F_2} , V_{RC_1} e V_{RC_2} = variâncias das gerações F_2 e dos retrocruzamentos.

O erro padrão para a h_{ns}^2 foi obtido pela raiz quadrada da seguinte fórmula:

$$V(h_{ns}^2) = 2 \{[(V_{RC_1} + V_{RC_2})^2 / GL_{F_2}] + (V_{RC_1}^2 / GL_{RC_1}) + (V_{RC_2}^2 / GL_{RC_2})\} / V_{F_2}^2$$

onde $V(h_{ns}^2)$ = variância da herdabilidade em sentido restrito; V_{RC_1} , V_{RC_2} e V_{F_2} = variâncias dos retrocruzamentos e das gerações F_2 , e GL_{RC_1} , GL_{RC_2} e GL_{F_2} = graus de liberdade associados com as respectivas variâncias.

As correlações fenotípicas, genotípicas e ambientes foram usadas para estimar o grau de associação entre todos os caracteres em estudo para cada população. Como sugerido por FALCONER (1960), as correlações usando dados de F_1 foram consideradas ambientes, aquelas com dados de F_2 , fenotípicas. As correlações genéticas foram calculadas pela seguinte fórmula:

$$r_G = (r_F - \sqrt{E_x} \sqrt{E_y} r_A) / \sqrt{H_x} \sqrt{H_y}$$

onde r_F = correlação fenotípica entre os caracteres x e y; r_G = correlação genética entre x e y; r_A = correlação ambiente entre x e y; H_x e H_y = herdabilidade em sentido restrito para os caracteres x e y respectivamente, considerando separadamente cada cruzamento; $E_x = 1 - H_x$, $E_y = 1 - H_y$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância para os caracteres estudados encontram-se no quadro 1 e as médias de cada genótipo para cada um desses caracteres, no quadro 2.

Verificou-se que o cultivar Atlas-66 apresentou a maior altura e o 'Tordo', a menor, diferindo ambos dos demais. O cultivar BH-1146 mostrou plantas mais altas que o 'Siete Cerros'. Nas condições do ensaio sem limitação de água e executado em solo alcalino de alta fertilidade, a característica altura da planta se expressou mostrando para os cultivares BH-1146, Siete Cerros e Tordo porte de 139,8, 100,7 e 58,3cm respectivamente. Trabalhos desenvolvidos por CAMARGO & OLIVEIRA (1983) em solos ácidos de Itararé, determinaram a altura das plantas 'Siete Cerros' e 'Tordo' como 68,6 e 47,0cm respectivamente, sendo esses cultivares significativamente diferentes para esse caráter. Em condições de plantio em vasos preenchidos com solo adubado e corrigido e com duas irrigações diárias, localizados no telado contra o ataque de pássaros, em Campinas, verificou-se que o cultivar BH-1146 exibiu um porte de 101,8cm, significativamente diferente do 'Siete Cerros', com 77,6cm (CAMARGO, 1987). Esses dados demonstram que, em valores absolutos, a altura de planta é bastante influenciada pelo ambiente nos cultivares BH-1146, Siete Cerros e Tordo, sendo pouco influenciada pelo ambiente em valores relativos.

Comparando as médias dentro das populações F_1 e F_2 , verificou-se que todos os cruzamentos diferem entre si, sendo (BH-1146 x Atlas-66) o mais alto e (Tordo x Siete Cerros), o mais baixo. Os cruzamentos onde se empregou o cultivar Tordo mostraram as médias mais baixas em relação à altura de planta, confirmando dados indicativos de que os genes encontrados no 'Tordo' exibem dominância parcial para porte baixo (LEON, 1975, e CAMARGO & OLIVEIRA, 1981). Pelas médias dos RC_1 s, o retrocruzamento (BH-1146 x Atlas-66) x Atlas-66 apresentou as plantas mais altas, diferindo dos demais, com exceção do (Atlas-66 x Siete Cerros) x Atlas-66. O retrocruzamento (Tordo x Siete Cerros) x Siete Cerros exibiu as plantas mais baixas, diferindo dos demais. Em relação às gerações RC_2 , o retrocruzamento (BH-1146 x Atlas-66) x BH-1146 apresentou as plantas mais altas e o (Tordo x Siete Cerros) x Tordo, as mais baixas, diferindo entre si e dos demais genótipos estudados.

QUADRO 1. Quadrados médios obtidos nas análises de variância para produção de grãos e quatro caracteres agrônômicos dos cultivares de trigo: BH-1146, Atlas-66, Tordo e Siete Cerros e genótipos oriundos de cruzamentos entre si

Causas de variação	G.L.	Altura da planta cm	Espigas/ planta nº	Grãos/ espiga nº	Peso de cem grãos g	Produção de grãos/planta g
Repetições	4	106,65**	9,40*	40,45	0,487**	8,36
Genótipos	27	4957,59**	53,66**	285,50**	1,163**	422,11**
Entre gerações	4	2623,25**	29,63**	112,04**	1,222**	438,80**
Dentro de gerações	23	5363,56**	57,83**	315,67**	1,152**	419,20**
Pais	3	10725,44**	223,66**	766,83**	3,105**	1503,15**
F ₁ s	5	5082,78**	29,94**	147,72**	0,965**	215,75**
F ₂ s	5	4323,17**	31,99**	195,52**	0,789**	245,78**
RC ₁ s	5	4304,50**	45,87**	123,93*	0,984**	189,38**
RC ₂ s	5	4526,66**	24,03**	524,80**	0,700**	375,54**
Pais x repetições	12	26,91	4,43	13,28	0,043	15,06
F ₁ s x repetições	20	20,61	2,15	10,06	0,033	18,97
F ₂ s x repetições	20	14,15	3,05	7,74	0,022	12,45
RC ₁ s x repetições	20	43,61	5,42	35,03	0,053	39,62
RC ₂ s x repetições	20	13,26	2,52	20,47	0,041	17,94
Entre gerações x repetições	16	22,01	3,30	19,44	0,033	21,76
Genótipos x repetições	108	23,22	3,41	17,93	0,037	21,38
Total	139					

* Significativo a 5% pelo teste F; ** Significativo a 1% pelo teste F.

QUADRO 2. Médias e diferenças mínimas significativas dos caracteres agrônômicos estudados em cruzamentos em forma dialélica, envolvendo os cultivares BH-1146, Atlas-66, Tordo e Siete Cerros

Genótipos	Altura da planta	Espigas/planta	Grãos/espiga	Peso de cem grãos	Produção de grãos/planta
	cm	nº	nº	g	g
BH-1146 (P ₁)	139,8	15,9	46,0	4,81	35,0
Atlas-66 (P ₂)	164,0	24,6	55,0	3,94	53,2
Tordo (P ₃)	58,3	9,0	41,1	2,89	10,9
Siete Cerros (P ₄)	100,7	12,5	69,3	3,91	33,7
d.m.s. (5%)	9,7	4,0	6,8	0,38	7,3
<hr/>					
P ₁ x P ₂ (F ₁)	162,3	19,4	50,4	4,65	45,2
P ₁ x P ₃ (F ₁)	96,3	14,5	54,6	4,89	38,6
P ₁ x P ₄ (F ₁)	133,6	15,6	57,8	4,98	44,9
P ₂ x P ₃ (F ₁)	111,2	18,7	59,9	4,41	49,2
P ₂ x P ₄ (F ₁)	144,3	17,1	66,2	4,07	46,3
P ₃ x P ₄ (F ₁)	76,6	13,1	60,9	3,90	31,2
d.m.s. (5%)	9,0	3,0	6,3	0,36	8,7
<hr/>					
P ₁ x P ₂ (F ₂)	158,7	20,1	48,4	4,50	43,6
P ₁ x P ₃ (F ₂)	95,3	16,0	48,5	4,40	33,5
P ₁ x P ₄ (F ₂)	126,5	15,5	55,0	4,75	40,2
P ₂ x P ₃ (F ₂)	107,5	16,4	53,5	4,05	35,3
P ₂ x P ₄ (F ₂)	137,7	17,7	64,4	4,01	45,6
P ₃ x P ₄ (F ₂)	78,3	12,4	59,3	3,64	26,8
d.m.s. (5%)	7,5	3,5	5,5	0,30	7,0
<hr/>					
(P ₁ x P ₂) x P ₂	161,8	21,5	51,5	4,27	47,0
(P ₁ x P ₃) x P ₁	117,9	15,3	49,1	4,84	36,0
(P ₁ x P ₄) x P ₁	135,9	16,5	48,1	4,87	38,5
(P ₂ x P ₃) x P ₂	134,4	20,1	57,4	4,02	46,1
(P ₂ x P ₄) x P ₂	156,4	19,6	57,6	4,06	45,7
(P ₃ x P ₄) x P ₄	80,9	13,9	60,0	3,83	32,3
d.m.s. (5%)	13,1	4,6	11,8	0,46	12,5
<hr/>					
(P ₁ x P ₂) x P ₁	160,2	18,1	45,8	4,76	39,3
(P ₁ x P ₃) x P ₃	77,9	14,6	45,1	3,87	25,2
(P ₁ x P ₄) x P ₄	115,9	13,9	59,1	4,31	36,6
(P ₂ x P ₃) x P ₃	90,1	16,2	51,8	4,02	33,5
(P ₂ x P ₄) x P ₄	123,7	16,4	72,6	4,00	47,5
(P ₃ x P ₄) x P ₃	73,0	11,9	56,2	3,71	24,8
d.m.s. (5%)	7,2	3,2	9,0	0,40	8,4

O cultivar Atlas-66 foi o que apresentou o maior número de espigas por planta, diferindo estatisticamente dos demais. As populações F_1 , onde um dos genitores foi o 'Atlas-66', apresentaram as maiores médias de número de espigas por planta, não diferindo entre si, porém diferindo das demais. O híbrido (BH-1146 x Atlas-66) em geração F_2 apresentou o maior número de espigas por planta, diferindo dos demais, com exceção do híbrido (Atlas-66 x Siete Cerros). Entre os RC_1 s, destacaram-se, quanto ao número de espigas por planta, os híbridos (BH-1146 x Atlas-66) x Atlas-66; (Atlas-66 x Siete Cerros) x Atlas-66 e (Atlas-66 x Tordo) x Atlas-66. Entre os RC_2 s, os híbridos (BH-1146 x Atlas-66) x BH-1146, (Atlas-66 x Tordo) x Tordo e (Atlas-66 x Siete Cerros) x Siete Cerros foram os que apresentaram os maiores valores desse caráter. Os resultados mostraram que 'Atlas-66' foi eficiente em transmitir o maior número de espigas por planta às suas progênes. Como as atuais variedades de trigo em distribuição em São Paulo apresentam baixo número de espigas por planta, o 'Atlas-66' poderia ser utilizado como fonte desse caráter no programa de melhoramento genético no Estado.

Com relação ao número de grãos por espiga, o 'Siete Cerros' apresentou a maior média, diferindo estatisticamente dos demais. Os cultivares Tordo e BH-1146 mostraram as menores médias, não diferindo entre si, porém diferindo dos demais. Comparando as médias dentro das populações F_1 e F_2 , os cruzamentos (Atlas-66 x Siete Cerros) e (Tordo x Siete Cerros) mostraram o maior número de grãos por espiga. Pelas médias dos RC_1 s, o híbrido (Tordo x Siete Cerros) x Siete Cerros mostrou o maior número de grãos por espiga, somente diferindo, porém, do híbrido (BH-1146 x Siete Cerros) x BH-1146. Entre os RC_2 s, o híbrido (Atlas-66 x Siete Cerros) x Siete Cerros apresentou o maior número de grãos por espiga, diferindo dos demais. Como já visto em trabalhos anteriores (CAMARGO & OLIVEIRA, 1983, e CAMARGO, 1984a), o cultivar Siete Cerros, em cruzamentos, mostrou-se promissor para transmitir aos descendentes a característica de maior número de grãos por espiga. Nas condições deste experimento, 'Siete Cerros' apresentou a média de 69,3 grãos por espiga e, em Itararé, SP, exibiu 61,9 grãos por espiga (CAMARGO, 1984), sugerindo ser este caráter relativamente pouco influenciado pelo ambiente.

O 'BH-1146' apresentou os grãos mais pesados e o 'Tordo' os mais leves. Ambos diferiram entre si e dos cultivares Siete Cerros e Atlas-66, que não diferiram estatisticamente entre si. Comparando-se as médias dos híbridos em gerações F_1 e F_2 , os cruzamentos (BH-1146 x Atlas-66), (BH-1146 x Tordo) e (BH-1146 x Siete Cerros) apresentaram os maiores valores para a característica peso de cem grãos. Entre os RC_1 s, os híbridos (BH-1146 x Tordo) x BH-1146 e (BH-1146 x Siete Cerros) x BH-1146 foram os que apresentaram os grãos mais pesados, não diferindo entre si, porém diferindo dos demais. Em relação aos RC_2 s, o híbrido (BH-1146 x Atlas-66) x BH-1146 mostrou a maior média, diferindo dos outros genótipos. Os resultados mostraram que o 'BH-1146' apresentou grande potencial em transferir para suas progênes a característica de maior peso de

grãos. O 'Tordo', que exibiu 2,89g como peso de cem grãos, em estudos em Itararé, SP, em solo ácido, apresentou a média de 2,88g, indicando que esse caráter, no cultivar, é pouco dependente das condições de ambiente.

O 'Atlas-66', o mais produtivo, e 'Tordo', o de menor produção de grãos, diferiram entre si e dos cultivares BH-1146 e Siete Cerros, que não diferiram entre si. O cruzamento Atlas-66 x Tordo, em geração F_1 , mostrou maior capacidade específica de combinação: com maior produção de grãos, diferiu estatisticamente somente dos híbridos BH-1146 x Tordo e Tordo x Siete Cerros. Entre os cruzamentos em geração F_2 , destacou-se, quanto à produção de grãos, o híbrido Atlas-66 x Siete Cerros, que somente não diferiu dos híbridos BH-1146 x Atlas-66 e BH-1146 x Siete Cerros. Com relação aos RC_1 s, mostraram as maiores produções de grão os híbridos (BH-1146 x Atlas-66) x Atlas-66, (Atlas-66 x Tordo) x Atlas-66 e (Atlas-66 x Siete Cerros) x Atlas-66, que só não diferiram entre si. Entre os RC_2 s, o híbrido (Atlas-66 x Siete Cerros) x Siete Cerros foi o mais produtivo, só não diferindo do (BH-1146 x Atlas-66) x BH-1146. O cultivar Atlas-66 apresentou grande potencial produtivo, mostrando-se promissor em transmitir aos descendentes essa característica.

Os valores da herdabilidade em sentido restrito, estimados pelo método de WARNER (1952) para todos os caracteres estudados em cada cruzamento entre os cultivares BH-1146, Atlas-66, Tordo e Siete Cerros, encontram-se no quadro 3.

As herdabilidades em sentido restrito estimadas para o caráter altura da planta foram moderadamente altas para os cruzamentos: BH-1146 x Atlas-66 (0,55), BH-1146 x Siete Cerros (0,60) e Atlas-66 x Siete Cerros (0,74). Valores nesses níveis foram também obtidos por FONSECA & PATTERSON (1968) e KETATA et al. (1976). Para os cruzamentos Atlas-66 x Tordo e Tordo x Siete Cerros foram obtidos valores moderados (0,43 e 0,41 respectivamente), confirmando JOHNSON et al. (1966) e CAMARGO (1984b). Com exceção do cruzamento BH-1146 x Tordo, onde se obteve um valor baixo (0,24) de herdabilidade em sentido restrito para a altura da planta, os resultados obtidos sugerem que grande parte da variabilidade genética total associada com esse caráter é devida à ação aditiva de genes, indicando que a seleção para esse caráter deve ser efetiva nas primeiras gerações segregantes.

Foram obtidos baixos valores da herdabilidade em sentido restrito para os caracteres: espigas por planta nos cruzamentos BH-1146 x Atlas-66 e Atlas-66 x Tordo; grãos por espiga nos cruzamentos BH-1146 x Atlas-66 e BH-1146 x Tordo; peso de cem grãos para os cruzamentos BH-1146 x Tordo, Atlas-66 x Tordo, Atlas-66 x Siete Cerros e Tordo x Siete Cerros; e para produção de grãos para os cruzamentos BH-1146 x Atlas-66, Atlas-66 x Tordo, Atlas-66 x Siete Cerros e Tordo x Siete Cerros. Valores baixos para a herdabilidade em sentido restrito foram obtidos por KETATA et al. (1976) para produção de grãos e número de grãos por espiga; por JOHNSON et al. (1966) para produção de grãos e número de espigas

QUADRO 3. Estimativas da herdabilidade em sentido restrito ⁽¹⁾ (H_{ns}) para todos os caracteres estudados derivados de dados obtidos na base de plantas individuais nas gerações F_2 's, RC_1 's e RC_2 's para cada cruzamento envolvendo os cultivares BH-1146, Atlas-66, Tordo e Siete Cerros

Caráter	BH-1146	BH-1146	BH-1146
	x Atlas-66	x Tordo	x Siete Cerros
Altura da planta (cm)	0,55 ± 0,16	0,24 ± 0,21	0,60 ± 0,16
Espiga/planta (nº)	0,11 ± 0,22	0,58 ± 0,16	0,43 ± 0,18
Grãos/espiga (nº)	0,25 ± 0,20	0,09 ± 0,22	0,66 ± 0,16
Peso de cem grãos (g)	0,40 ± 0,18	0,23 ± 0,21	0,45 ± 0,18
Produção de grãos/planta (g)	0,11 ± 0,22	0,73 ± 0,15	0,62 ± 0,16

Caráter	Atlas-66	Atlas-66	Tordo
	x Tordo	x Siete Cerros	x Siete Cerros
Altura da planta (cm)	0,43 ± 0,19	0,74 ± 0,15	0,41 ± 0,19
Espiga/planta (nº)	0,10 ± 0,22	0,43 ± 0,18	0,48 ± 0,22
Grãos/espiga (nº)	0,31 ± 0,20	0,39 ± 0,19	0,41 ± 0,18
Peso de cem grãos (g)	0,16 ± 0,22	0,18 ± 0,21	0,12 ± 0,22
Produção de grãos/planta (g)	0,22 ± 0,21	0,28 ± 0,20	0,21 ± 0,21

(1) Estimada pelo método de WARNER (1952).

por planta; e por FONSECA & PATTERSON (1968) para peso de cem grãos e produção de grãos. Para os cruzamentos que exibiram caracteres com baixos valores da herdabilidade em sentido restrito, a seleção para esses caracteres deve ser feita nas gerações mais avançadas quando se espera que o valor genético da progênie seja mais precisamente avaliado.

As correlações fenotípicas e genotípicas entre todos os caracteres estudados para cada cruzamento envolvendo os quatro cultivares, encontram-se no quadro 4.

Os valores das correlações genotípicas calculadas entre a produção de grãos e os demais caracteres concordam com os obtidos para as correlações fenotípicas. Fizeram exceção as correlações genotípicas entre a produção de grãos e a altura da planta para a população BH-1146 x Atlas-66; a produção de grãos e o número de espigas por planta na população Atlas-66 x Tordo; e a produção de grãos e o peso de cem grãos para as populações Atlas-66 x Siete Cerros e Tordo x Siete Cerros, que foram negativas, quando os valores fenotípicos foram positivos.

QUADRO 4. Correlações fenotípicas (r_F) e genotípicas (r_G) entre todos os caracteres estudados para cada cruzamento envolvendo os cultivares BH-1146, Atlas-66, Tordo e Siete Cerros

Caráter	Espigas/planta		Grãos/espiga		Peso de cem grãos		Produção de grãos/planta	
	r_F	r_G	r_F	r_G	r_F	r_G	r_F	r_G
BH-1146 x Atlas-66								
Altura da planta	0,16	-0,60	0,37**	> 1,00	-0,01	-0,10	0,26**	-0,13
Espigas/planta			0,14**	> 1,00	-0,18	-0,87	0,89**	> 1,00
Grãos/espiga					0,12	0,35	0,47**	> 1,00
Peso de cem grãos							0,16	0,19
BH-1146 x Tordo								
Altura da planta	0,03	-0,66	0,21*	> 1,00	0,46**	> 1,00	0,26**	0,05
Espigas/planta			-0,01	0,61	0,07	0,18	0,77**	0,68
Grãos/espiga					0,25**	> 1,00	0,46**	> 1,00
Peso de cem grãos							0,41**	0,84
BH-1146 x Siete Cerros								
Altura da planta	0,12	-0,14	0,30**	0,54	0,27**	0,37	0,28**	0,23
Espigas/planta			0,16	0,41	-0,07	0,02	0,80**	0,76
Grãos/espiga					-0,05	-0,15	0,61**	0,83
Peso de cem grãos							0,29**	0,46
Atlas-66 x Tordo								
Altura da planta	0,06	< -1,00	0,44**	> 1,00	0,50**	> 1,00	0,48**	0,58
Espigas/planta			-0,06	0,59	0,05	0,74	0,58**	< -1,00
Grãos/espiga					0,33**	> 1,00	0,70**	> 1,00
Peso de cem grãos							0,48**	> 1,00
Atlas-66 x Siete Cerros								
Altura da planta	0,31**	0,27	0,22*	0,32	-0,08	-0,06	0,41**	0,89
Espigas/planta			0,02	0,03	-0,05	-0,46	0,86**	0,84
Grãos/espiga					0,04	0,27	0,55**	0,72
Peso de cem grãos							0,24**	-0,25
Tordo x Siete Cerros								
Altura da planta	0,14	-0,42	0,12	0,20	0,49**	1,00	0,45**	0,11
Espigas/planta			-0,17	0,03	-0,14	-0,95	0,76**	0,66
Grãos/espiga					0,26**	0,64	0,36**	> 1,00
Peso de cem grãos							0,25**	-0,58

* Correlações fenotípicas significativas ao nível de 5%. ** Correlações fenotípicas significativas ao nível de 1%.

Nas populações estudadas, as plantas mais produtivas correlacionaram altamente com plantas de porte alto, com maior número de espigas por planta e de grãos por espiga e com maior peso de cem grãos. Somente na população BH-1146 x Atlas-66, não ocorreu correlação significativa entre as plantas mais produtivas com as de maior peso de cem grãos. Plantas de porte alto foram associadas significativamente com maior número de espigas por planta somente na população Atlas-66 x Tordo, com maior número de grãos por espiga (com exceção da população Tordo x Siete Cerros) e com maior peso de cem grãos (com exceção das populações BH-1146 x Atlas-66 e Atlas-66 x Siete Cerros). Plantas com maior número de espigas não correlacionaram significativamente com maior número de grãos por espiga (com exceção da população BH-1146 x Atlas-66) e com maior peso de cem grãos. Plantas com maior número de grãos por espiga correlacionaram altamente com maior peso de cem grãos, somente nas populações BH-1146 x Tordo, Atlas-66 x Tordo e Tordo x Siete Cerros. Resultados semelhantes foram obtidos por JOHNSON et al. (1966), pesquisando as progênies do cruzamento entre dois cultivares de trigo, e por CAMARGO & OLIVEIRA (1981), estudando as populações provenientes dos cruzamentos entre um cultivar de porte alto e três diferentes fontes de nanismo, em ensaios conduzidos em condição de campo, em Itararé.

Como o programa de melhoramento de trigo visa obter genótipos produtivos, de porte intermediário, nem tão altos e sensíveis ao acamamento como os encontrados nos cultivares BH-1146 e Atlas-66, nem tão baixos como a fonte de nanismo Tordo, com alto número de grãos por espiga e de espigas por planta e de elevado peso de cem grãos, verificou-se a possibilidade de selecionar plantas com altura média associada com alto potencial de produção e com melhores características agronômicas do que as dos genitores utilizados nos cruzamentos em estudo. Devido à tendência da associação entre altura da planta com produção de grãos e com os demais caracteres agronômicos desejáveis, sugere-se desenvolver grandes populações segregantes para favorecer a identificação dos recombinantes desejáveis.

SUMMARY

WHEAT BREEDING:

XX. HERITABILITIES AND CORRELATIONS AMONG YIELD COMPONENTS IN HYBRID POPULATIONS INVOLVING DIFFERENT SOURCES OF DWARFISM

Diallelic crosses were made involving the standard height cultivars BH-1146 and Atlas-66, the semidwarf cultivar Siete Cerros and the dwarf source Tordo. Parents, F_1 's, F_2 's and reciprocal backcrosses were tested for grain yield, plant height, number of heads per plant, number of kernels per head, and for weight of 100 kernels, in an experiment carried out at

Hyslop Farm, Oregon, U.S.A., in 1978. Narrow sense heritability estimates for plant height were moderately high for the crosses BH-1146 x Atlas-66 (0.55), BH-1146 x Siete Cerros (0.60) and Atlas-66 x Siete Cerros (0.74), moderate for the crosses Atlas-66 x Tordo (0.43) and Tordo x Siete Cerros (0.41) and low for the cross BH-1146 x Tordo (0.24). Moderate values (0.43 to 0.58) were estimated for number of heads per plant for all crosses with exception of the crosses BH-1146 x Atlas-66 and Atlas-66 x Tordo which presented low values for the narrow sense heritability. The heritability values for weight of 100 grains were low for all crosses with exception of the crosses BH-1146 x Atlas-66 and BH-1146 x Siete Cerros which presented moderate levels (0.40 and 0.45, respectively). In relation to grain yield the narrow sense heritability estimates were low with exception of those for the crosses BH-1146 x Tordo (0.73) and BH-1146 x Siete Cerros (0.62). The phenotypic correlations between grain yield and number of heads per plant, plant height, number of grains per head and weight of 100 grains were positive and mostly highly significant, except for the correlation between grain yield and weight of 100 grains for the population BH-1146 x Atlas-66, which was not significant. The results suggested that it would be possible to select semidwarf plants, with high yield potential, with high number of kernels per head and heads per plant, and 100 kernel weight if large segregating populations are used to identify desired genotypes originated from eventual genetic recombinations. This procedure is being used for selections of semidwarf wheat cultivars in the State of São Paulo, Brazil.

Index terms: wheat, dwarf, semidwarf and tall types; grain yield.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATHWAL, D.S. Semidwarf rice and wheat in global food needs. *Quarterly Review of Biology*, **46**:1-34, 1971.
- CAMARGO, C.E.O. Melhoramento do trigo. VIII. Associações entre produção de grãos e outros caracteres agrônômicos em populações híbridas envolvendo diferentes fontes de nanismo. *Bragantia*, Campinas, **43**(2):541-552, 1984a.
- . Melhoramento do trigo. X. Estimativas da herdabilidade e correlações entre tolerância à toxicidade de alumínio e produção de grãos com outros caracteres agrônômicos em trigo. *Bragantia*, Campinas, **43**(2):615-628, 1984b.
- . Melhoramento do trigo. XIV. Correlações entre tolerância à toxicidade a dois níveis de alumínio e altura das plantas com outros caracteres agrônômicos em trigo. *Bragantia*, Campinas, **46**(1):91-103, 1987.
- & OLIVEIRA, O.F. Melhoramento do trigo. II. Estudo genético de fontes de nanismo para a cultura do trigo. *Bragantia*, Campinas, **40**:77-91, 1981.
- & ————. Melhoramento do trigo. V. Estimativas da herdabilidade e correlações entre altura, produção de grãos e outros caracteres agrônômicos em trigo. *Bragantia*, Campinas, **42**:131-148, 1983.
- FALCONER, D.S. *Introduction to quantitative genetics*. New York, Ronald Press, 1960. 365p.

- FONSECA, S. & PATTERSON, F.L. Yield components heritabilities and interrelationships in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*, **8**:614-617, 1968.
- GRAFIUS, J.E. Components of yield in oats: geometrical interpretation. *Agronomy Journal*, **46**:419-423, 1956.
- IBRAHIM, O.E.; OHM, H.W.; NYQUIST, W.E. & CANTRELL, R.P. Inheritance of kernel number per spikelet and its association with kernel weight in two winter wheat crosses. *Crop Science*, **28**:927-931, 1983.
- JOHNSÓN, V.A.; BIEVER, K.J.; HAUNOLD, A. & SCHMIDT, J.N. Inheritance of plant height, yield of grain, and other plant and seed characteristics in a cross of hard red winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*, **6**:336-338, 1966.
- KETATA, H.; EDWARDS, L.H. & SMITH, E.L. Inheritance of eight agronomic characters in a winter wheat. *Crop Science*, **16**:19-22, 1976.
- KRONSTAD, W.E. & FOOTE, W.H. General and specific combining ability estimates in winter wheat (*Triticum aestivum* Vill., Host). *Crop Science*, **4**:616-619, 1964.
- LEON, J.L.M. *Combining ability of agronomic traits involving three sources of dwarfism in wheat* (*Triticum aestivum* L. *en Thell*). Oregon State University, 1975. 116fls. Thesis (Ph.D.)
- WARNER, J.N. A method for estimating heritability. *Agronomy Journal*, **7**:427-430, 1952.