

HERDABILIDADES E ASSOCIAÇÕES ENTRE NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGUETA, ALTURA DAS PLANTAS E PRODUÇÃO DE GRÃOS EM POPULAÇÕES HÍBRIDAS DE TRIGO ENVOLVENDO DIFERENTES FONTES DE NANISMO¹

CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO e VALDIR JOSUÉ RAMOS²

RESUMO - Foram estimados os valores da herdabilidade referentes a altura das plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.), número de grãos por espiguetas e produção de grãos, bem como as correlações de ambiente, fenotípicas e genéticas, entre essas características. Os estudos foram realizados em cruzamentos entre a cultivar C-3, de porte alto, e as cultivares Tordo, Vican-71 e Olesen, de porte anão, e Siete Cerros, de porte semi-anão. Os valores da herdabilidade em sentido amplo referentes à altura das plantas e ao número de grãos por espiguetas foram médios (0,525 e 0,459, respectivamente) e o valor referente à produção de grãos foi baixo (0,255). Os valores de herdabilidade no sentido restrito foram de 0,815; 0,396 e 0,170, e os coeficientes de determinação foram de 0,615**; 0,460** e 0,174, respectivamente, para altura das plantas, número de grãos por espiguetas e produção de grãos. As correlações fenotípicas entre a produção de grãos, altura das plantas e número de grãos por espiguetas foram positivas e significativas, e aquelas entre altura de plantas e número de grãos por espiguetas foram não-significativas, com exceção da verificada para cruzamento C-3 x Vican-71, que foi positiva e significativa. Os resultados sugerem ser possível selecionar plantas que combinem porte médio, maior número de grãos por espiguetas e grande potencial produtivo, desde que sejam proporcionadas grandes populações F₂, visando a ocorrência dos recombinantes desejáveis.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, porte alto, porte anão, porte semi-anão, herdabilidade, correlações fenotípicas.

HERITABILITY AND ASSOCIATIONS BETWEEN PLANT HEIGHT, NUMBER OF GRAIN PER SPIKELET AND GRAIN YIELD IN HYBRID POPULATIONS INVOLVING DIFFERENT SOURCES OF DWARFISM IN WHEAT

ABSTRACT - The values for grain yield, number of grains per spikelet, and height of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) were estimated, as well as the environmental, phenotypic and genetic correlations between these characteristics. The experiment was carried out at the Itararé Experiment Station, in Itararé, SP, Brazil, on crosses of the standard height cultivar C-3 with the semi-dwarf cultivar Siete Cerros, and the dwarf cultivars Tordo, Vican-71 and Olesen. Broad sense heritability estimates for plant height and number of grain per spikelet were medium (0.525 and 0.459, respectively), and for grain yield it was low (0.255). Narrow sense heritability estimates were 0.815, 0.396 and 0.170, and the coefficients of determination were 0.615**, 0.460** and 0.174, respectively, for plant height, number of grains per spikelet, and grain yield. The phenotypic correlation between grain yield, plant height and number of grains per spikelet were positive and highly significant and the phenotypic correlation between plant height and number of grains per spikelet were nonsignificant except for the cross C-3 x Vican-71 for which it was positive and significant. The results suggest that it will be possible to select plant types which combine semidwarf height, large number of grains per spikelet and high yield potential; however, large F₂ population will be required to ensure the frequency of desired recombinants.

Index terms: *Triticum aestivum*, tall plant type, semidwarf type, dwarf type, heritability, phenotypic correlation.

INTRODUÇÃO

A produção de grãos de trigo é um carácter complexo, com vários componentes, e condicionado por vários fatores de origem genética e ambiental. Seleção para os componentes da produção, tais como número de espigas por planta, número de grãos por

espiga e peso dos grãos, que estão sob um controle genético relativamente simples, tem mostrado ser mais eficiente do que seleção para produção de grãos de per si (Grafius 1956).

A importância do número de grãos por espiguetas como um componente da produção de trigo foi mostrada por Kronstad (1964). Efeitos aditivos para grãos por espiguetas (fertilidade da espiguetas) têm sido relatados por Kronstad & Foote (1964) em cruzamentos envolvendo dez genótipos de trigo de inverno. Sidwell et al. (1976) mostraram grandes efeitos do ambiente na expressão do carácter número de grãos por espiguetas. Spriniva & Swaminathan (1969) e Halloran (1974) estimaram que quatro e

¹ Aceito para publicação em 20 de março de 1989. Com verba suplementar do Acordo do Trigo entre as Cooperativas de Produtores Rurais do Vale do Paranapanema e a Secretaria da Agricultura por meio do Instituto Agronômico.

² Eng. - Agr., Instit. Agron. de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, CEP 13100 Campinas-SP. Com bolsa de suplementação do CNPq.

cinco pares de fatores, respectivamente, contribuíram para a expressão do número de grãos por espiguetas. Trabalhos desenvolvidos por Ibrahim et al. (1983) estimaram que quatro e oito fatores efetivos controlam o número de grãos por espiguetas, respectivamente, nos cruzamentos das cultivares de trigo Benni x Sullivan e Benni x Sava.

O sucesso do cruzamento entre as cultivares Norin-10 e Brevor 14 foi a grande contribuição da Revolução Verde, na Ásia, sendo a base para as seleções de linhas semi-anãs de alta produtividade nas regiões tritícolas de todo o mundo (Athwal 1971).

Altos valores de herdabilidade em sentido restrito para o carácter altura da planta de trigo foram calculados por Kronstad & Foote (1964), Ketata et al. (1976), Camargo et al. (1980), Camargo & Oliveira (1981 e 1983). Estes resultados mostram a existência de efeitos aditivos na expressão genética desse carácter, sugerindo que a seleção para altura seria efetiva nas primeiras gerações segregantes de um cruzamento.

Os genes Rht₁ e Rht₂ são os responsáveis pelo porte baixo da fonte de nanismo Norin-10, e estão localizados nos cromossomos 4A e 4D, respectivamente (Gale et al. 1975, Gale & Marshall 1973).

Correlações fenotípicas positivas e altamente significativas foram obtidas para produção de grãos e altura das plantas e para produção de grãos e número de grãos por espiguetas, em cruzamentos envolvendo a cultivar IAC-5, de porte alto, e quatro diferentes fontes genéticas de nanismo (Camargo & Oliveira 1983).

Com o objetivo de aumentar a eficiência do programa de melhoramento genético do trigo do Instituto Agronômico, no presente trabalho procurou-se estudar a herdabilidade da altura da planta, número de grãos por espiguetas e produção de grãos, além das associações entre eles, em quatro populações originárias do cruzamento de uma cultivar de porte alto apresentando baixa fertilidade das espiguetas com diferentes fontes de nanismo.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente trabalho, foram realizados cruzamentos entre a cultivar C-3 (P₁) e as cultivares Tordo (P₂), Olesen (P₃), Vican-71 (P₄) e Siete Cerros (P₅). A 'C-3' é de porte alto, a 'Tordo' é portadora da fonte de nanismo 'Tom Thumb'; 'Vican-71' e 'Siete Cerros' são oriundas da fonte de nanismo Norin-10 x Brevor 14, e a 'Olesen' é outra fonte de nanismo diferente das anteriores.

Além dos pais, integraram o ensaio as gerações F₁ e F₂ dos cruzamentos entre C-3 x Tordo (P₁ x P₂); C-3 x Olesen (P₁ x P₃); C-3 x Vican-71 (P₁ x P₄) e C-3 x Siete Cerros (P₁ x P₅) e as populações F₁, dos retrocruzamentos para ambos os

pais, a saber: (P₁ x P₂) x P₁; (P₁ x P₂) x P₂; (P₁ x P₃) x P₁; (P₁ x P₃) x P₃; (P₁ x P₄) x P₁; (P₁ x P₄) x P₄; (P₁ x P₅) x P₁ e (P₁ x P₅) x P₅.

No ensaio, instalado na Estação Experimental de Itararé, do Instituto Agronômico, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada repetição foi constituída de quatro linhas de cada um dos híbridos em geração F₂; três linhas de cada um dos retrocruzamentos; duas linhas de cada cultivar empregada como genitor, e uma linha de cada um dos híbridos em geração F₁. Em cada linha, foram conduzidas doze plantas a espaços de 0,20 m uma da outra. A primeira e a última planta de cada linha, bem como a primeira e a última linha de cada bloco, constituíram bordaduras, plantadas com a cultivar BH-1146.

Os dados, coletados individualmente para cada planta, basearam-se nos caracteres seguintes:

Altura das plantas - medida, em centímetros, da superfície do solo até a ponta da espiga do colmo mais alto, excluindo as aristas.

Grãos por espiguetas - número calculado pela divisão do total de grãos da espiga principal pelo total de espiguetas da mesma espiga.

Produção de grãos - peso, em gramas, da produção total de grãos de cada planta.

Todos os caracteres estudados foram sujeitos à análise de variância, e o teste F foi utilizado para determinar diferenças significativas. A média das plantas de cada parcela foi usada na análise, sendo os efeitos dos genótipos divididos em componentes para detectar diferenças dentro de e entre gerações.

O grau de dominância para altura das plantas e número de grãos por espiguetas na geração F₁ e F₂ foram calculados utilizando-se as seguintes fórmulas:

$$D = \bar{P}_1 - (\bar{P}_1 + \bar{P}_2)/2$$

$$d_1 = [\bar{F}_1 - (\bar{P}_1 + \bar{P}_2)/2] / D$$

$$d_2 = [\bar{F}_2 - (\bar{P}_1 + \bar{P}_2)/2] / D$$

onde: D = diferencial; \bar{P}_1 = média do carácter do pai de valor mais alto; \bar{P}_2 = média do carácter do pai de valor mais baixo; d₁ = grau de dominância para o F₁, e d₂ = grau de dominância para o F₂; \bar{F}_1 = média do carácter da geração F₁; \bar{F}_2 = média do carácter da geração F₂.

A heterose foi calculada para as três características estudadas como a percentagem de aumento do F₁ ou F₂ sobre a média dos pais, através da fórmula descrita por Matzinger et al. 1962. A superioridade do F₁ ou F₂ sobre o melhor pai (heterobeltiose) foi estimada com a fórmula proposta por Fonseca & Patterson (1968).

As estimativas da herdabilidade em sentido amplo (proporção entre a variância genética total e a variância fenotípica) foram calculadas segundo o método citado por Briggs & Knowles (1977). As estimativas da herdabilidade em sentido restrito foram estimadas pela regressão da média de F₂ em cada repetição sobre os respectivos F₁ segundo Falconer 1960, considerando os quatro cruzamentos em conjunto.

Os coeficientes de determinação foram obtidos pela correlação das médias dos F₂'s e dos F₁'s correspondentes, conforme Falconer (1960).

As correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais foram usadas para estimar o grau de associação entre: a produção de grãos e a altura das plantas; a proporção de grãos e o número de grãos por espiguetas; e a altura das plantas e o número de grãos por espiguetas, para cada uma das quatro po-

pulações. Como sugerido por Falconer (1960), as correlações usando dados de F₁ foram consideradas ambientais, e aquelas com dados de F₂, fenotípicas. As correlações genotípicas foram calculadas pela seguinte fórmula:

$$r_F = \sqrt{H_x} \sqrt{H_y} r_G + \sqrt{E_x} \sqrt{E_y} r_A$$

onde r_F = correlação fenotípica entre os caracteres x e y; r_G = correlação genotípica entre x e y; r_A = correlação ambiental entre x e y; H_x e H_y = herdabilidades em sentido restrito para os caracteres x e y, respectivamente, considerando os três cruzamentos em conjunto; E_x = 1 - H_x, E_y = 1 - H_y.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância para altura das plantas, número de grãos por espiguetas e produção de grãos, encontram-se na Tabela 1. As médias de cada genótipo para cada um dos caracteres em estudo estão contidas na Tabela 2.

TABELA 1. Resultados da análise de variância para altura das plantas, número de grãos por espiguetas e produção de grãos de diferentes genótipos de trigo obtidos em ensaio plantado na Estação Experimental de Itararé (SP), em 1982.

Causas de variação	GL	QM		
		Altura da planta	Grãos/espiguetas	Produção de grãos
		cm	nº	g
Repetições	3	75,48*	0,37**	2,49
Genótipos	20	1415,10**	0,56**	21,29**
Entre gerações	4	3144,46**	0,28**	51,18**
Dentro de gerações	16	982,76**	0,63**	13,81
Pais	4	2810,51**	1,70**	29,73**
F ₁ 's	3	296,06**	0,60*	9,79
F ₂ 's	3	425,66**	0,23	6,20
RC ₁ 's	3	159,35*	0,02	4,76
RC ₂ 's	3	612,97**	0,25*	13,30**
Pais x repetições	12	19,55	0,11	2,28
F ₁ 's x repetições	9	35,52	0,09	22,96
F ₂ 's x repetições	9	16,38	0,09	2,18
RC ₁ 's x repetições	9	37,08	0,03	10,01
RC ₂ 's x repetições	9	8,47	0,03	3,38
Entre gerações x repetições	12	16,12	0,03	2,12
Genótipos x repetições	60	23,16	0,07	7,80
Total	83	21,75	0,06	6,66

* Significativo a 5% pelo teste F.

** Significativo a 1% pelo teste F.

TABELA 2. Médias e diferenças mínimas significativas de altura de plantas, número de grãos por espiguetas e produção de grãos dos 21 genótipos de trigo estudados no ensaio plantado na Estação Experimental de Itararé.

Genótipos	Altura da planta	Grãos/espiguetas	Produção de grãos
	cm	nº	g
C-3 (P ₁)	105,3	2,46	13,4
Siete Cerros (P ₂)	70,4	3,52	4,7
Vican-71 (P ₃)	57,3	1,70	3,9
Tordo (P ₄)	48,4	2,73	4,9
Olesen (P ₅)	35,9	2,74	3,1
D.M.S. (5%)	10,0	0,74	3,4
P ₁ x P ₂ (F ₁)	98,8	3,11	12,1
P ₁ x P ₃ (F ₁)	88,2	2,27	9,1
P ₁ x P ₄ (F ₁)	79,2	3,06	9,0
P ₁ x P ₅ (F ₁)	82,5	2,93	8,9
D.M.S. (5%)	13,2	0,68	10,6
P ₁ x P ₂ (F ₂)	96,6	2,92	9,9
P ₁ x P ₁ P ₃ (F ₂)	89,1	2,41	7,5
P ₁ x P ₄ (F ₂)	76,1	2,85	8,5
P ₁ x P ₅ (F ₂)	75,5	2,54	7,1
D.M.S. (5%)	8,9	0,67	3,3
(P ₁ x P ₂) x P ₁	102,8	2,53	9,5
(P ₁ x P ₃) x P ₁	100,7	2,65	7,3
(P ₁ x P ₄) x P ₁	91,1	2,65	9,6
(P ₁ x P ₅) x P ₅	90,6	2,69	8,2
D.M.S. (5%)	13,5	0,37	7,0
(P ₁ x P ₂) x P ₂	84,5	3,25	8,8
(P ₁ x P ₃) x P ₃	74,0	2,69	8,5
(P ₁ x P ₄) x P ₄	61,8	2,76	5,4
(P ₁ x P ₅) x P ₅	57,1	2,93	5,6
D.M.S. (5%)	6,4	0,40	4,1

Aplicando o teste de Tukey a 5%, para a comparação entre a altura da planta das diferentes cultivares utilizadas, verificou-se que a 'C-3' apresentou a maior média, diferindo estatisticamente das quatro fontes de nanismo em estudo. A cultivar Siete Cerros foi o mais alto entre as fontes de nanismo em estudo, diferindo significativamente das cultivares Tordo, Vican-71 e Olesen. Esta foi a mais baixa, diferindo estatisticamente de todos os pais estudados, enquanto Tordo e Vican-71 não diferiram entre si. Comparando-se as médias dentro das populações F₁ e F₂, vê-se que o cruzamento C-3 x Siete Cerros apresentou plantas mais altas, diferindo do C-3 x Tordo e C-3 x Olesen, porém não mostrando diferenças significativas em relação ao cruzamento C-3 x Vican-71. Pelas médias dos RC₁'s, não foram no-

tadas diferenças significativas em altura de planta entre os genótipos. Em relação aos RC_2 's, o genótipo (C-3 x Siete Cerros) x Siete Cerros apresentou as plantas mais altas, diferindo dos demais. O retrocruzamento (C-3 x Vican-71) x Vican-71 mostrou plantas significativamente mais altas do que (C-3 x Tordo) x Tordo e (C-3 x Olesen) x Olesen que, por sua vez, não diferiram estatisticamente. As freqüências de distribuição para altura das plantas das cultivares utilizadas como pais, F_1 's e F_2 's, provenientes dos cruzamentos entre si, além dos retrocruzamentos, está representada graficamente nas Fig. 1 a 4.

Considerando o número de grãos por espiguetta, a cultivar Siete Cerros apresentou maior média, e a Vican-71, a menor, diferindo, ambas, estatisticamente, das demais. A população F_1 do híbrido C-3 x Siete Cerros produziu maior número de grãos por espiguetta do que as demais, porém só diferiu estatisticamente do híbrido C-3 x Vican-71. Não foram verificadas diferenças significativas para este caráter nas populações F_2 's e RC_1 's. A população do retrocruzamento (C-3 x Siete Cerros) x Siete Cerros apresentou maior número de grãos por espiguetta, só não diferindo estatisticamente do híbrido (C-3 x Olesen) x Olesen. A cultivar Siete Cerros apresentou grande potencial em transferir para suas progênies a característica maior número de grãos por espiguetta, confirmando trabalho anterior (Camargo & Oliveira 1983).

A freqüência de distribuição para número de grãos por espiguetta das cultivares utilizadas como pais, F_1 's, F_2 's, RC_1 's e RC_2 's, provenientes dos cruzamentos entre 'C-3', de maior estatura entre os estudados, e 'Siete Cerros', a que mostrou maior número de grãos por espiguetta, está representada na Fig. 5.

Em relação à produção de grãos, a cultivar C-3, selecionada para condições de solos ácidos, foi a mais produtiva, diferindo significativamente das diferentes fontes de nanismo consideradas. Não se verificaram diferenças significativas pelo teste de Tukey, quando foram comparadas as médias dos genótipos nas gerações F_1 e F_2 e entre os retrocruzamentos.

Os graus de dominância para altura das plantas e número de grãos por espiguetta na geração F_1 e F_2 encontram-se na Tabela 3.

Os dados obtidos sugerem que os genes para porte baixo encontrados nas cultivares Siete Cerros, Vican-71 e Olesen tiveram um comportamento parcialmente recessivo nas gerações F_1 e F_2 do cruzamento dessas fontes de nanismo com a cultivar C-3,

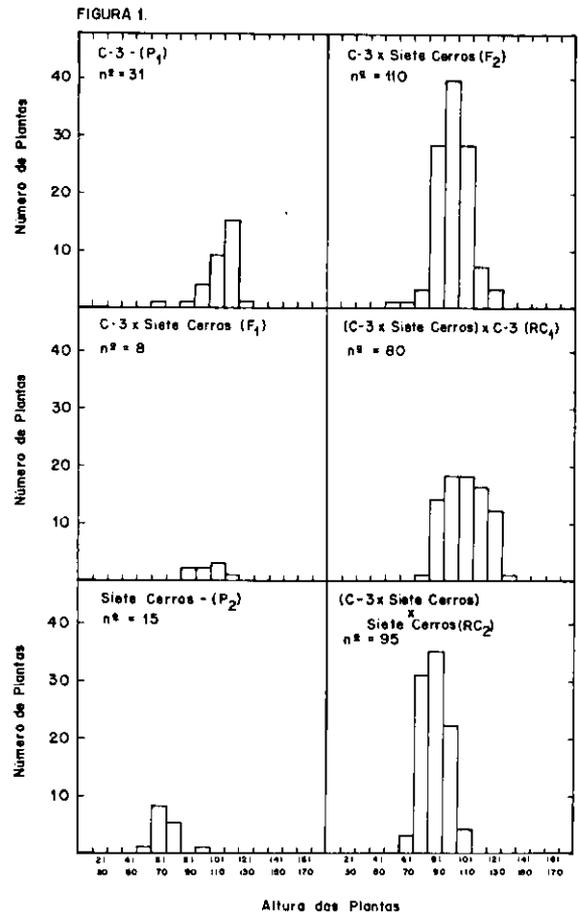


FIG. 1. Freqüência da distribuição da altura das plantas dos pais e gerações F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 do cruzamento C-3 x Siete Cerros.

de porte alto. O mesmo resultado foi obtido quando se estudou a geração F_1 do cruzamento C-3 x Tordo; porém, quando se considerou a geração F_2 desse híbrido, o resultado mostrou dominância parcial para porte baixo, o que está de acordo com os resultados obtidos por Leon (1975) e Camargo & Oliveira (1981). Observando-se as Fig. 1, 2, 3 e 4, verifica-se que todas as fontes de nanismo foram eficientes para reduzir o porte da cultivar C-3, porém a cultivar Tordo seria a melhor fonte pela ocorrência de maior freqüência de indivíduos de porte baixo nas populações estudadas.

Os graus de dominância para número de grãos por espiguetta para os híbridos C-3 x Tordo e C-3 x Olesen não foram calculados pelo motivo de essas cultivares não diferirem entre si para essa característica. Considerando-se que a cultivar Siete Cerros

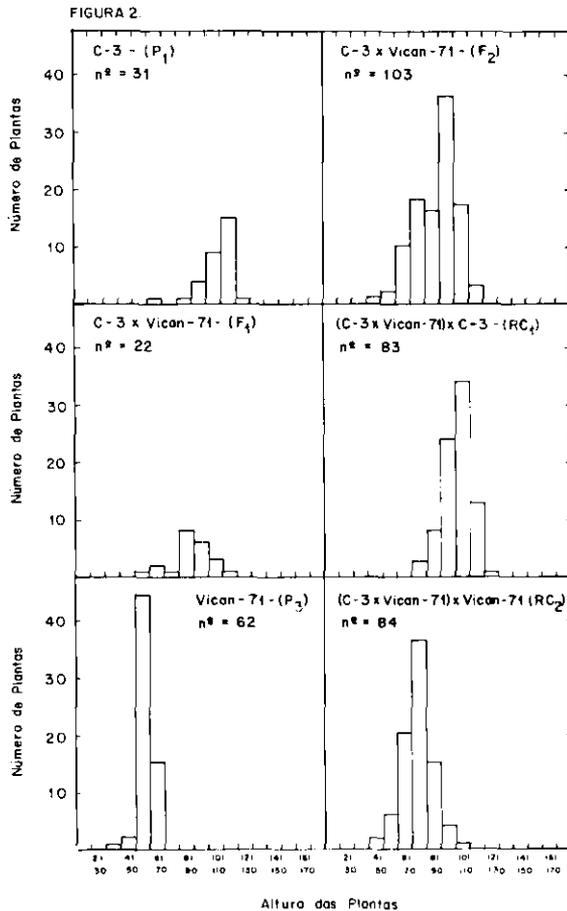


FIG. 2. Frequência da distribuição da altura das plantas dos pais e gerações F₁, F₂, RC₁ e RC₂ do cruzamento C-3 x Vican-71.

apresentou maior número de grãos por espiguetas do que a cultivar C-3, verificou-se que os graus de dominância para as gerações F₁ e F₂ do cruzamento entre elas mostraram valores de 0,226 e -0,132, respectivamente. O comportamento parcialmente recessivo para maior número de espiguetas na geração F₂ desse cruzamento mostrou-se bastante confiável, levando-se em conta o número de plantas observadas (108) nessa geração. Por outro lado, o comportamento parcialmente dominante encontrado na geração F₁ desse híbrido poderia ser explicado pelo pequeno número de plantas consideradas (8) nessa geração, sendo portanto, bastante influenciado pelo ambiente. Resultados semelhantes foram obtidos por Camargo & Oliveira (1983), estudando populações F₁ e F₂ do híbrido IAC-5 x Siete Cerros. A cultivar C-3 exibiu maior número de grãos por espiguetas do

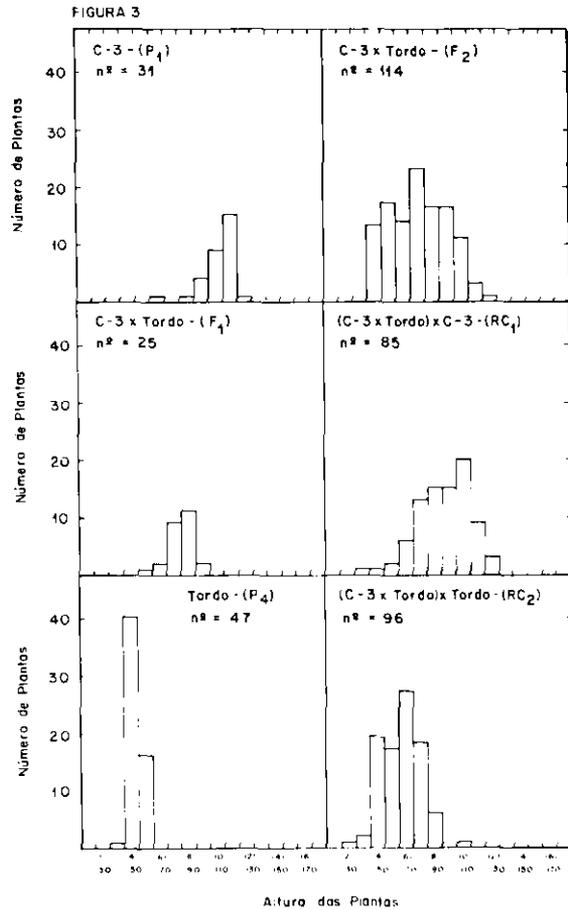


FIG. 3. Frequência da distribuição da altura das plantas dos pais e gerações F₁, F₂, RC₁ e RC₂ do cruzamento C-3 x Tordo.

que Vican-71, e no cruzamento entre elas, em gerações F₁ e F₂, verificou-se que os genes encontrados em C-3 apresentaram um comportamento parcialmente dominante para esse carácter.

Os valores da heterose calculados para a altura das plantas (Tabela 4) nas gerações F₁ e F₂ dos cruzamentos entre C-3 e as quatro fontes de nanismo mostraram valores positivos, com exceção da geração F₂ do híbrido C-3 x Tordo, indicando que a altura das plantas nesses cruzamentos foram superiores à média da altura dos pais utilizados, confirmando os resultados obtidos para os graus de dominância. Todos os híbridos em geração F₁ e F₂ apresentaram valores negativos para a heterobeltiose, mostrando que as médias dos híbridos sempre foram inferiores à média da altura das plantas da cultivar mais alta (C-3).

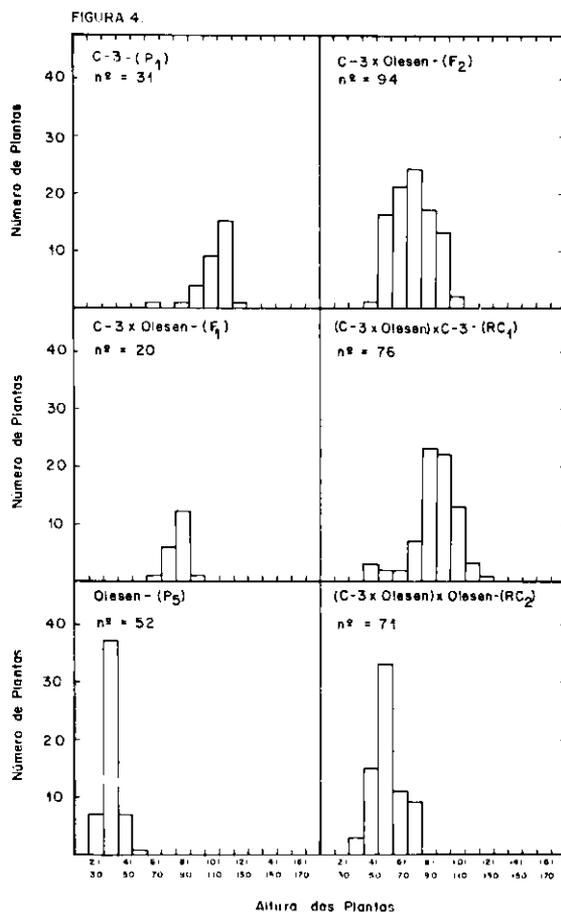


FIG. 4. Frequência da distribuição da altura das plantas dos pais e gerações F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 do cruzamento C-3 x Olesen.

Para o carácter número de grãos por espiguetas, detectaram-se valores positivos para heterose para todos os cruzamentos estudados em geração F_1 e F_2 com exceção dos híbridos C-3 x Siete Cerros e C-3 x Olesen, em geração F_2 , que mostraram heterose negativa. O híbrido C-3 x Tordo, em geração F_1 e F_2 e o híbrido C-3 x Olesen em geração F_1 apresentaram maior número de grãos por espiguetas em relação à média do genitor superior para esse carácter, mostrando, portanto, valores positivos para heterobeliose.

Os valores de heterose calculados para produção de grãos mostraram que o cruzamento C-3 x Siete Cerros apresentou maior potencial de produção, sugerindo ter esse híbrido maior capacidade específica de combinação. Nenhum dos híbridos produziu mais que a cultivar C-3, mostrando, portanto, valores negativos para a heterobeliose (Tabela 4).

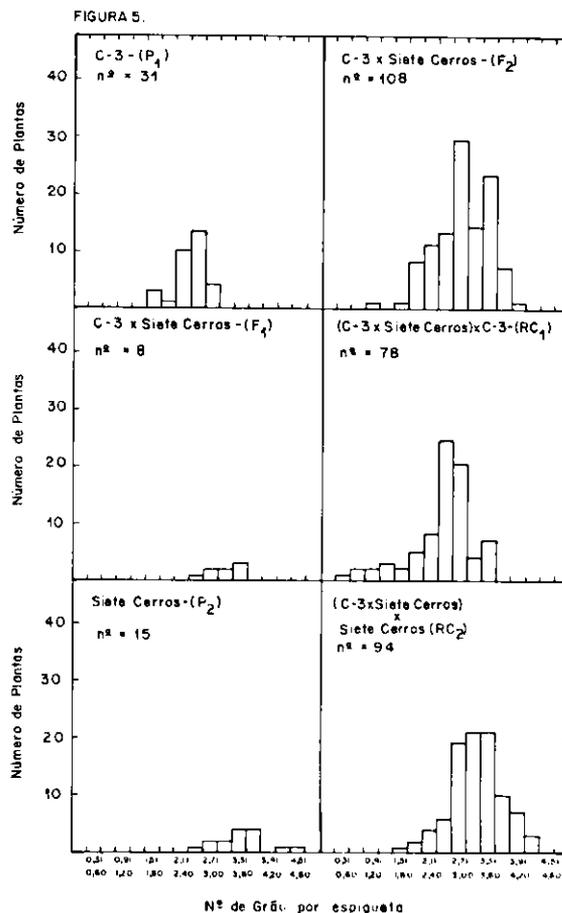


FIG. 5. Frequência da distribuição do número de grãos por espiguetas dos pais e gerações F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 do cruzamento C-3 x Siete Cerros.

As estimativas das herdabilidades em sentido amplo (H_{BS}) e sentido restrito (H_{NS}) e os coeficientes de determinação (R^2) para os três caracteres estudados, derivados de dados obtidos nas gerações parentais, F_1 s e F_2 s das quatro populações híbridas, encontram-se na Tabela 5.

Os valores estimados para a herdabilidade em sentido amplo foram médios para altura das plantas e número de grãos por espiguetas e baixos para produção de grãos. Esses valores indicam que grande parte das variâncias obtidas para os dois primeiros caracteres mencionados são de origem genética, nas populações estudadas.

O valor da herdabilidade em sentido restrito para altura das plantas foi superestimado; porém, o valor de 0,815 indica que grande parte da variabilidade genética está associada a uma ação aditiva de genes, confirmando resultados obtidos por Kronstad & Fo-

TABELA 3. Grau de dominância para altura das plantas e número de grãos por espiguetas na geração F₁ e F₂ de cruzamentos entre a cultivar C-3, de porte alto, e quatro outras cultivares de porte baixo.

Cruzamento entre cultivares	Grau de dominância ¹			
	Altura da planta		Nº de grãos/espiguetas	
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
C-3 x Siete				
Cerros	+0,628	+0,500	0,226	-0,132
C-3 x Vican-71	+0,292	+0,325	0,500	0,868
C-3 x Tordo	+0,076	-0,034	-	-
C-3 x Olesen	+0,343	+0,141	-	-

¹ Grau de dominância igual a +1 significa dominância completa dos genes que condicionam porte alto, ou maior número de grãos por espiguetas e -1 significa dominância completa dos genes que condicionam porte baixo ou menor número de grãos por espiguetas.

ote (1964), Camargo et al. (1980), Johnson et al. (1966) e Camargo (1984). O coeficiente de determinação para altura das plantas de 0,615, altamente significativo, sugere que a seleção para esse carácter seria efetiva nas gerações F₂ ou F₃, confirmando a existência de poucos genes controlando esse carácter (Gale et al. 1975 e Gale & Marshall 1973).

Para número de grãos por espiguetas, o valor da herdabilidade em sentido restrito de 0,396 foi menor que o valor estimado para a herdabilidade em sentido amplo de 0,459, demonstrando que houve mais de 50% de efeito do ambiente na expressão desse carácter, confirmando resultados de Sidwell et al. (1976). Verificou-se que, da variabilidade genética encontrada nas populações, grande parte estava associada a uma ação aditiva dos genes. Os dados obtidos sugerem que a seleção para esse carácter poderia ser efetuada nas primeiras gerações segregantes, pois calculou-se um coeficiente de determinação de 0,460, altamente significativo, demonstrando a existência de relativamente poucos pares de genes controlando o carácter número de grãos por espiguetas, confirmando resultados obtidos por Ibrahim et al. (1983).

Quando se considerou a produção de grãos, os valores das herdabilidades em sentido amplo e restrito foram baixos, e o coeficiente de determinação foi não-significativo, sugerindo que a seleção para esse carácter, controlado por muitos pares de genes,

TABELA 4. Heterose e heterobeltiose para altura das plantas, número de grãos por espiguetas e produção de grãos das gerações F₁ e F₂ de cruzamento entre a cultivar C-3, de porte alto, e quatro outras cultivares de porte baixo.

Cruzamentos entre cultivares	Heterose ¹		Heterobeltiose ²	
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂
Altura das plantas				
	%	%	%	%
C-3 x Siete				
Cerros	12,46	9,96	-6,17	-8,26
C-3 x Vican-71	8,49	9,59	-16,24	-15,38
C-3 x Tordo	2,79	-1,23	-24,79	-27,73
C-3 x Olesen	16,86	6,94	-21,65	-28,30
Número de grãos por espiguetas				
	%	%	%	%
C-3 x Siete				
Cerros	4,01	-2,34	-11,64	-16,57
C-3 x Vican-71	9,13	15,87	-7,72	-2,03
C-3 x Tordo	17,92	9,83	12,09	4,40
C-3 x Olesen	12,69	-2,31	6,93	-7,30
Produção de grãos				
	%	%	%	%
C-3 x Siete				
Cerros	33,70	9,39	-9,70	-26,12
C-3 x Vican-71	5,20	-13,29	-32,08	-44,03
C-3 x Tordo	-1,64	-7,10	-32,84	-36,57
C-3 x Olesen	7,88	-13,94	-33,58	-47,01

¹ Calculada como a percentagem de aumento do F₁ ou F₂ sobre a média dos pais.

² Calculada como a percentagem de aumento do F₁ ou F₂ sobre a média do pai superior.

deveria ser realizado nas últimas gerações, quando o valor genético da progênie poderia ser mais precisamente determinado.

As correlações ambientes (r_A), fenotípicas (r_P) e genéticas (r_G) entre os três caracteres estudados encontram-se na Tabela 6.

As correlações ambientes e fenotípicas entre produção de grãos e altura das plantas foram positivas e altamente significativas para todos os cruzamentos entre C-3 e as quatro cultivares de porte baixo consideradas. Estes dados demonstraram a tendência de as plantas mais altas serem as mais produtivas.

As plantas com maior número de grãos por espiga tenderam a ser as mais produtivas para os quatro

TABELA 5. Estimativas das herdabilidades em sentido amplo (H_{BS}) e sentido restrito (H_{NS}) e os coeficientes de determinação (R^2) para altura das plantas, número de grãos por espiguetas e produção de grãos, derivadas de dados obtidos nas gerações parentais, F_1 's, F_2 's, RC_1 's e RC_2 's, de cruzamentos entre C-3, uma cultivar de porte alto, e quatro outras cultivares fontes de nanismo.

Carácter	H_{BS}	H_{NS}	R^2
Altura da planta	0,525	0,815	0,615**
Número de grãos/espiguetas	0,459	0,396	0,460**
Produção de grãos	0,255	0,170	0,174

** Significativo ao nível de 1%.

TABELA 6. Correlações ambientes (r_A , fenotípicas (r_F) e genéticas (r_G) entre os três caracteres estudados para cruzamentos de trigo envolvendo a cultivar C-3, de porte alto, e quatro cultivares de porte baixo.

Cruzamentos entre cultivares	r_A	r_F	r_G
Produção de grãos x altura das plantas			
C-3 x Siete Cerros	0,875**	0,421**	0,210
C-3 x Vican-71	0,738**	0,429**	0,376
C-3 x Tordo	0,701**	0,518**	0,654
C-3 x Olesen	0,699**	0,308**	0,285
Produção de grãos x nº de grãos/espiguetas			
C-3 x Siete Cerros	0,708*	0,190*	< -1,0
C-3 x Vican-71	0,522*	0,443**	0,283
C-3 x Tordo	0,520**	0,212*	-0,603
C-3 x Olesen	0,397	0,211*	-0,271
Altura das plantas x nº de grãos/espiguetas			
C-3 x Siete Cerros	0,639	0,081	-0,233
C-3 x Vican-71	0,723**	0,283**	0,073
C-3 x Tordo	0,644**	0,095	-0,211
C-3 x Olesen	0,038	0,077	0,113

* Significativo ao nível de 5%.

** Significativo ao nível de 1%.

cruzamentos, considerando as correlações ambientes e fenotípicas, que foram todas positivas e significativas, à exceção da correlação ambiente do cruza-

mento C-3 x Olesen, que foi não-significativa. Devido à um grande efeito ambiental na expressão do número de grãos por espiguetas, verificou-se que, apesar de serem obtidas correlações genéticas negativas para três dos cruzamentos estudados, os valores da correlação fenotípica foi positiva e significativa para todos eles.

As correlações fenotípicas entre a altura das plantas e o número de grãos por espiguetas foram não-significativas, com exceção da verificada para o cruzamento C-3 x Vican-71, significativa ao nível de 1%. Esses dados demonstram que, apesar de os caracteres altura das plantas e número de grãos por espiguetas estarem associados positivamente com produção de grãos, não estão associados entre si, indicando que para a obtenção de plantas de porte médio com maior número de grãos por espiguetas e com alto potencial produtivo deveriam ser selecionados para os dois primeiros caracteres nas primeiras gerações segregantes, pois ambos mostraram-se independentes, e nas gerações F_5 e F_6 seriam efetuadas avaliações para produção de grãos quando as progênies estiverem praticamente uniformes. Considerando a associação positiva entre plantas altas com produção de grãos, deveriam ser utilizadas grandes populações F_2 e F_3 para serem obtidos os recombinantes desejados de porte médio ou baixo.

CONCLUSÕES

1. As cultivares escolhidas para esse estudo representaram um largo espectro de diversidade genética para altura das plantas, número de grãos por espiguetas e produção de grãos.

2. As cultivares Tordo e Siete Cerros mostraram ser germoplasmas valiosos para um programa de melhoramento do trigo visando à obtenção de plantas de porte baixo e com maior número de grãos por espiguetas, respectivamente.

3. Seleções para as características altura das plantas e número de grãos por espiguetas seriam efetivos nas gerações F_2 ou F_3 de cada cruzamento, em razão da grandeza dos valores estudados para a herdabilidade em sentido restrito e para o coeficiente de determinação.

4. Os baixos valores da herdabilidade no sentido restrito e do coeficiente de determinação para produção de grãos sugere que a seleção para esse carácter deveria ser postergada para gerações mais avançadas, onde testes de progênies poderiam ser realizados.

5. As correlações entre a produção de grãos com a altura das plantas e com o número de grãos por espiguetas foram positivos e significativas na maioria dos cruzamentos, mostrando haver associação entre esses caracteres; portanto, o estudo de grandes populações F₂ seria de grande interesse para assegurar maior frequência de recombinantes desejáveis.

REFERÊNCIAS

- ATHWAL, D.S. Semi-dwarf rice and wheat in global food needs. *Q. Rev. Biol.*, **46**:1-34, 1971.
- BRIGGS, F.N. & KNOWLES, P.F. **Introduction to plant breeding**. Davis, Reinhold Publishing Corporation, 1977. 426p.
- 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):541-52, 1984.
- CAMARGO, C.E.O.; KRONSTAD, W.E.; METZGER, R.J. Parent-progeny regression estimates and associations of height levels with aluminum toxicity and grain yield in wheat. *Crop Sci.*, **20**:235-358, 1980.
- CAMARGO, C.E.O. & OLIVEIRA, O.F. Melhoramento do trigo, II. Estudo genético de fontes de nanismo para a cultura do trigo. *Bragantia*, Campinas, **40**:77-91, 1981.
- CAMARGO, C.E.O. & OLIVEIRA, O.F. Melhoramento do trigo V. Estimativas da herdabilidade e correlações entre altura, produção de grãos e outros caracteres agrônômicos em trigo. *Bragantia*, Campinas, **42**:131-48, 1983.
- FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. New York, Ronald Press Co., 1960. 365p.
- FONSECA, S. & PATTERSON, F.L. Yield components heritabilities and interrelation ships in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Sci.*, **6**:336-8, 1968.
- GALE, M.D. & MARSHALL, D.D. Dwarf wheats and gibberellins. In: INTERNATIONAL WHEAT GENETIC SYMPOSIUM, 4., Columbia, Missouri, 1973. **Proceedings...** Columbia, s.ed., 1973. p.513-9.
- GALE, M.D.; LAW, C.N.; WORKLAND, A.J. The chromosomal location of a major dwarfing gene from Norin 10 in new British semidwarf wheats. *Heredity*, **35**:417-21, 1975.
- GRAFIUS, J.E. Components of yield in oats: geometrical interpretation. *Agron. J.*, **48**:419-23, 1956.
- HALLORAN, G.M. Genetic analysis of hexaploid wheat, *Triticum aestivum*, using intervarietal chromosomal substitution lines. In: Culm length, ear density, spikelet number and fertility. *Can. J. Genet. Cytol.*, **16**:449-56, 1974.
- 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 Sci.*, **28**:927-31, 1983.
- JOHNSON, V.A.; BIEVER, K.J.; HAUNOLD, A.; SCHMIDT, J.W. 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 Sci.*, **6**:336-8, 1966.
- KETATA, H.; EDWARDS, L.H.; SMITH, E.L. Inheritance of eight agronomic characters in a winter wheat. *Crop Sci.*, **16**:19-22, 1976.
- KRONSTAD, W.E. **Combining ability and gene action estimates and the association of the components of yield in winter wheat crosses**. s.l., Oregon State University, 1964. Tese Ph.D.
- KRONSTAD, W.E. & FOOTE, W.H. General and specific combining ability estimates in winter wheat (*Triticum aestivum* Vill., Host). *Crop Sci.*, **4**:616-9, 1964.
- LEON, J.L.M. Combining ability of agronomic traits involving three sources of dwarfism in wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell). s.l., Oregon State University, 1975. 116p. Tese Ph.D.
- MATZINGER, D.F.; MANN, T.J.; COCKERHAM, C.C. Diallel cross in *Nicotiana tabacum*. *Crop Sci.*, **2**:383-6, 1962.
- SIDWELL, R.J.; SMITH, E.L.; McNEW, R.W. Inheritance and interrelationships of grain yield and selected yield-related traits in a hard red winter wheat cross. *Crop Sci.*, **16**:650-4, 1976.
- SPRINIVA, T. & SWAMINATHAN. Analysis of the genetic regulation of flower morphogenesis in bread wheat. *Indian J. Genet. Plant Bred.*, **29**:62-72, 1969.