

MELHORAMENTO DO TRIGO.

IX. ESTUDO GENÉTICO DE FONTES DE NANISMO⁽¹⁾

CARLOS EDUARDO DE OLIVEIRA CAMARGO (2), *Seção de Arroz e Cereais de Inverno, Instituto Agrônômico.*

RESUMO

Os cultivares de trigo de porte anão Tordo, Vican-71 e Olesen foram cruzados entre si de maneira dialélica. Os cultivares pais, os F_1 's, F_2 's e os retrocruzamentos para ambos os pais foram plantados em um ensaio em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições em condições de vasos no Centro Experimental de Campinas. Os dados de altura das plantas, comprimento da espiga, número de espiguetas por espiga e de grãos por espiga, peso de cem grãos, número de grãos por espiguetas e de espigas por planta, e produção de grãos foram obtidos na base de plantas individuais. Foi observada dominância parcial para porte baixo, na geração F_1 , quando o cultivar Tordo foi cruzado com 'Vican-71' e um comportamento parcialmente recessivo para porte baixo dos genes encontrados no 'Olesen' quando este foi cruzado com 'Vican-71'. Os valores de herdabilidade no sentido amplo para o cruzamento Tordo x Vican-71, considerando os caracteres número de espiguetas por espiga, de grãos por espiga e número de espigas por planta foram altos, variando de 0,517 a 0,784; para o cruzamento Tordo x Olesen, os valores da herdabilidade em sentido amplo para comprimento da espiga, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e por espiguetas, número de espigas por planta e produção de grãos foram altos variando de 0,654 a 0,817; considerando o cruzamento Vican-71 x Olesen verificou-se que os valores da herdabilidade em sentido amplo para os caracteres comprimento da espiga, número

(1) Trabalho desenvolvido com verba suplementar do Acordo do Trigo entre as Cooperativas de Produtores Rurais do Vale do Paranapanema e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento, por intermédio do Instituto Agrônômico. Recebido para publicação a 22 de julho de 1983.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

de espiguetas por espiga e de grãos por espiga e por espiguetas, peso de cem grãos e número de espigas por planta foram altos, de 0,554 a 0,824, indicando que grande parte da variação encontrada para esses caracteres são de origem genética. As estimativas da herdabilidade em sentido restrito, considerando o cruzamento Vican-71 x Olesen para os caracteres comprimento da espiga, número de espiguetas e de grãos por espiga, peso de cem grãos, número de espigas por planta e altura das plantas foram altas, sugerindo que as seleções para esses caracteres seriam efetivas nas gerações F_2 ou F_3 . Para os demais caracteres em estudo nesse cruzamento, e para todos os estudados nos cruzamentos Tordo x Vican-71 e Tordo x Olesen, os valores da herdabilidade em sentido restrito foram médios a baixos, sugerindo que as seleções para tais caracteres seriam efetivas nas gerações mais avançadas quando os valores genéticos das progênies seriam mais precisamente determinados. As correlações fenotípicas entre a altura das plantas e outros caracteres agrônômicos, para todos os cruzamentos, foram positivas e significativas, com exceção da correlação entre altura das plantas com peso de cem grãos no cruzamento Tordo x Vican-71. Os resultados indicaram que as fontes de nanismo estudadas poderiam ser utilizadas isoladamente ou em combinações nos cruzamentos, sem que ocorressem associações indesejáveis, desde que populações numerosas fossem obtidas na geração F_1 , a fim de assegurar maior frequência de recombinantes desejáveis.

1. INTRODUÇÃO

As grandes produções da cultura de trigo irrigada, obtidas em muitos países, resultaram do desenvolvimento de cultivares de porte anão, com colmos fortes, que permitiram altas adubações sem a ocorrência de acamamento.

Em 1960, no Noroeste do México em clima desértico, produziam-se 2t/ha de trigo com irrigação. Mediante pesquisas pelos órgãos nacionais e internacionais, entre eles o Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), foi possível selecionar novos cultivares portadores de porte baixo, com um a três genes para nanismo, os quais permitiram àquele país, em 1982, alcançar o rendimento médio de 5,3t/ha, em campos comerciais.

Com o advento da irrigação por aspersão no Brasil, em particular no Norte do Estado de São Paulo, há necessidade urgente de obter, no programa de melhoramento genético do trigo do Instituto Agrônomo, cultivares adaptados às condições para permitir produções superiores a 2t/ha, e assim garantir que essa atividade agrícola seja viável economicamente.

Segundo pesquisadores, a altura das plantas em trigo é controlada por poucos genes: para PAO et alii (8), três, e para VOGEL et alii (9) dois pares de genes seriam os controladores.

CAMARGO et alii (2, 3, 4, 5), estudando populações híbridas de trigo provenientes de cruzamentos de variedades nacionais de porte alto com

diferentes fontes de nanismo, concluíram que todas as fontes estudadas (Siete Cerros, Vican-71, Tordo e Olesen) foram eficientes para a redução do porte, porém o cultivar Tordo seria a melhor delas, pela ocorrência de maior frequência de indivíduos de porte baixo e com altas produções.

A obtenção de grandes populações F_2 , provenientes de cruzamentos simples, envolvendo cultivares de porte alto com diferentes fontes de nanismo, deveria ser estimulada para assegurar maior frequência de recombinantes desejáveis, pela ocorrência de correlações positivas e altamente significativas entre produção de grãos e altura (3, 4, 5).

O presente trabalho teve por objetivo estudar a possibilidade de utilizar, num programa de melhoramento genético do trigo, mais de uma fonte de nanismo num mesmo germoplasma, para haver maior variabilidade genética e evitar o uso de uma única fonte, que poderia causar problemas futuros para a cultura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados os cultivares de porte baixo Tordo (P_1), Vican-71 (P_2) e Olesen (P_3) e de porte alto BH-1146 e C-3.

Foram obtidas as sementes F_1 e F_2 dos cruzamentos entre Tordo x Vican-71 ($P_1 \times P_2$); Tordo x Olesen ($P_1 \times P_3$) e Vican-71 x Olesen ($P_2 \times P_3$), como também as sementes F_1 dos retrocruzamentos para ambos os pais, a saber: ($P_1 \times P_2$) 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 , ($P_2 \times P_3$) x P_2 e ($P_2 \times P_3$) x P_3 .

Sementes dos pais, F_1 's, F_2 's e retrocruzamentos foram plantadas em vasos de aproximadamente 25cm de altura e 20cm de diâmetro, preenchidos com solo adubado, sem teor detectável de alumínio trocável, dispostos no telado contra o ataque de pássaros, no Centro Experimental de Campinas. Em cada vaso, foram plantadas cinco sementes equidistantes uma da outra.

O delineamento estatístico empregado foi blocos ao acaso com quinze tratamentos compreendendo os três pais, três F_1 's, três F_2 's e seis retrocruzamentos, com quatro repetições. Cada repetição foi formada de três vasos de cada pai e híbrido em geração F_1 , dez vasos para cada híbrido em geração F_2 e cinco para cada retrocruzamento. Foram também plantados três vasos por repetição com os cultivares BH-1146 e C-3 como controle em relação ao caráter altura das plantas. O conjunto das quatro repetições foi formado de 336 vasos, que foram colocados distantes um do outro 10cm na linha e de 40cm entre as linhas. Foi providenciada uma linha adicional de vasos contornando o experimento, visando minimizar os efeitos de bordadura.

Os dados coletados na base de plantas individuais referiram-se aos seguintes caracteres:

1. **Altura da planta** — Medida, em centímetros, da superfície do colo da planta até a ponta da espiga do colmo mais alto, excluindo as aristas.
2. **Espigas por planta** — Computado somente o número de colmos com espigas férteis.
3. **Produção de grãos** — Peso, em gramas, da produção total de grãos de cada planta.
4. **Comprimento da espiga** — Medida, em centímetros, da espiga do colmo principal, excluindo as aristas.
5. **Espiguetas** — Considerado o número de espiguetas na espiga do colmo principal.
6. **Grãos por espiga** — Número total de grãos da espiga do colmo principal.
7. **Grãos por espigueta** — Número resultante da divisão do total de grãos da espiga principal pelo total de espiguetas da mesma espiga.
8. **Peso de cem grãos** — Peso, em gramas, de cem grãos, tomados ao acaso, 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 genótipo em cada repetição foi usada na análise de variância, cujos efeitos de geração foram divididos em componentes para detectar diferenças dentro e entre gerações.

O grau de dominância para altura das plantas na geração F_1 e F_2 foi calculado, segundo FALCONER (6), empregando 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 de altura do pai mais alto; \bar{P}_2 = média de altura do pai mais baixo; d_1 = grau de dominância para o F_1 e d_2 = grau de dominância para o F_2 ; \bar{F}_1 = altura média da geração F_1 ; \bar{F}_2 = altura média da geração F_2 .

As estimativas da herdabilidade em sentido amplo (proporção entre a variância genética total e a fenotípica) foram calculadas segundo o método citado por BRIGGS & KNOWLES (1), e as estimativas da herdabilidade em sentido restrito (proporção entre a variância genética aditiva e a variância fenotípica), pelo método de WARNER (10).

As correlações fenotípicas, ambientes e genéticas foram usadas para estimar o grau de associação entre altura das plantas e sete outros caracteres agrônômicos em estudo para cada população. Como sugerido por FALCONER (6), foram consideradas correlações ambientes, aquelas usando dados de F_1 e como correlações fenotípicas as que usaram dados de F_2 . As correlações genéticas foram calculadas mediante a 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_A = correlação ambiente entre os mesmos caracteres; H = herdabilidade em sentido restrito com subscritos x ou y , conforme o caráter; $E = 1 - H$, também com subscritos de acordo com o caráter em estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância para comprimento da espiga, número de espigueta e de grãos por espiga, peso de cem grãos, número de grãos por espigueta, altura das plantas, número de espigas por planta e produção de grãos, encontram-se no quadro 1 e, as médias de cada genótipo para cada um dos caracteres em estudo, no quadro 2.

Aplicando o teste de Tukey a 5% para a comparação entre os diferentes cultivares utilizados como pais, com relação ao comprimento da espiga verificou-se que Tordo apresentou a maior média, diferindo estatisticamente do Olesen, porém não de Vican-71. Este por sua vez apresentou espigas significativamente mais longas do que Olesen. A população F_1 do híbrido Vican-71 x Olesen foi a que apresentou espigas mais longas, diferindo significativamente do híbrido Tordo x Olesen, porém não do híbrido Tordo x Vican-71. As populações F_2 dos híbridos Tordo x Vican-71 e Tordo x Olesen apresentaram as maiores espigas, diferindo da média do híbrido Vican-71 x Olesen. Não foram detectadas diferenças significativas entre as médias dos retrocruzamentos para o progenitor mais alto (RC_1) em relação ao comprimento da espiga. Observando-se as médias dos retrocruzamentos para o progenitor mais baixo (RC_2), verificou-se que o germoplasma originário do híbrido (Tordo x Vican-71) x Tordo apresentou espigas mais compridas em relação às originárias dos híbridos (Vican-71 x Olesen) x Olesen e (Tordo x Olesen) x Olesen, não diferindo, porém, estatisticamente do segundo.

O cultivar Vican-71 apresentou o maior número de espiguetas por espiga, diferindo do Olesen, porém não do Tordo. O híbrido Vican-71 x Olesen, em geração F_1 , apresentou o maior número de espiguetas por espiga, diferindo significativamente do híbrido Tordo x Olesen, porém não do Tordo x Vican-71. Não foram observadas diferenças significativas entre os F_2 's e os RC_1 's. Pelas médias do número de espiguetas por espiga dos RC_2 's verificou-se que o germoplasma (Tordo x Vican-71) x Tordo, embora mostrasse o maior valor, diferiu significativamente apenas do híbrido (Vican-71 x Olesen) x Olesen.

QUADRO 1. Análise de variância para os caracteres agrônomicos de diferentes genótipos de trigo plantados em condição de vasos no telado contra pássaros localizado no Centro Experimental de Campinas

Causas de variação	GL	QM									
		Comprimento da espiga	Espiguetas/espiga	Grãos/espiga	Peso de cem grãos	Grãos/espiguetas	Altura da planta	Espigas/planta	Produção de grãos		
		cm	n°	n°	g	n°	cm	n°	g	n°	
Repetições	3	0,29	3,41	76,87	0,04	0,076	12,74	1,87	0,60	1,87	
Genótipos	14	1,69**	3,37**	181,92**	0,69**	0,136**	99,74**	3,86**	21,90**	3,86**	
Entre gerações	4	0,88	5,12**	129,56**	0,77**	0,120*	40,42**	3,50*	22,46**	3,50*	
Dentro de gerações	10	2,02**	2,66**	202,86	0,65**	0,375**	127,47**	4,00**	21,68**	4,00**	
Pais	2	2,47**	3,03*	138,89*	1,28**	0,210*	323,39**	3,36	1,96	3,36	
F ₁ 's	2	2,19*	4,90*	531,32**	0,08	0,765*	159,41**	13,75*	91,31**	13,75*	
F ₂ 's	2	1,26	0,14	82,45	1,03**	0,185**	21,99*	0,09	2,54	0,09	
RC ₁ 's	2	0,92	2,55	213,92	0,17	0,575	85,91**	2,65	11,97*	2,65	
RC ₂ 's	2	3,33*	2,73*	47,78*	0,70*	0,140**	26,66*	0,16	0,64	0,16	
Pais x repetições	6	0,18	0,31	20,40	0,02	0,037	7,68	1,29	2,51	1,29	
F ₁ 's x repetições	6	0,30	0,91	35,81	0,06	0,072	11,13	2,21	6,73	2,21	
F ₂ 's x repetições	6	0,08	0,30	17,14	0,06	0,015	2,36	0,25	0,66	0,25	
RC ₁ 's x repetições	6	0,28	1,11	54,64	0,07	0,130	7,05	1,63	1,48	1,63	
RC ₂ 's x repetições	6	0,34	0,27	7,80	0,08	0,007	3,21	0,14	1,05	0,14	
Entre ger. x rep.	12	0,28	0,71	23,14	0,03	0,026	4,24	1,07	3,47	1,07	
Dentro ger. x rep.	30	0,23	0,58	27,16	0,05	0,053	6,28	1,10	2,49	1,10	
Genótipos x repetições	42	0,25	0,62	26,01	0,04	0,045	5,70	1,09	2,78	1,09	
Total	59										

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

QUADRO 2. Médias e diferenças mínimas significativas dos caracteres agrônômicos estudados no ensaio plantado em condição de vasos no telado contra pássaros localizado no Centro Experimental de Campinas

Genótipos	Comprimen- to da espiga		Espigue- tas/espiga	Grãos/ /espiga	Peso de cem grãos	Grãos/ /espiguetas	Altura da planta	Espigas/ /planta	Produção de grãos
	cm	n°							
Pais									
Tordo (P1)	8,7	17,5	44,0	4,64	2,51	48,2	4,8	5,0	5,0
Vican-71 (P2)	8,2	18,6	55,1	3,92	2,97	57,6	4,9	5,2	5,2
Olesen (P3)	7,2	16,9	46,2	3,52	2,75	38,7	6,4	6,3	6,3
d.m.s. (5%)	0,9	1,2	9,8	0,31	0,42	6,0	2,5	3,4	3,4
F ₁ 's									
P1/P2 (F1)	8,5	18,7	55,6	4,22	3,03	48,4	5,3	6,3	6,3
P1/P3 (F1)	8,2	18,0	45,7	4,09	2,53	42,2	5,9	6,2	6,2
P2/P3 (F1)	9,6	20,2	68,7	4,37	3,40	54,8	8,8	14,5	14,5
d.m.s. (5%)	1,2	2,1	13,0	0,53	0,58	7,2	3,2	5,6	5,6
F ₂ 's									
P1/P2 (F2)	8,8	19,0	55,5	4,23	2,88	50,5	5,7	6,9	6,9
P1/P3 (F2)	8,4	19,1	47,2	3,50	2,50	45,9	5,5	5,4	5,4
P2/P3 (F2)	7,8	18,7	54,6	3,26	2,87	47,9	5,7	5,5	5,5
d.m.s. (5%)	0,6	1,2	9,0	0,53	0,27	3,3	1,1	1,8	1,8
RC ₁ 's									
P1/P2//P2	8,9	20,0	62,1	3,86	3,12	54,5	5,5	6,9	6,9
P2/P3//P2	8,0	18,4	54,9	3,49	2,96	50,8	6,2	7,6	7,6
P1/P3//P1	8,7	19,4	47,5	3,54	2,39	45,3	4,6	4,3	4,3
d.m.s. (5%)	1,1	2,3	16,0	0,57	0,78	5,8	2,8	2,6	2,6
RC ₂ 's									
P1/P2//P1	9,2	19,0	53,5	4,29	2,80	48,1	5,8	7,0	7,0
P2/P3//P3	7,4	17,3	51,3	3,59	2,95	43,8	6,1	6,6	6,6
P1/P3//P3	8,3	18,2	46,7	3,55	2,58	43,4	6,1	6,2	6,2
d.m.s. (5%)	1,3	1,1	6,1	0,61	0,18	3,9	0,5	2,2	2,2

O cultivar Vican-71 foi o que exibiu maior número de grãos por espiga, diferindo do Tordo, porém não do Olesen. O híbrido, em geração F_1 , Vican-71 x Olesen, produziu maior número de grãos por espiga, diferindo significativamente dos outros dois. Não foram detectadas diferenças entre as médias dos F_2 's e RC_1 's. O germoplasma (Tordo x Vican-71) x Tordo apresentou em média um número de grãos por espiga significativamente maior do que o híbrido (Tordo x Olesen) x Olesen, porém não do (Vican-71 x Olesen) x Olesen.

'Tordo' apresentou os grãos mais pesados, diferindo significativamente de 'Vican-71' e 'Olesen'. Não foram encontradas diferenças significativas para peso de cem grãos para os híbridos F_1 e para os retrocruzamentos (RC_1). O híbrido em geração F_2 , Tordo x Vican-71, apresentou os grãos mais pesados, diferindo dos híbridos Tordo x Olesen e Vican-71. O híbrido (Tordo x Vican-71) x Tordo foi o que revelou maior peso de cem grãos, diferindo dos restantes.

O cultivar Vican-71 foi o que manifestou maior número de grãos por espigueta, diferindo significativamente, porém, só do cultivar Tordo. O híbrido F_1 , Vican-71 x Olesen, exibiu maior número de grãos por espigueta, diferindo do híbrido Tordo x Olesen, porém não do Tordo x Vican-71. Os híbridos em geração F_2 , Tordo x Vican-71 e Vican-71 x Olesen revelaram maior número de grãos por espigueta, não diferindo entre si, mas sim do Tordo x Olesen. Não foram detectadas diferenças entre os RC_1 's para número de grãos por espigueta. O híbrido (Vican-71 x Olesen) x Olesen foi o que mostrou maior número de grãos por espigueta, não diferindo do híbrido (Tordo x Vican-71) x Tordo; ambos diferiram, porém, significativamente do (Tordo x Olesen) x Olesen.

O 'Vican-71', com 57,6cm, apresentou a maior altura, diferindo significativamente dos cultivares Tordo e Olesen, com, respectivamente, 48,2 e 38,7cm. Os cultivares de porte alto, BH-1146 e C-3, nas mesmas condições, exibiram alturas de 95,1 e 118,3cm respectivamente. Comparando as médias das três populações F_1 , a proveniente do híbrido Vican-71 x Olesen exibiu as plantas mais altas, diferindo das do híbrido Tordo x Olesen, porém não das provenientes do Tordo x Vican-71. Relativamente às médias das populações F_2 , a proveniente do híbrido Tordo x Vican-71 foi a mais alta, diferindo das originárias dos dois outros híbridos. Comparando as médias dos RC_1 's, verificou-se que o genótipo (Tordo x Vican-71) x Vican-71 foi o mais alto, não diferindo do (Vican-71 x Olesen) x Vican-71, porém apresentando diferença significativa do genótipo (Tordo x Olesen) x Tordo. Os germoplasmas provenientes dos cruzamentos entre os F_1 e os respectivos pais de porte baixo mostraram que o genótipo (Tordo x Vican-71) x Tordo foi o mais alto, diferindo dos genótipos (Vican-71 x Olesen) x Olesen e (Tordo x Olesen) x Olesen.

Não foram detectadas diferenças significativas entre os cultivares pais, F_2 's e retrocruzamentos, em relação à média do número de espigas por planta. Na comparação da média das três populações F_1 , o genótipo Vican-71 x Olesen apresentou o maior número de espigas por planta, diferindo significativamente apenas do genótipo Tordo x Vican-71.

Em relação à produção de grãos, não se verificaram diferenças significativas entre os cultivares pais, F_2 e RC_2 's. Comparando as três populações F_1 , a proveniente do híbrido Vican-71 x Olesen foi a mais produtiva, diferindo significativamente dos híbridos Tordo x Vican-71 e Tordo x Olesen. Os germoplasmas provenientes dos cruzamentos entre os F_1 e os respectivos pais de porte mais alto mostraram que o híbrido (Vican-71 x Olesen) x Vican-71 foi o que exibiu as maiores produções, diferindo do genótipo (Tordo x Olesen) x Tordo, porém não do (Tordo x Vican-71) x Vican-71.

Os graus de dominância para a altura das plantas nas gerações F_1 e F_2 encontram-se no quadro 3. Os dados obtidos nas gerações F_1 sugerem que os genes para porte baixo encontrados no cultivar Olesen tiveram um comportamento parcialmente recessivo considerando o cruzamento Vican-71 x Olesen, enquanto para o cruzamento Tordo x Vican-71 os genes encontrados no cultivar Tordo mostraram dominância parcial para porte baixo. Estes resultados confirmaram os obtidos por CAMARGO & OLIVEIRA (5) em condição de campo.

QUADRO 3. Grau de dominância para altura das plantas na geração F_1 e F_2 de cruzamentos envolvendo os cultivares de trigo de porte baixo Tordo, Vican-71 e Olesen

Cruzamentos entre cultivares	Grau de dominância (1)	
	F_1	F_2
Tordo x Vican-71	-0,957	-0,511
Tordo x Olesen	-0,263	+0,516
Vican-71 x Olesen	+0,704	-0,026

(1) Grau de dominância igual a +1 significa dominância completa dos genes que condicionam porte alto e -1 significa dominância completa dos genes que condicionam porte baixo.

Os valores estimados para a herdabilidade em sentido amplo (Quadro 4) no cruzamento Tordo x Vican-71 foram altos para: número de espiguetas por espiga, de grãos por espiga e de espigas por planta; médios para: número de grãos por espiguetas, peso de cem grãos, comprimento da espiga e produção de grãos, e baixo para o caráter altura de

planta. Esses resultados indicam que grande parte das variações observadas para número de espiguetas por espiga, de grãos por espiga e de espigas por planta, para o cruzamento considerado, são de origem genética.

Os valores estimados para a herdabilidade em sentido amplo no Tordo x Olesen, para comprimento da espiga, número de espiguetas e de grãos por espiga, número de grãos por espiguetas, número de espigas por planta e produção de grãos foram altos. Nesse mesmo cruzamento, os caracteres peso de cem grãos e altura das plantas mostraram, respectivamente, valor médio e baixo para as estimativas da herdabilidade em sentido amplo.

No cruzamento Vican-71 x Olesen, os caracteres comprimento da espiga, número de espiguetas e de grãos por espiga, número de grãos por espiguetas, peso de cem grãos e número de espigas por planta apresentaram altos valores para a herdabilidade em sentido amplo, e médios para altura das plantas e produção de grãos.

As herdabilidades em sentido restrito (Quadro 4) estimadas para os diferentes caracteres, foram menores do que as correspondentes no sentido amplo para todos os cruzamentos envolvidos. Os valores obtidos no cruzamento Vican-71 x Olesen para os caracteres comprimento da espiga, número de espiguetas e grãos por espiga, peso de cem grãos, número de espigas por planta e altura das plantas foram os mais consistentes, considerando as estimativas de sentido amplo e restrito, indicando que grande parte da variabilidade genética total para esses caracteres está associada a uma ação aditiva dos genes. Para tais caracteres, nesse cruzamento particular a seleção seria efetiva nas gerações F_2 ou F_3 .

Para os demais caracteres agronômicos em estudo no cruzamento Vican-71 x Olesen e para todos os caracteres estudados nos cruzamentos Tordo x Vican-71 e Tordo x Olesen, observou-se que a variabilidade de origem genética encontrada nas populações está associada em menor proporção a uma ação aditiva dos genes, sugerindo que a seleção para esses caracteres poderia ser efetuada nas últimas gerações, quando o valor genético da progênie seria mais precisamente determinado.

As correlações ambientes (r_A), fenotípicas (r_F) e genéticas (r_G) entre altura da planta e sete outros caracteres, para os cruzamentos estudados, encontram-se no quadro 5.

As correlações fenotípicas entre a altura de plantas e todos os demais caracteres agronômicos foram positivas e altamente significativas, fazendo exceção a correlação fenotípica entre a altura de plantas e o peso de cem grãos para a população Tordo x Olesen, que foi positiva e significativa ao nível de 5%, e para a população Tordo x Vican-71, que foi não-significativa.

QUADRO 4. Estimativas das herdabilidades em sentido amplo (H_{BS}) e restrito (H_{NS}) para todos os caracteres estudados derivadas de dados obtidos nas gerações parentais, F_1 's, F_2 's, RC_1 's e RC_2 's de cruzamentos envolvendo os cultivares Tordo, Vican-71 e Olesen

Caráter	Tordo x Vican-71		Tordo x Olesen		Vican-71 x Olesen	
	H_{BS}	$H_{NS}^{(1)}$	H_{BS}	$H_{NS}^{(1)}$	H_{BS}	$H_{NS}^{(1)}$
Comprimento espiga (cm)	0,456	0,098	0,747	0,305	0,713	0,541
Espiguetas/espiga (n°)	0,517	0,041	0,809	0,175	0,824	0,569
Grãos/espiga (n°)	0,565	0,197	0,689	0,218	0,716	0,575
Grãos/espiguetas (n°)	0,428	0,019	0,796	0,301	0,784	0,291
Peso de cem grãos (g)	0,427	0,083	0,489	0,168	0,554	0,435
Espigas/planta (n°)	0,784	0,221	0,817	0,445	0,550	0,457
Altura da planta (cm)	0,356	0,095	0,323	0,111	0,477	0,333
Produção de grãos (g)	0,452	0,145	0,654	0,442	0,456	0,222

(1) Herdabilidades em sentido restrito estimadas pelo método de Warner (10).

QUADRO 5. Correlações ambientes (r_A), fenotípicas (r_F) e genéticas (r_G) entre altura de plantas e sete outros caracteres agrônômicos observadas em cruzamentos de trigo envolvendo os cultivares Tordo, Vican-71 e Olesen

Caráter correlacionado com altura de plantas		Tordo x Vican-71	Tordo x Olesen	Vican-71 x Olesen
Comprimento da espiga	r_A	0,803**	0,561**	0,079
	r_F	0,481**	0,543**	0,704**
	r_G	< -1	0,530	> 1
Espiguetas/espiga	r_A	0,740**	0,502**	0,664*
	r_F	0,256**	0,309**	0,566**
	r_G	< -1	0,111	> 1
Grãos/espiga	r_A	0,829**	0,588**	0,326
	r_F	0,500**	0,577**	0,661**
	r_G	-0,746	0,611	0,975
Peso de cem grãos	r_A	0,276*	0,047	0,209
	r_F	0,039	0,165*	0,264**
	r_G	< -1	0,372	> 1
Grãos/espiguetas	r_A	0,729**	0,440**	0,060
	r_F	0,552**	0,550**	0,546**
	r_G	-0,473	0,919	> 1
Espigas/planta	r_A	0,620**	0,467**	0,444
	r_F	0,220**	0,376**	0,564**
	r_G	0,683	0,216	0,762
Produção de grãos	r_A	0,667**	0,600**	0,326
	r_F	0,227**	0,528**	0,599**
	r_G	< -1	0,437	0,992

* Significativo ao nível de 5%. ** Significativo ao nível de 1%.

De modo geral, excluída a exceção mencionada nos três cruzamentos estudados, plantas baixas foram associadas com baixa produção, baixo número de espigas por planta, de espiguetas por espiga, de grãos por espiga, de grãos por espiguetas, grãos menos pesados e espigas curtas. Resultados semelhantes foram obtidos por JOHNSON et alii (7), pesquisando as progênies do cruzamento entre dois cultivares de trigo, e por CAMARGO et alii (2), estudando as progênies dos cruzamentos entre o cultivar IAC-5, de porte alto, com quatro cultivares de porte baixo, sendo cada um deles diferente fonte de nanismo para a cultura do trigo.

Entretanto, deve-se considerar que o interesse no melhoramento do trigo é a obtenção de plantas de porte intermediário, nem tão altas e sensíveis ao acamamento como as encontradas na maioria dos cultivares atualmente em distribuição comercial, nem tão baixas como as diferentes fontes de nanismo empregadas no presente trabalho. Desse modo, a exemplo de sugestões anteriores formuladas por CAMARGO et alii (2, 3, 4, 5), qualquer uma das fontes de nanismo isoladas ou em combinações, poderia ser utilizada para obtenção de plantas de porte médio e com alto potencial de produção, sem que ocorressem associações indesejáveis ou deletérias ao objetivo do programa de melhoramento, desde que grandes populações F_2 fossem conduzidas para assegurar maior frequência de recombinantes desejáveis.

SUMMARY

WHEAT BREEDING.

IX. GENETIC STUDIES OF DIFFERENT SOURCES OF DWARFISM

Three different sources of dwarfism Tordo, Vican-71 and Olesen were used in a diallel cross. Parents, F_1 's, F_2 's and reciprocal backcrosses were tested in an experiment using pots, carried out at the Experimental Center of Campinas, State of São Paulo, Brazil. The experimental data for plant height, head length, number of spikelets per spike, number of grains per spike, 100-grain-weight, number of grains per spikelet, number of spikes per plant and grains yield were determined on a individual plant basis. Partial dominance was observed for short plants in F_1 generation when the cultivar Tordo was crossed with Vican-71 and a recessive behaviour of the genes of Olesen when this cultivar was crossed with Vican-71. Broad sense heritability estimates were high for: number of spikelets per spike, number of grains per spike and number of spikes per plant considering the cross Tordo x Vican-71; for head length, number of spikelets per spike, number of grains per spike and per spikelet, number of spikes per plant and grains yield considering the cross Tordo x Olesen; and for head length, number of spikelets per spike, number of grains per spike and per spikelet, 100-grain-weight and number of spikes per plant considering the cross Vican-71 x Olesen. Considering the cross Vican-71 x Olesen the narrow sense heritability estimates for head length, number of spikelets per spike, number of grains per spike, 100-grain-weight, number of spikes per plant and plant height presented high values, suggesting that selections for these characters would be effective in the F_2 or F_3 populations. For the other characters in the cross Vican-71 x Olesen, and for all characters in the crosses Tordo x Vican-71 and Tordo x Olesen, the narrow sense heritability values were medium or low, suggesting that selection would be effective in the later generations where genetic

value of the progenies would be more precisely determined. The phenotypic correlations between plant height and all the studied agronomic characteristics (considering all crosses) were positive and significant except for the correlation between plant height and 100-grain-weight of the cross Tordo x Vican-71. The results indicated that the studied sources of dwarfism could be used alone or combined in a cross without causing any undesirable association; as long as a large F_2 population be available in order to provide adequate frequency of desirable recombinants.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRIGGS, F.N. & KNOWLES, P.F. Introduction to plant breeding. Davis, Reinhold Publishing Corporation, 1977. 426p.
2. CAMARGO, C.E.O. Melhoramento do trigo. VIII. Associações entre produção de grãos e outros caracteres agronômicos em populações híbridas envolvendo diferentes fontes de nanismo. *Bragantia*, Campinas, **43**(2):541-552, 1984.
3. ———; KRONSTAD, W.E.; METZGER, R. Parent-progeny regression estimates and associations of height levels with aluminum toxicity and grain yield in wheat. *Crop Science*, **20**:355-358, 1980.
4. ——— & OLIVEIRA, O.F. Melhoramento do trigo. II. Estudo genético de fontes de nanismo para a cultura do trigo. *Bragantia*, Campinas, **40**:77-91, 1981.
5. ——— & ———. Melhoramento do trigo. V. Estimativas das herdabilidades e correlações entre altura, produção de grãos e outros caracteres agronômicos em trigo. *Bragantia*, Campinas, **42**:131-148, 1983.
6. FALCONER, D.S. Introduction to quantitative genetics. New York, Ronald Press, 1960. 365p.
7. JOHNSON, 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.
8. PAO, W.K.; LI, C.H.; CHEN, C.W.; LI, H.W. Inheritance of dwarfness in common wheat. *Journal American Society Agronomy*, **36**:417-428, 1944.
9. VOGEL, O.A.; CRADDOCK, J.C.; MUIR, J.R.; EVERSON, C.E.; ROHDE, E.H. Semi-dwarf growth habits in winter wheat improvement for the Pacific Northwest. *Agronomy Journal*, **48**:76-78, 1956.
10. WARNER, J.N. A method for estimating heritability. *Agronomy Journal*, **7**:427-430, 1952.