

HERANÇA DO ÍNDICE DE COLHEITA EM CRUZAMENTOS DE TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM* L.) COM DIFERENTES ESTATURAS DE PLANTA¹

MÁRCIO ENDER², LUIZ CARLOS FEDERIZZI³ e FERNANDO I.F. DE CARVALHO⁴

RESUMO - Estudou-se a herança do caráter índice de colheita em trigo, a partir da análise dos genitores e das gerações F1, F2, RC1F1 e RC2F1, de nove cruzamentos entre os genótipos: Maringá, de porte alto; IPF55243, de estatura intermediária, e IPF55245, D8006 e D8017, todos de baixa estatura. Ficou caracterizada a existência de variabilidade genética quanto ao índice de colheita entre os genótipos estudados. As estimativas de herdabilidade no sentido amplo foram baixas ou intermediárias, em função da grande ação do ambiente na expressão do caráter. A variância aditiva teve importante participação na variância genética, indicando menor influência da ação gênica de dominância e/ou epistasia. Os efeitos gênicos de aditividade foram os mais expressivos na maioria dos cruzamentos, tendo os efeitos de dominância apresentado importância em cruzamentos específicos envolvendo o genótipo D8006. A baixa variância aditiva e a grande variância de ambiente verificada neste trabalho indicam a dificuldade de manipular geneticamente o índice de colheita nas gerações iniciais de populações segregantes, devendo ser protelada a seleção para as gerações mais avançadas.

Termos para indexação: herdabilidade, variabilidade genética, efeitos gênicos.

INHERITANCE OF HARVEST INDEX IN SPRING WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) CROSSES WITH DIFFERENT PLANT HEIGHT

ABSTRACT - The inheritance of harvest index trait in spring wheat has been studied in the analysis of parents and F1, F2, RC1F1 and RC2F1 generations, of nine crosses between the genotypes: Maringá, a tall cultivar; IPF55243, semi-dwarf (medium height) and IPF55245, D8006 and D8017, all of them dwarf (short). There was genetic variability of harvest index among the studied genotypes. The broad sense heritabilities were low or intermediary because of the great environment effect on the character expression. Additive variance has showed important participation in genetic variance, which indicates less influence of dominance and/or epistasis. Additive gene effects were important in most of the crosses, although dominance effects showed importance in specific crosses involving D8006. Besides the importance of additive gene action, selection for harvest index in early segregating generations may be difficult because the high value of environmental variances, and it should be done in more advanced generations.

Index terms: heritability, genetic variability, gene effects.

INTRODUÇÃO

Para a obtenção de cultivares superiores, adaptadas e mais produtivas, é importante a identificação e

utilização de critérios de seleção eficientes que possibilitem alcançar os objetivos propostos. O maior potencial de rendimento de grãos pode ser obtido através de duas formas básicas: (1) pela eliminação de estresses sofridos pela planta, como moléstias, elementos tóxicos do solo; ou, (2) pelo aumento da eficiência da planta na utilização dos recursos do ambiente existentes. Comparando as cultivares antigas e modernas na Inglaterra, Austin et al. (1980) e Lupton (1982), na ausência de doenças e acamamento, relataram que metade dos ganhos em rendimento de grãos decorreu do trabalho dos melhoristas no desenvolvimento de genótipos com potencial superior. O aumento de rendimento

¹ Aceito para publicação em 26 de abril de 1994.

Extraído da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia, à UFRGS.

² Eng.-Agr., M.Sc., Melhorista do Convênio IFAD/CIAT/EMBRAPA/EPAGRI, Desenvolvimento de Germoplasma de Mandioca para o Subtropical. Caixa Postal 277 CEP 88.301-970 Itajaí/SC.

³ Eng.-Agr., Ph.D., Prof. Adjunto, Dep. de Plantas de Lavoura, Fac. de Agron./UFRGS.

⁴ Eng.-Agr., Ph.D., Prof.-Titular, Dep. de Plantas de Lavoura, Fac. de Agron./UFRGS.

de grãos observado nas cultivares mais recentes ocorreu principalmente graças ao aumento do índice de colheita e a uma pequena mudança na fitomassa aparente.

O índice de colheita foi definido por Donald (1962) como sendo a razão entre o peso de grãos e a fitomassa aparente, em termos de matéria seca, na maturidade da cultura. Avanços no melhoramento genético no rendimento de grãos através da utilização do índice de colheita como critério de seleção, somente serão possíveis tendo por base o conhecimento dos mecanismos de herança envolvidos para o rendimento de fitomassa e para o índice de colheita (Rasmusson & Gengenbach, 1983).

Estudando oito cruzamentos de trigo, Bhatt (1976), sugeriu ocorrer dominância parcial para elevado índice de colheita nas populações em estudo. A ação gênica para a expressão do caráter índice de colheita foi principalmente aditiva; entretanto, em alguns cruzamentos foram obtidas evidências para uma ação gênica não aditiva. O valor médio de herdabilidade no sentido amplo foi de 0,70. Também Srivastava et. al. (1985) obtiveram, a partir da análise de dois cruzamentos de trigo envolvendo seis gerações, grande variabilidade entre os genitores, e os efeitos gênicos predominantes foram os aditivos. Já Bhatt (1977) obteve valores de herdabilidade realizada (F_2/F_3) entre 0,57 e 0,73 em dois cruzamentos de trigo. Resultados semelhantes foram obtidos por Sharma & Smith (1986), que estimaram valores entre 0,44 e 0,60 para herdabilidade realizada (F_3/F_4) em três populações de trigo.

A definição de critérios mensuráveis na seleção de plantas espaçadas em gerações segregantes resultaria em aumento na eficiência da seleção. Syme (1972) avaliando diferentes caracteres em plantas de trigo cultivadas em casa de vegetação, encontrou estimativas elevadas de correlação ($r = 0,80$) entre o índice de colheita de planta isolada e a média de rendimento destes genótipos em 63 locais do mundo, enquanto o rendimento de grãos da planta isolada não apresentou relação com a média de rendimento ($r = 0,10$). Igualmente, Fischer & Kertesz (1976), avaliaram 40 genótipos de trigo em plantas espaçadas e cultivadas em parcelas com densidade comercial e obtiveram correlações altamente significativas entre o índice de colheita de plantas espa-

çadas com o rendimento de grãos em parcelas com densidade comercial ($r = 0,60$).

A partir da constatação de que o índice de colheita estaria associado ao aumento de rendimento de grãos, foi sugerida a sua utilização como um critério de seleção, tendo em vista que o aumento do índice de colheita não foi resultado de um trabalho direto de seleção para o caráter, e sim, consequência da obtenção de plantas de menor estatura, mais resistentes ao acamamento.

A baixa estatura é uma característica que tem sido associada a cultivares modernas de elevado potencial de rendimento de grãos. Gale & Youssefian (1985) ressaltaram que o objetivo inicial do desenvolvimento de cultivares de estatura reduzida foi aumentar a resistência ao acamamento. Associado à característica de reduzida estatura, obtida principalmente pelo uso dos genes *Rht1* e *Rht2* oriundos do genótipo Norin-10, está o fato de estas cultivares apresentarem uma partição mais eficiente dos fotoassimilados entre grãos e palha (Allan, 1987).

Este trabalho teve por objetivo caracterizar as bases genéticas do índice de colheita a partir de genótipos de diferentes estaturas, visando avaliar a possibilidade de se manipular geneticamente o caráter.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos nos anos de 1990 e 1991 na Estação Experimental Agronômica da Faculdade de Agronomia (EEA-UFRGS), em Eldorado do Sul/RS, situada na região fisiográfica da Depressão Central, a $30^{\circ}05'52''$ de latitude sul e $51^{\circ}39'08''$ de longitude oeste, a uma altitude média de 46 m acima do nível do mar.

Utilizou-se um conjunto de genótipos em que foram obtidas populações provenientes de cruzamentos: entre linhas quase-isogênicas com genes diferentes para estatura; entre genótipos totalmente diferentes, mas que apresentam os mesmos genes quanto à baixa estatura; e também entre genótipos diferentes e com diferentes genes envolvidos referente à estatura, conforme classificação para estatura de planta utilizada por Fantini (1990) (Tabela 1). Provavelmente os alelos a e b_1 correspondam aos alelos *Rht2* e *Rht1*, respectivamente. Desta forma, os genótipos IPF55243 e IPF55245 são portadores dos alelos *Rht1Rht2* e *Rht1Rht2*, respectivamente, e são linhas quase-isogênicas do genótipo Maringá (*rht1rht2*),

TABELA 1. Genealogia, origem, classificação e genes para estatura, dos cinco genótipos de trigo utilizados no estudo de herança do índice de colheita. Fac. de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, 1991.

| Genótipo | Genealogia | Origem | Estatura | Genes** |
|-----------|--|---------------------------------|----------|----------------------------------|
| Maringá | Frontana/Kenya 58//Ponta Grossa I | Brasil | Alto | AABB |
| IPF55243* | | México | Interm. | AAb ₁ b ₁ |
| IPF55245* | | México | Baixo | aab ₁ b ₁ |
| D8006 | Nobre [(D6301/Nainari 60) Anza] 730014 | EUA | Baixo | a ₁ a ₁ bb |
| D8017 | | Olesen x Ramona 54 ⁴ | EUA | Baixo |

* Linhas quase-isogênicas da cultivar Maringá, portadoras de genes para redução de estatura.

** Genes para estatura de planta, proposto por Fantini (1990).

para o caráter estatura. O genótipo D8017, com diferente genealogia, é portador dos mesmos alelos do genótipo IPF55245, que conferem a baixa estatura. O genótipo D8006 apresenta diferente combinação de alelos para a baixa estatura. Foram conduzidos dois experimentos: (I) com o objetivo de caracterizar os cinco genitores em relação ao índice de colheita na condição de planta individual e em densidade normal de cultivo; (II) com o objetivo de estimar parâmetros genéticos em plantas individuais a partir de gerações provenientes dos cruzamentos entre os genótipos fixos.

Em 1990 foram semeados os cinco genitores estabelecendo o bloco de cruzamentos para a obtenção das gerações F1. As gerações segregantes F2 e retrocruzamentos RC1F1 e RC2F1 foram obtidas no mesmo período, em função da disponibilidade de algumas sementes da geração F1, previamente obtidas. A partir dos cinco genitores foram realizados os dez cruzamentos possíveis entre eles, sem os recíprocos.

O delineamento utilizado no experimento I foi parcelas subdivididas, com três repetições. Os genótipos foram casualizados nas parcelas e as densidades, planta individual ou normal de cultivo, nas subparcelas. Foram semeadas duas linhas de 3 m nas subparcelas com plantas individuais, com espaçamento de 0,40 m entre linhas e 0,30 m entre plantas na linha. As subparcelas com densidade normal de cultivo foram de sete linhas de 3 m, espaçadas de 0,20 m, com densidade de semeadura de 300 sementes/m².

No experimento II foram semeadas as gerações fixas (P1, P2 e F1) e segregantes (F2, RC1F1 e RC2F1) dos dez cruzamentos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com duas repetições, com parcelas de 3 m de comprimento. Os genitores foram representados por três linhas e a geração F2 foi semeada em parcela de 16 linhas. Nas demais gerações, o número de linhas foi variável em função da disponibilidade de sementes. O espaçamento entre as linhas foi de 0,30 m e igual distância entre as plantas, com o objetivo de condu-

zir plantas isoladas, sem competição, para avaliação individual.

No experimento I, foram colhidas ao nível do solo todas as plantas individuais, e três linhas centrais nas subparcelas com densidade normal descartando meio metro em cada extremidade, resultando em área útil de 1,2 m². No experimento II, as plantas foram colhidas individualmente, com o sistema radicular. O material foi secado em estufa a 60°C, durante 72 horas.

Foram realizadas as seguintes determinações:

Rendimento de fitomassa aparente: foi obtido a partir de pesagem com balança eletrônica, após o material ter sido secado em estufa, tanto o das plantas individuais (g) como o das parcelas (kg/ha).

Rendimento de grãos: produção de grãos por planta individual (g) e nas subparcelas com densidade normal de cultivo (kg/ha).

Índice de colheita (%): razão entre o rendimento de grãos e o rendimento de fitomassa aparente.

No experimento II foram avaliadas as mesmas características, em todas as plantas individuais. Desta forma, nos dois experimentos as determinações de fitomassa e índice de colheita se referem somente à parte aérea da planta. A partir dos valores individuais de cada planta foram estimadas as médias e as variâncias para cada uma das gerações nos cruzamentos obtidos. A partir das variâncias, foram estimadas as variâncias fenotípica (VF), genética (VG), aditiva (VA) e de ambiente (VE), além das herdabilidades no sentido amplo e restrito, de acordo com as equações propostas por Allard (1960). Os efeitos gênicos em cada cruzamento foram estimados para o caráter índice de colheita, pelo método dos mínimos quadrados generalizados ponderados, testando-se o ajuste do modelo de três e seis parâmetros, conforme proposto por Mather & Jinks (1982).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ficou evidenciada, no experimento I, a existên-

cia de variabilidade entre os genótipos em relação ao caráter índice de colheita independente da classe de estatura da planta. Os dados médios de índice de colheita dos diferentes genótipos estão incluídos na Tabela 2. Estes foram agrupados em três classes, superior: D8017; intermediário: IPF55245 e IPF55243; inferior: D8006 e Maringá. A mesma classificação foi obtida na condição de densidade normal de cultivo e em planta individual. Entretanto, os genótipos Maringá e IPF55343, de estatura alta e média, respectivamente, apresentaram um índice de colheita superior em planta individual ao obtido em densidade normal de cultivo. Enquanto que os genótipos D8017, IPF55245 e D8006, todos de baixa estatura (Tabela 1), apresentaram um índice de colheita similar nas duas densidades (Tabela 2).

A mesma classificação obtida para o índice de colheita na condição de planta individual e densidade normal de cultivo indica que a determinação e seleção quanto ao caráter poderia ser realizada em plantas individuais, o que concorda com os resultados obtidos por Fischer & Kertesz (1976), Nass (1980) e Sharma & Smith (1986). Esta associação encontrada é de grande importância ante o fato de a seleção nas gerações iniciais segregantes ser basea-

da em plantas individuais, em vários programas de melhoramento de cereais de estação fria. Contudo, o número de genótipos avaliados foi pequeno, e para que as considerações pudessem ser mais amplas seria necessário a análise de uma diversidade maior de genótipos. Esta ressalva também decorre do fato de dois dos cinco genótipos utilizados, Maringá e IPF55243, apresentarem o índice de colheita distinto nas duas condições de densidade (Tabela 2), o que não ocorreu nos genótipos de porte baixo.

No experimento II, em que foram realizados os cruzamentos artificiais e obtidas as gerações F1, F2 e os seus respectivos retrocruzamentos (RC1F1 e RC2F1), as diferenças das médias não foram tão evidentes; contudo, a existência da variabilidade ficou ressaltada pelas estimativas das variâncias fenotípica e genotípica (Tabela 3). As diferenças entre as médias das gerações para índice de colheita foram proporcionais à magnitude da diferença dos genitores. As maiores diferenças foram observadas nos cruzamentos D8017 x Maringá e IPF55245 x Maringá, envolvendo genótipos de baixa e alta estatura; D8017 x IPF55243, de porte baixo e intermediário; e no cruzamento envolvendo genótipos de porte baixo, IPF55245 x D8006. As estimativas dos parâmetros genéticos foram prejudicadas em função da necessidade de desconsiderar os valores referentes aos genótipos D8006 e D8017.

As variâncias de ambiente estimadas quanto ao índice de colheita foram de grande magnitude em relação a variância fenotípica, especialmente nos cruzamentos envolvendo as linhas quase-isogênicas do Maringá, o que resultou no valor de herdabilidade no sentido amplo, inferior a 0,50 em cinco dos nove cruzamentos obtidos (Tabela 4).

Os maiores valores de herdabilidade no sentido amplo, relativamente ao índice de colheita foram observados nos cruzamentos entre genótipos baixos, D8017 e D8006, com o genótipo alto, Maringá, e entre os genótipos de estatura intermediária e baixa, IPF55243 x D8006. Os demais cruzamentos apresentaram valores intermediários ou baixos de herdabilidade no sentido amplo, independentemente da classe de estatura dos genitores. As estimativas de variância aditiva e herdabilidade no sentido restrito não são apresentadas em todos os cruzamentos, por

TABELA 2. Médias dos cinco genitores de trigo em densidade normal de cultivo e em plantas individuais para o caráter índice de colheita (%). Fac. de Agronomia/UFRGS. Porto Alegre, 1991.

| Genótipos | Densidade | |
|-----------|-----------------------|-----------------------|
| | Normal de cultivo | Planta individual |
| D8017 | A 47,3 a ¹ | A ² 47,3 a |
| IPF55245 | A 42,9 b | A 42,5 b |
| IPF55243 | B 40,2 b | A 42,9 b |
| D8006 | A 34,6 c | A 35,6 c |
| MARINGÁ | B 32,8 c | A 36,7 c |

¹ Na mesma coluna, as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

² Na mesma linha, as médias antecedidas pela mesma letra maiúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 3. Médias e variâncias das gerações P1, RC1F1, F1, F2, RC1F2 e P2 para o caráter índice de colheita (%), em cruzamentos de trigo com diferentes estaturas de planta. Fac. de Agronomia /UFRGS. Porto Alegre, 1991.

| Cruzamento | | P1 | RC1F1 | F1 | F2 | RC2F1 | P2 |
|---------------------|-------|------|-------|------|------|-------|------|
| PF55243 x Maringá | média | 38,0 | 37,4 | 37,5 | 37,1 | 37,3 | 36,0 |
| | var | 8,1 | 11,8 | 12,7 | 14,8 | 13,9 | 9,9 |
| D8017 x Maringá | média | - | 39,7 | - | 37,7 | 37,8 | 36,4 |
| | var | - | 16,6 | - | 43,2 | 32,5 | 12,7 |
| D8006 x Maringá | média | - | 37,0 | 36,2 | 37,4 | 36,8 | 38,0 |
| | var | - | 14,5 | 10,4 | 20,5 | 16,0 | 4,8 |
| IPF55245 x Maringá | média | 40,8 | 39,4 | 38,2 | 38,4 | 38,0 | 36,7 |
| | var | 13,7 | 14,6 | 10,1 | 18,8 | 12,7 | 13,2 |
| IPF55245 x IPF55243 | média | 40,5 | 39,3 | 39,7 | 39,1 | 39,3 | 38,1 |
| | var | 8,6 | 13,0 | 9,2 | 16,2 | 9,5 | 7,0 |
| IPF55243 x D8006 | média | 39,0 | 39,0 | 38,7 | 36,5 | 36,2 | - |
| | var | 6,1 | 17,7 | 7,3 | 21,9 | 19,2 | - |
| D8017 x IPF55243 | média | - | - | 41,3 | 41,3 | 37,3 | 37,7 |
| | var | - | - | 21,4 | 36,2 | 31,8 | 17,4 |
| IPF55245 x D8006 | média | 42,2 | 39,1 | 39,8 | 37,2 | 36,3 | - |
| | var | 6,4 | 19,9 | 17,6 | 22,0 | 10,1 | - |
| D8017 x IPF55245 | média | - | 44,1 | 40,4 | 41,1 | 41,4 | 41,1 |
| | var | - | 27,4 | 27,0 | 30,0 | 24,3 | 17,0 |

TABELA 4. Estimativas das variâncias fenotípica (VF), genética (VG), aditiva (VA) e de ambiente (VE) e herdabilidade no sentido amplo (h^2_a) e restrito (h^2_r) para o caráter índice de colheita, em nove cruzamentos envolvendo cinco genótipos de trigo de diferentes estaturas. Fac. de Agronomia/UFRGS. Porto Alegre, 1991.

| Cruzamento | VF | VG | VA | VE | h^2_a | h^2_r |
|--|-------|-------|-------|-------|---------|---------|
| - Intermediário x Alto IPF55243 x Maringá | 14,75 | 5,02 | 3,76 | 9,73 | 0,34 | 0,25 |
| - Baixo x Alto D8017 x Maringá | 43,16 | 30,42 | - | 12,74 | 0,70 | - |
| D8006 x Maringá | 20,52 | 13,48 | 10,45 | 7,04 | 0,66 | 0,51 |
| IPF55245 x Maringá | 18,84 | 6,65 | - | 12,19 | 0,35 | - |
| - Baixo x Intermediário IPF55245 x IPF55243 | 16,16 | 7,95 | - | 8,21 | 0,49 | - |
| IPF55243 x D8006 | 21,90 | 15,26 | 6,90 | 6,64 | 0,70 | 0,32 |
| D8017 x IPF55243 | 36,24 | 16,93 | - | 19,31 | 0,47 | - |
| - Baixo x Baixo IPF55245 x D8006 | 22,00 | 11,40 | - | 10,60 | 0,52 | - |
| D8017 x IPF55245 | 30,03 | 8,61 | 8,41 | 21,42 | 0,29 | 0,28 |

não ter sido obtido o retrocruzamento, ou porque a variância estimada não foi ajustada ao modelo de variâncias esperadas para cada geração. Das quatro estimativas de herdabilidade no sentido restrito (Tabela 4), o cruzamento D8006 x Maringá apresentou o maior valor, 0,51. A contribuição relativa da variância aditiva na variância genética foi superior a 50%, exceto para o cruzamento IPF55243 x D8006, em que a participação da variância aditiva foi menor. Os valores de herdabilidade para o índice de colheita estimados neste trabalho foram semelhantes aos obtidos por Rosielle & Frey (1975); Bhatt (1977); Sharma & Smith (1986). Nestes trabalhos, as estimativas foram obtidas através da análise da variância de linhagens fixas, ou através da técnica de herdabilidade, realizada em duas gerações sucessivas.

As estimativas de variância aditiva quanto ao índice de colheita, obtidas em quatro cruzamentos, revelaram importante participação na variância genética, o que sugere a possibilidade de se praticar a seleção, embora a herdabilidade seja baixa.

Modificações nos genes para estatura não se refletiram em grandes mudanças no índice de colheita (Tabela 2), e os cruzamentos envolvendo o genótipo IPF55243 e IPF55245, apresentaram menor variância genética e fenotípica que os demais cruzamentos (Tabela 4). As linhas quase-isogênicas, IPF55243, portadora do gene *Rht1*, e IPF55245, portadora dos genes *Rht1* e *Rht2*, não apresentaram diferenças entre si, mas foram superiores ao genótipo Maringá (Tabela 2). Como os genes de estatura foram introduzidos por retrocruzamentos, é provável que tenham sido conservados a maioria dos genes importantes para o índice de colheita, do genótipo recorrente Maringá. Também não foram observadas diferenças nos parâmetros genéticos, variâncias, herdabilidades e efeitos gênicos, quando comparados os diferentes grupos de cruzamentos envolvendo genótipos de diferentes estaturas de planta. Grandes diferenças em relação à variância genética quanto ao índice de colheita foram obtidas nos cruzamentos envolvendo o genótipo Maringá e os genótipos IPF55245 e D8017, portadores dos mesmos genes *Rht*, 1 e 2 (Tabela 4). O cruzamento D8017 x Maringá revelou estimativa superior para a variância genética em relação ao cruzamento IPF55245 x

Maringá, sendo que as estimativas da variância de ambiente foram similares nos dois cruzamentos, sugerindo que além dos genes *Rht* existem outros genes envolvidos na expressão do caráter índice de colheita.

As estimativas dos efeitos gênicos para o índice de colheita são apresentadas na Tabela 5. O modelo aditivo-dominante com três parâmetros mostrou-se adequado para explicar a variação genética no que diz respeito ao índice de colheita em quase todos os cruzamentos, independentemente da diferença de estatura dos genótipos parentais, sendo necessário a inclusão de um parâmetro referente à interação aditivo-dominante no cruzamento IPF55245 x D8006.

Com exceção do cruzamento D8017 x Maringá, em que os efeitos gênicos não foram significativos, os efeitos aditivos foram mais importantes na maioria dos cruzamentos, e os de dominância, especificamente nos cruzamentos com o genótipo D8006. Nos cruzamentos com o genótipo D8006, o efeito de dominância foi negativo no cruzamento D8006 x Maringá, e positivo nos demais cruzamentos. Os efeitos aditivos e a interação aditivo-dominante no cruzamento IPF55245 x D8006 foram de similar magnitude.

Nos cruzamentos D8017 x Maringá e D8006 x Maringá as estimativas de herdabilidade foram elevadas, sendo que no segundo, a variância aditiva correspondeu a mais de 50% da variância fenotípica; contudo, os efeitos de aditividade não foram significativos nos dois cruzamentos. Os efeitos de aditividade representam o somatório dos efeitos aditivos dos genes individuais, e como podem assumir valores positivos ou negativos, a estimativa dos efeitos de aditividade pode não ser significativa, mesmo quando cada um dos genes envolvidos, individualmente mostre acentuada aditividade, mas em sentidos opostos, cancelando mutuamente os seus efeitos (Mather & Jinks, 1982).

Já os efeitos de dominância somente foram significativos nos três cruzamentos envolvendo o genótipo D8006, o que caracteriza as diferenças genéticas entre os genótipos de baixo porte, inclusive em termos dos genes determinantes da baixa estatura, o que pode se evidenciado nas variâncias genéticas obtidas no cruzamento IPF55245 x D8006.

A grande influência do ambiente sobre o índice

TABELA 5. Efeitos gênicos e valores de probabilidade do teste de quiquadrado para o ajuste do modelo para três e seis parâmetros, para o caráter índice de colheita, em nove cruzamentos envolvendo cinco genótipos de trigo de diferentes estaturas. Fac. Agronomia/UFRGS. Porto Alegre, 1991.

| Cruzamento | m ¹ | d ² | h ³ | dxd ⁴ | dxh ⁵ | hxm ⁶ | P | GL |
|--|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|--------|----|
| - Intermediário x Alto IPF55243 x Maringá | 36,98 ± 0,31** | 0,82 ± 0,33* | 0,38 ± 0,63ns | - | - | - | 0,781 | 3 |
| - Baixo x alto D8017 x Maringá | 38,88 ± 1,67** | 2,48 ± 1,54ns | -1,74 ± 3,67ns | - | - | - | 0,267 | 1 |
| D8006 x Maringá | 38,25 ± 0,52** | 0,22 ± 0,54ns | -2,07 ± 0,86* | - | - | - | 0,612 | 2 |
| IPF55245 x Maringá | 38,75 ± 0,41** | 1,81 ± 0,42** | -0,47 ± 0,70ns | - | - | - | 0,767 | 3 |
| - Baixo x Intermediário IPF55245 x IPF55243 | 39,18 ± 0,31** | 0,98 ± 0,31** | 0,33 ± 0,56ns | - | - | - | 0,351 | 3 |
| IPF55243 x D8006 | 35,44 ± 0,54** | 3,47 ± 0,58** | 3,14 ± 0,78** | - | - | - | 0,087 | 2 |
| D8017 x IPF55243 | 42,49 ± 1,32 | 5,32 ± 1,39 | -2,29 ± 2,07 | - | - | - | 0,039* | 1 |
| - Baixo x Baixo IPF55245 x D8006 | 34,84 ± 0,81** | 7,36 ± 0,92** | 4,99 ± 1,32** | - | -8,99 ± 2,67** | - | 0,397 | 1 |
| D8017 x IPF55245 | 43,05 ± 0,94** | 2,38 ± 0,91* | -3,16 ± 1,66ns | - | - | - | 0,094 | 2 |

** Significância a 1% de probabilidade.

* Significância a 5% de probabilidade.

¹ Média.

² Aditividade.

³ Dominância.

⁴ Aditividade x aditividade.

⁵ Aditividade x dominância.

⁶ Dominância x dominância.

de colheita ressalta a dificuldade de se manipular geneticamente este caráter e de se praticar uma seleção eficiente. Associado à pequena praticidade na determinação do caráter em um grande número de plantas, está o fato de que as alterações morfofisiológicas resultantes da seleção, podem não estar diretamente relacionadas com o rendimento de grãos, que constitui, na maioria das vezes, o objetivo da seleção. Em função da complexidade dos processos que determinam o rendimento de grãos, a seleção direta para o rendimento de grãos em gerações avançadas tem se constituído um critério amplamente utilizado nos programas de melhoramento, e que se tem mostrado eficiente, sendo selecionados, nas gerações iniciais, caracteres de maior herdabilidade, como estatura e ciclo.

CONCLUSÕES

1. Os genótipos estudados demonstraram variabilidade genética para o caráter índice de colheita.
2. As estimativas das variâncias e de herdabili-

dade revelaram a possibilidade de se selecionar quanto ao índice de colheita, devendo, contudo, ser protelada a seleção para as gerações mais avançadas.

3. A introdução de genes para obtenção de reduzida estatura aumentou o índice de colheita nos genótipos parentais. Entretanto, os parâmetros genéticos estimados a partir dos cruzamentos, foram similares nos diferentes grupos de estatura.

REFERÊNCIAS

- ALLAN, R.E. Wheat. In: FEHR, W.R. (Ed.). **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987. v.2, p. 699-748.
- ALLARD, R.W. **Principles of plant breeding**. 3.ed. New York: John Wiley, 1960. 485p.
- AUSTIN, R.B.; BINGHAM, J.; BLACKWELL, R.D.; EVANS, L.T.; FORD, M.A.; MORGAN, C.L.; TAYLOR, M. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiologi-

- cal changes. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.94, p.675-689, 1980.
- BHATT, G.M. Response to two-way selection for harvest index in tow wheat (*Triticum aestivum* L.) crosses. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.28, p.29-36, 1977.
- BHATT, G.M. Variation of harvest index in several wheat crosses. **Euphytica**, Wageningen, v.25, p.41-50, 1976.
- DONALD, C.M. In search of yield. **Journal of Australian Institute of Agricultural Science**, East Melbourne, v.28, p.171-178, 1962.
- FANTINI, A.C. **Variabilidade genética e herança da estatura de planta em genótipos de trigo** (*Triticum aestivum* L.). Porto Alegre: UFRGS, 1990. 77p. Dissertação de Mestrado.
- FISCHER, R.A.; KERTESZ, Z. Harvest index in spaced populations and grain weight in microplots as indicators of yielding ability in spring wheat. **Crop Science**, Madison, v.16, p.55-59, 1976.
- GALE, M.D.; YOUSSEFIAN, S. Dwarfing genes in wheat. In: RUSSEL, G.E. (Ed.). **Progress in plant breeding**. London: Butterworths, 1985. p.1-35.
- LUPTON, F.G.H. Recent advances in cereal breeding. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.30, p.11-24, 1982.
- MATHER, K.; JINKS, J.L. **Biometrical genetics**. London: Chapman and Hall, 1982. 396p.
- NASS, H.G. Harvest index as a selection criterion for grain yield in two spring wheat crosses grown at two population densities. **Canadian Journal of Plant Science**, Ontario, v.60, p.1141-1146, 1980.
- RASMUSSEN, D.C.; GENGENBACH, B.G. Breeding for physiological traits. In: WOOD, D.R. (Ed.). **Crop breeding**. Madison: ASA, CSSA, 1983. p.231-254.
- ROSIELLE, A.A.; FREY, K.J. Estimates of selection parameters associated with harvest index in oat lines derived from a bulk population. **Euphytica**, Wageningen, v.24, p.121-131, 1975.
- SHARMA, R.C.; SMITH, E.L. Selection for high and low harvest index in three winter wheat populations. **Crop Science**, Madison, v.26, p.1147-1150, 1986.
- SRIVASTAVA, R.B.; YADAV, B.; SINGH, V.P. Gene system governing the migration coefficient in durum wheat. **Cereal Research Communications**, Szeged, v.13, p.39-45, 1985.
- SYME, I.R. Single-plant characters as a measure of field plot performance of wheat cultivars. **Australian Journal of Agricultural Research**, East Melbourne, v.23, p.753-760, 1972.