

EFEITO DE GENES DE NANISMO SOBRE ALGUNS CARACTERES AGRONÔMICOS E MORFOLÓGICOS DE *TRITICUM AESTIVUM* (L.) THELL.¹

ANA CHRISTINA ALBUQUERQUE ZANATTA² e DÊNIO OERLECKE³

RESUMO - Quatro linhas quase-isogênicas para estatura da cultivar IAC 5-Maringá, envolvendo os genes Rht1, Rht2, Rht1 + Rht2 e Rht8, bem como suas irmãs altas, foram semeadas, em condições de campo, em solo Latossolo Vermelho-Escuro distrófico. Foram determinadas e analisadas 23 características agronômicas e morfológicas neste material, verificando-se que os genes Rht1, Rht2 e Rht8 tiveram semelhante potência de redução da estatura da planta de trigo, sendo que os dois primeiros somaram seus efeitos sobre o caráter. Ao mesmo tempo Rht1, Rht2 e Rht8 não tenderam a afetar componentes do rendimento enfocados neste trabalho, a exceção do número de perfilhos, que pareceu estar associado à presença do gen Rht8. Por outro lado, observou-se, também, que estes três tenderam, diferentemente, a introduzir e/ou aumentar a desuniformidade para algumas características, ao mesmo tempo em que não pareceram afetar outras características morfológicas e agronômicas da planta de trigo.

Termos para indexação: trigo, genes Rht1, Rht2, Rht8, componentes do rendimento, características morfológicas.

EFFECT OF DWARFISM GENES ON SOME AGRONOMIC AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *TRITICUM AESTIVUM* (L.) THELL.

ABSTRACT - Four near-isogenic lines involving Rht1, Rht2, Rht1 + Rht2 and Rht8 dwarfing genes, with IAC 5-Maringá, a Brazilian wheat variety as the recurrent progenitor, as well as their tall sister lines, were grown under field conditions in Passo Fundo, RS, Brazil. Twenty-three agronomic and morphological characteristics were determined and analyzed. It was observed that Rht1, Rht2 and Rht8 had similar reduction effect on the plant height, as well as that Rht1 and Rht2 summed their effects on this characteristic. Rht1, Rht2 and Rht8 did not seem to affect the yield components evaluated, except the tillers number that increased when Rht8 was present in the genotype. It was also observed that these genes tended to introduce and/or to increase the desuniformity for some characteristics but, at the same time, they did not seem to affect other agronomic and morphological wheat traits.

Index terms: wheat, genes Rht1, Rht2, Rht8, yield components, morphological characteristics.

INTRODUÇÃO

O trabalho básico do melhoramento de plantas consiste em desenvolver cultivares que usem eficientemente os nutrientes do solo, a energia solar e outros fatores ambientais que

dêem uma maior produção econômica por área e que sejam adaptadas às necessidades dos agricultores e dos consumidores.

As tradicionais cultivares altas de trigo foram selecionadas, por muitos séculos, por sua habilidade de crescer rapidamente nos estádios iniciais de desenvolvimento para, assim, competir com as plantas invasoras e alcançar produções com o mínimo cuidado e sob condições de baixa fertilidade do solo. Quando modernos métodos de produção, como a adubação, são usados em genótipos altos, os resultados podem ser negativos: a aplicação de elevados ní-

¹ Aceito para publicação em 15 de janeiro de 1991

² Enga.-Agra., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT), Caixa Postal 569, CEP 99001 Passo Fundo, RS.

³ Em Curso de Agron., Fac. de Agron. da Univ. de Passo Fundo (UPF). Passo Fundo, RS. Bolsista do CNPq.

veis de fertilizantes, especialmente de N, faz com que essas cultivares tornem-se excessivamente altas e, conseqüentemente, acamem. O acamamento afeta a estrutura morfológica essencial para o eficiente uso dos carboidratos e sua translocação para o grão e, quanto mais cedo ocorre, maior é a perda em rendimento

Embora o Japão não seja um importante produtor de trigo, foi nesse país que começaram os trabalhos visando à criação de cultivares que respondessem eficientemente aos fertilizantes. Dalrymple (1969) aponta que, já em 1873, os agricultores japoneses cultivavam material semi-anão.

A cultivar japonesa Norin 10, criada em 1935, foi a primeira que apresentou combinações desejadas de pequeno porte de planta, resistência ao acamamento e boas características de espiga. Este germoplasma inclui, na sua origem, duas introduções dos Estados Unidos da América, Fultz e Turkey Red, e uma cultivar japonesa, Daruma (Reitz & Salmon 1968). Em 1946, S.C. Salmon, conselheiro agrícola do exército norte-americano no Japão, remeteu para os Estados Unidos da América sementes de Norin 10 e várias outras cultivares deste tipo. Em 1949, O.A. Vogel, pesquisador do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, efetuou uma série de cruzamentos incluindo Norin 10 x Brevor e Norin 10 x Baart. Intensivos esforços visando selecionar para autofertilidade resultaram nas seleções 14 e 17 deste cruzamento (Reitz & Salmon 1968). A primeira cultivar semi-anã desenvolvida por O.A. Vogel foi um trigo de inverno, Gaines, proveniente do cruzamento [(Norin 10 x Brevor) - 14 x (Orfed x Hybrid 50) - 3] x Baart. A seleção final foi feita em 1956, e o lançamento para cultivo ocorreu em 1961 (Vogel 1964).

O programa para desenvolver cultivares de trigo semi-anãs no México começou em 1954, por N.E. Borlaug. Este cruzou linhas Norin 10 x Brevor com trigos mexicanos de primavera. Das cruzas efetuadas em 1955, usando o germoplasma mexicano como genitor masculino, resultou um novo tipo de trigo, com alto potencial de produtividade. As progênies sele-

cionadas não somente receberam a estatura semi-anã das linhas Norin 10 x Brevor, mas também herdaram um grupo de genes que aumentou o número de flores férteis por espigeta e o número de perflhos por planta (Briggle & Vogel 1968).

Estudos vêm sendo efetuados no sentido de determinar quais são os genes que levam à redução da estatura do trigo, sua localização no cromossomo, seu efeito sobre a constituição das plantas e eventual expressão diferenciada.

Ao todo, atualmente, são conhecidos vinte genes diferentes que reduzem a estatura em trigo (Konzak 1987), os quais, de acordo com Gale & Law (1976), afetam o metabolismo da planta, com seus efeitos podendo ser observados no desenvolvimento da mesma.

O efeito de genes como Rht1, Rht2, Rht3 e Rht8, sobre inúmeras características e desenvolvimento da planta de trigo, vem sendo amplamente estudado por McNeal et al. (1972), Pepe & Heiner (1975), Law et al. (1978), Hoogendoorn & Gale (1988), Hoogendoorn et al. (1988), dentre outros. Com base nos resultados obtidos por esses autores, pode-se dizer que estes genes influenciam vários caracteres, atuando de forma positiva sobre alguns, e negativamente sobre outros.

Em uma série de experimentos conduzidos sob diferentes condições climáticas encontradas em regiões tritícolas de baixa latitude no mundo, Hoogendoorn et al. (1988) encontraram que as linhas quase-isogênicas portadoras dos genes Rht1 e/ou Rht2 ou Rht3 produzem 10 a 25% mais que suas irmãs altas. Já Gale et al. (1981b) apontam que a análise da geração F₃ de plantas tetraplóides semi-anãs, derivadas do cruzamento entre Norin 10 e *Triticum durum*, indica a existência de correlação positiva entre estatura e rendimento, bem como entre estatura e peso de sementes. Mas, para Deckard et al. (1977), os genes Rht1 e Rht2, derivados de Norin 10, não mostram efeito sobre a atividade da nitrato-redutase ou sobre a eficiência das plantas translocarem o N, não interferindo, portanto, no rendimento de grãos e no conteúdo de proteínas dos mesmos. Knott

(1986), por sua vez, encontrou que os genótipos semi-anões apresentam maior produtividade de que os altos, talvez devido a um maior número de grãos por espiga ou de espigas por m^2 , mas discorda de Deckard et al. (1977) quando estes concluem não haver associação entre semianismo e concentração de proteína no grão. Este autor observou que o teor de proteína e o valor de sedimentação dos grãos das linhas semi-anãs é significativamente inferior ao das altas.

Gale (1979) determinou que o gene *Rht2* afetaria positivamente o número de grãos/espiga, bem como o número de perfilhos/planta. Por outro lado, seria potencialmente desvantajoso em relação ao tamanho e concentração de proteína no grão. Também Gale & Law (1976) registram que o gene *Rht2* afetaria positivamente o rendimento de grãos em trigo, na medida em que aumentaria o número de grãos por espiga. Gale & Youssefian (1985) colocam que os genes *Rht1*, *Rht2* e *Rht3* realmente têm um efeito positivo sobre o número de grãos por espigas e o perfilhamento em trigo, mas negativo sobre o tamanho do grão.

Pelas observações registradas em seu trabalho, Gale et al. (1981a) apontam que o gene *Rht1* teria um menor efeito sobre o aumento na fertilidade das espiguetas que o *Rht2*, ao mesmo tempo em que também diminuiria, acentuadamente, o tamanho de grão, bem como levaria, a uma redução no nível de proteína do grão.

Uma vez que *Rht1* e *Rht2* são dois genes parcialmente recessivos, com ação aditiva e supressora sobre a estatura, e que diferem quanto à sua contribuição para o aumento do número de perfilhos e da fertilidade das espiguetas, Gale et al. (1981b) sugerem que seria vantajoso tê-los juntos em um programa de melhoramento visando obter cultivares semi-anãs com alta produtividade.

Por outro lado, Worland & Law (1985) referem, em seu trabalho com genótipos semi-anões de trigo, que a ocorrência de plantas mais altas em cultivares portadoras dos genes *Rht1* e *Rht2*, provenientes de Norin 10, tem causado problemas na certificação de sementes

na Inglaterra. A hipótese levantada pelos autores para tal fenômeno seria a de que este material apresentaria aneuploidia, principalmente monossômicos para os cromossomos onde tais genes estariam localizados. Mas, nem todas as cultivares onde *Rht1* e *Rht2* estão presentes mostram este problema. Possivelmente, colocam Worland & Law (1985), por apresentarem menor frequência de monossômicos para os cromossomos 4A e 4D onde estão localizados estes genes, e/ou neste germoplasma a monossomia teria menor efeito sobre a estatura.

Suárez & Favret (1986) também encontraram maiores índices de aneuploidia em cultivares de trigo semi-anãs (3-11%) que nas altas (0-1,7%), sugerindo ser esta a provável explicação para a alta variabilidade fenotípica encontrada em algumas cultivares de trigo.

Uma vez que o trigo comum é um hexaploide formado por três genomas homólogos ($2n = 42$; genomas A, B e D), as eventuais perdas cromossômicas são compensadas, e este material se manteria na população. No entanto, originaria plantas mais ou menos distintas do restante da população, dependendo do material envolvido na perda cromossômica.

Jensen (1965) cita o trabalho que Watanabe (1954) efetuou procurando estudar as anormalidades meióticas de Norin 10 relacionando-as ao aparecimento de plantas altas, e registra que, apesar de toda a purificação efetuada nos estoques de semente deste genótipo, plantas atípicas sempre surgiam, o mesmo ocorrendo com linhagens descendentes deste germoplasma, devido, também, a uma maior ocorrência de cruzamento natural.

O gene *Rht8*, localizado no cromossomo 2D (Konzak 1987), ao contrário dos genes *Rht1* e *Rht2*, é um promotor da estatura, mas com potência reduzida. A maioria das cultivares de trigo da Europa Ocidental não possui este gene, mas outros, bem mais potentes, em cada um dos três cromossomos do grupo 2. Monossômicos para tais cromossomos mostrariam estatura 20% menor que as plantas euplóides, trazendo, igualmente, problemas de desuniformidade varietal (Worland & Law 1985).

O sucesso das cultivares de porte baixo no sul do País trouxe a preocupação aos melhoristas, e também aos produtores de semente, sobre os riscos do aumento na frequência de tipos desviantes do padrão. Inúmeras cultivares de trigo já lançadas, ou mesmo o material em fase de experimentação vêm apresentando desuniformidade fenotípica em graus variáveis. Dentre os fatores que vêm sendo investigados para determinar a(s) causa(s) da ocorrência de plantas atípicas está a instabilidade cromossômica recorrente (Fernandes & Zanetini 1988). Moraes-Fernandes et al. (1985) discutem o papel dos genes de nanismo de Norin 10, presentes no germoplasma mexicano, sobre tal fenômeno, abordando, também, a relação entre a falta de uniformidade e a instabilidade cromossômica.

No presente trabalho, são comparadas linhas quase-isogênicas para estatura da cultivar IAC 5-Maringá, onde foram incorporados os genes Rht1, Rht2, Rht1 + Rht2 e o gen Rht8 (Hoogendoorn et al. 1988), em suas linhas irmãs altas, de forma a verificar o efeito da presença destes genes para redução da estatura sobre a fenologia e características morfológicas de trigo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em um Latossolo Vermelho Escuro distrófico, no Campo Experimental nº 1 do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Passo Fundo, RS, no ano de 1988. Nesta área, não foram cultivados trigo ou cevada por um período de dois anos, e a análise do solo, onde foi instalado o experimento, mostrou os seguintes resultados: pH em H₂O = 5,2, pH_{SMP} = 5,5, Al_{trocável} = 1,35 me/100 g de solo, Ca_{trocável} = 4,21 me/100 g de solo, Mg_{trocável} = 1,62 me/100 g de solo, P_{disponível} = 18,5 ppm, K_{disponível} = 70 ppm e M.O. = 3,8%. A adubação na base foi efetuada com 200 kg/ha da fórmula 5-25-25, sendo realizada, também, uma adubação de N em cobertura, na forma da uréia, aos 40 dias após a emergência, de 40 kg N/ha.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com duas repetições, utilizando-se diferentes linhas quase-isogênicas da cultivar de trigo IAC 5-Maringá, criadas pela pesquisadora. J. Hoogendoorn, a qual incorporou os genes de nanismo Rht1, Rht2, Rht1 + Rht2 e Rht8, sendo que este último através de substituição do cromossomo 2D da cultivar Mara (Hoogendoorn et al. 1988). A semente de cada repetição proveio de uma única espiga, resultado de multiplicação feita em baldes sob condições de telado do CNPT, no verão de 1987/1988.

Os tratamentos ficaram assim designados:

1. MGA (Rht1) - Maringá com o gene Rht1; 2. TMGA (rht1) - linha irmã, alta, de MGA (Rht1); 3. MGA (Rht2) - Maringá com o gene Rht2; 4. TMGA (rht2) - linha irmã, alta, de MGA (Rht2); 5. MGA (Rht1, Rht2) - Maringá com os genes Rht1 e Rht2; 6. TMGA (rht1, rht2) - linha irmã, alta, de MGA (Rht1, Rht2); 7. MGA (SRht8) - linha de substituição de Maringá com o cromossomo 2D da cultivar Mara, portadora do gene Rht8; 8. TMGA (srht8) - linha irmã, alta, de MGA (SRht8); 9. IAC 5-Maringá - testemunha.

O plantio de espigas por linha foi realizado manualmente, grão a grão, em 17 de junho de 1988, em linhas de 1,30 m para cada repetição e em sulcos com espaços de 0,25 m entre si, com 20 plantas, em média, por linha. As plantas foram mantidas livres de doenças através da aplicação dos fungicidas propiconazole e Carbendazin.

No decorrer do desenvolvimento das plantas, observaram-se as seguintes características, no campo e por planta: número de perfilhos, hábito de crescimento, coloração de aurícula, data de espigamento, número de espigas e data de maturação.

Realizou-se a colheita em 8 de novembro de 1988, e em seguida fez-se a análise da espiga e do colmo principal de cada planta, determinando-se as seguintes características: cor e forma da espiga; índice de fertilidade (o qual se obtém através da divisão do número total de grãos nas flores primárias pelo número total de flores primárias/espiga), comprimento, densidade e esterilidade basal das espigas (a qual é determinada pela divisão do número de espiguetas estéreis, ou não formadas, pelo comprimento do ráquis da espiga); número de grãos e número de espiguetas total por espiga; número de grãos por espigueta; forma do ombro, forma da quilha, comprimento do dente; comprimento e largura de gluma superior da sétima espigueta fértil; forma do nó superior, diâmetro do colmo e espessura da parede do colmo principal (1º e 3º nó).

Dentro de algumas características possíveis, foi feita a sua classificação de acordo com os valores obtidos, apresentando-os em percentagem de ocorrência. No caso da densidade, respeitando o comprimento do ráquis das dez espiguetas centrais, as espigas foram classificadas em: laxa (> 49 mm), semilaxa (45 a 49 mm), senidensa (40 a 44 mm) e densa (< 40 mm); ainda com relação à densidade, a mesma foi determinada também através da fórmula Densidade de Espiga = $\frac{e \times 10}{g}$, onde: e = n° de espiguetas/

espiga e g = comprimento do ráquis da espiga (mm). Quanto ao comprimento, as espigas foram classificadas em longas (ráquis > 95 mm), semilongas (≥ 85 e < 95 mm), semicurtas (≥ 75 e < 85 mm) e curtas (< 75 mm). Quanto à forma, classificou-se o ombro em oblíquo, arredondado, reto, falante ou elevado; a quilha, em reta, curva ou inflexionada. O dente foi classificado de acordo com o seu comprimento, tomado desde a base do ombro, em curto (< 1 e ≤ 2 mm), semicurto (> 2 e ≤ 5 mm), semilongo (> 5 e ≤ 9 mm) ou longo (< 9 mm). Para o comprimento da gluma, medida com paquímetro desde a base até o ombro, utilizou-se a classificação: curta (< 7 mm), média (≥ 7 e < 9 mm), longa (≥ 9 e < 11 mm) e muito longa (≥ 11 mm). Segundo a sua forma, o nó superior foi classificado como quadrado (diferença entre largura e altura do nó, menor que 0,5 mm), comprido (diferença igual ou maior que 0,5 mm para a altura), largo diferença igual ou maior que 0,5 mm para a largura). Para o diâmetro do colmo principal, na altura do primeiro e do terceiro nó, utilizou-se a classificação fino (< 4 mm), semigrosso (≥ 4 e $\leq 4,7$ mm) e grosso ($> 4,7$ mm), de acordo com os valores obtidos através de um calibre para obter esta medida. Finalmente, quanto à espessura da parede, tomada visualmente, na altura do 1º e do 3º nó, classificou-se o colmo em delgado, semigrosso ou espesso (Scheeren 1983).

Os dados de índice de fertilidade, densidade de espiga, comprimento das dez espiguetas centrais, esterilidade basal, número de grãos por espiga, número de grãos por espiguetas, número de espiguetas, comprimento do ráquis da espiga, comprimento do dente, comprimento da gluma, diâmetro do colmo (1º e 3º nó), número de perfilhos, número de espigas, estatura, dias ao espigamento e dias à maturação, foram analisados, estatisticamente, pelo Teste de F a 5%, e as diferenças entre as médias foram determinadas através do teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. Para o cálculo das médias, foram adotados os valores da espiga principal de 15 plantas

centrais por repetição, de modo a se minimizar o efeito de bordadura.

Estatisticamente, foram analisadas 16 destas características: índice de fertilidade, densidade, comprimento das dez espiguetas centrais, esterilidade basal, número de grãos por espiguetas, comprimento da espiga, comprimento do dente, comprimento da gluma, largura da gluma, diâmetro do colmo (1º e 3º nó), número de perfilhos, número de espigas por planta, estatura, espigamento, maturação e número de espiguetas por espiga.

Para efeito de análise, os dados envolvendo contagem e percentagem foram transformados por raiz quadrada e arco-seno da raiz quadrada, respectivamente. Os demais dados, onde não se efetuou análise estatística, mas calcularam-se as médias, as mesmas foram obtidas tomando em conta todas as espigas colhidas na repetição, número que variou entre 15 e 29.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parte I - Dados analisados estatisticamente

Índice de fertilidade

Com relação ao índice de fertilidade (IF), observa-se, na Tabela 1, que as médias foram relativamente baixas (em torno de 73%) não havendo diferença significativa entre elas. Em todos os tratamentos, houve variação no IF por planta, aparecendo algumas com cerca de 90% e outras com, aproximadamente, 30% em uma mesma linha quase-isogênica (MGA Rht1). O tratamento que menos variou foi TMGA (rht1, rht2), no qual o maior índice encontrado ficou em 90,00% e o menor em 53,33%. Observa-se, pelos dados da Tabela 1, a tendência de a presença de genes de nanismo afetar a amplitude de variação verificada neste caráter. Quando se toma a média das diferenças entre a planta com maior e menor IF dentro de cada linha quase-isogênica portadora do gene do nanismo, verifica-se que esta é maior (49,46) que a de suas irmãs altas (36,94).

Esterilidade basal

A respeito da característica esterilidade basal, o que fica determinado, na Tabela 1, é que

TABELA 1. Índice de fertilidade (IF), esterilidade basal (EB), número de grãos por espiga (G/E), número de grãos por espiguetas (G/Et) e número de espiguetas por espiga (E/E) de linhas quase-isogênicas para estatura da cultivar IAC 5-Maringá. CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS, 1988.

Tratamento	IF (%) ¹		EB (%) ²		G/E ³		G/Et ⁴		E/E ⁵						
	> Valor	< Valor	> Valor	< Valor	> Valor	< Valor	> Valor	< Valor	> Valor	< Valor					
MGA (Rht1)	70,00	90,48	30,45	22,68	44,44	9,52	35,27	53	32	1,83	2,65	0,61	19,24	21	15
TMGA (rht1)	71,50	83,33	52,78	21,76	33,33	10,00	31,94	53	27	1,73	2,65	1,05	18,165	20	16
MGA (Rht2)	72,02	88,89	46,87	21,56	35,29	5,55	32,73	52	15	1,805	2,89	0,88	18,03	20	16
TMGA (rht2)	72,58	80,55	36,84	22,54	42,10	10,00	34,03	47	19	2,195	2,50	0,74	18,70	21	17
MGA (Rht1, Rht2)	72,41	86,84	34,38	15,99	33,33	10,00	34,37	44	23	1,835	2,50	0,50	18,43	20	16
TMGA (rht1, rht2)	74,83	90,00	53,33	20,51	40,00	4,76	36,54	48	21	1,895	2,70	1,07	19,165	22	15
MGA (SRht8)	74,17	90,48	47,06	18,89	29,41	9,52	37,99	54	27	1,93	2,70	1,00	19,595	21	16
TMGA (srht8)	70,94	89,47	52,63	21,21	31,58	5,00	31,70	60	28	1,74	3,00	1,10	18,93	20	17
IAC 5-Maringá (Test.)	69,68	89,47	15,63	22,74	36,84	10,53	32,10	56	5	1,74	2,95	0,31	18,995	21	16

1 Coeficiente de variação = 3,66% Prob. F = 0,3120

2 Coeficiente de variação = 5,33% Prob. F = 0,1031

3 Coeficiente de variação = 1,30% Prob. F = 0,3781

4 Coeficiente de variação = 0,13% Prob. F = 0,3180

5 Coeficiente de variação = 3,72% Prob. F = 0,5068

não houve diferença significativa entre os tratamentos, não havendo, portanto, efeito dos genes de nanismo Rht1, Rht2 e Rht8 sobre o caráter.

Apesar de não haver diferença significativa, o tratamento que mostrou menor índice de esterilidade basal foi MGA (Rht1, Rht2), com 15,99% comparados aos 22,73% da testemunha, um dos maiores determinados neste trabalho.

Dentro de cada tratamento, nota-se grande variação entre as plantas, no que diz respeito à esterilidade basal, como em MGA (Rht1), onde esta variou de 44,44%, numa planta que não se desenvolveu normalmente, a 9,52%. A menor variação foi observada em MGA (Rht8), a qual ficou entre 29,41% e 9,52%. Apesar de a variação dentro dos tratamentos ser alta, o que se nota é que esta ocorreu em todos, não se observando efeito dos genes de nanismo sobre o nível de variação entre as plantas de cada tratamento.

Número de grãos por espiga

Número de grãos por espiga não apresentou diferença significativa entre os tratamentos e, onde esta ocorreu, foi a um nível mínimo (Tabela 1). Borojevic (1968) também não encontrou diferenças significativas no número de grãos por espiga de plantas altas, semi-anãs ou anãs. No entanto, Gale (1979) aponta que o gene Rht2 afetaria positivamente este caráter. Já Coppola (1975), quando comparou um genótipo de trigo alto, um médio, um semi-anão e outro anão, observou que todos apresentaram valores semelhantes de grãos por espiga, a exceção do mais alto. Por outro lado, Hoogendoorn et al. (1988), utilizando as mesmas linhas quase-isogênicas empregadas no presente trabalho, não encontraram diferença quanto ao número de grãos por espiga entre genótipos baixos e altos, cultivados em El Batán, México.

Em relação à variação no número de grãos por espiga dentro das linhas quase-isogênicas, observa-se que esta foi maior na testemunha, certamente devido ao desenvolvimento anor-

mal de uma das plantas. Nos demais tratamentos, a variação observada foi de amplitude semelhante, sendo, inclusive, um pouco menor a média das diferenças entre a planta com maior e menor número de grãos por espiga verificada para as linhas quase-isogênicas portadoras do gene de nanismo (26,25%) que para as suas linhas irmãs altas (28,35%).

Número de grãos por espiguetas

As médias encontradas para o número de grãos por espiguetas, nas espigas dos tratamentos avaliados, foram semelhantes, não se verificando diferenças significativas entre elas (Tabela 1). Os dados obtidos sugerem que a presença dos genes de nanismo Rht1, Rht2 e Rht8 não afetam, também, este caráter, apesar de mostrarem uma pequena tendência de conferirem maior amplitude de variação dentro de cada tratamento considerado. A média das diferenças entre a planta com maior e a com menor número médio de grãos por espiguetas foi pouco maior (1,94) nas linhas baixas que nas altas (1,76). No entanto, Gale et al. (1981a) apontam que Rht2 afetaria positivamente a fertilidade das espiguetas.

Número de espiguetas por espiga

Com relação ao número de espiguetas por espiga, registrado na Tabela 1, não houve diferença significativa entre os tratamentos, e, mesmo quando se observa a variação dentro das linhas, nota-se que esta foi muito semelhante em todos eles.

Estes dados concordam com os encontrados por Gale (1979). Segundo o autor, o número de espiguetas/espiga não está associado com genes de seminanismo. Da mesma forma, Coppola (1975), comparando quatro cultivares de trigo que diferiram pela altura, também não encontrou diferença significativa entre os tratamentos, para este caráter.

Densidade de espiga e comprimento das dez espiguetas centrais

Com relação à densidade de espiga, verificou-se, na Tabela 2, que o tratamento MGA

TABELA 2. Densidade da espiga e comprimento das dez espiguetas centrais (CEC) de linhas quase-isogênicas para a estatura da cultivar de trigo IAC 5-Maringá. CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS, 1988.

Tratamento	Densidade ¹		CEC (mm) ²		Classificação (%)			
	> Valor	< Valor	> Valor	< Valor	Laxa	Semilaxa	Semidensa	Densa
MGA (Rht1)	2,61 bcd*	3,67	42,97	33	7,69	38,46	38,46	15,39
TMGA (rht1)	2,51 cd	2,86	43,7	39	5,56	41,67	44,44	8,33
MGA (Rht2)	2,75 ab	3,6	41,17	34	-	11,54	71,15	17,31
TMGA (rht2)	2,63 bcd	3,03	42,63	37	-	29,17	60,42	10,41
MGA (Rht1, Rht2)	2,60 cd	3,01	42,57	48	-	19,51	68,29	12,20
TMGA (rht1, rht2)	2,485 d	3,0	44,5	36	8,82	47,06	41,18	2,94
MGA (SRht8)	2,79 a	3,11	40,8	36	-	6,25	65,63	28,12
TMGA (srht8)	2,65 abc	3,06	42	36	-	37,50	50,00	12,50
IAC 5-Maringá (Test.)	2,605 bcd	4,57	41,6	20	4,54	31,82	36,36	27,28

* Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Duncan.

¹ Coeficiente de variação = 2,48%;

² Coeficiente de variação = 2,61%;

F = 4,5571;

F = 2,3108;

Prob. F = 0,1170.

(SRht8), em que IAC 5-Maringá aparece com o cromossomo 2D substituído pelo 2D da cultivar Mara, portadora do gene Rht8, foi o que apresentou maior densidade de espiga, mas não diferindo dos valores encontrados para sua linha irmã alta, bem como para a linha portadora do gene Rht2.

De modo geral, observa-se, na Tabela 2, que a presença de um determinado gene de nanismo em uma linha não afetou este caráter, se for comparada com sua irmã alta. Utilizando este mesmo material em seu trabalho, Hoogendoorn et al. (1988) também não verificaram diferenças significativas na densidade de espiga entre as linhas altas e as baixas.

Por outro lado, quando se toma a média da diferença entre os valores determinados para a planta com maior e menor densidade em cada linha quase-isogênica portadora de gene de nanismo, verifica-se que esta tende a ser menor (1,025) que a de suas irmãs altas (1,1025).

Quanto ao comprimento das dez espiguetas centrais, também indicativo da densidade da espiga, observa-se, na Tabela 2, que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos. Novamente, não houve efeito de gene de nanismo sobre o caráter. Em seu trabalho, Paquet (1968) encontrou que, realmente, o comprimento médio dos internódios do

ráquis (determinante da densidade da espiga) é independente da estatura da planta.

Quando se classificaram as espigas com base no comprimento das dez espiguetas centrais, tomando-se as médias obtidas para cada tratamento, verificou-se que, independente da presença ou ausência de qualquer gene de nanismo, as espigas são semidensas. Mas, dentro de cada tratamento, ocorreu uma grande variação nos tipos de espiga: a classificação variou de laxa, semilaxa e semidensa até densa, sendo que a classificação semidensa foi a que apareceu com maior frequência, à exceção da linha TMGA (rht1, rht2), onde a classificação que ocorreu em maior proporção foi a semilaxa (47,06%). Verifica-se, também, que MGA (Rht1), MGA (Rht1, Rht2) e MGA (SRht8) mostraram menor variação com relação a este caráter, apresentando de 71,15% a 65,63% das espigas classificadas como semidensas. Mas, pelos dados obtidos, não é possível sugerir qualquer efeito dos gens de nanismo sobre uma maior ou menor variação entre as plantas.

Comprimento da espiga

Esta característica não apresentou diferença significativa entre as médias dos tratamentos enfocados neste trabalho (Tabela 3), permanecendo na casa dos 70 mm. Da mesma forma,

TABELA 3. Comprimento da espiga de linhas quase-isogênicas para estatura da cultivar de trigo IAC 5-Maringá. CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS, 1988.

Tratamento	Comprimento da espiga ¹ mm	> Comp. mm	< Comp. mm	Classificação %		
				Semilonga	Semicurta	Curta
MGA (Rht1)	74,465	93	49	15,38	46,15	38,47
TMGA (rht1)	72,57	93	63	8,33	41,67	50,00
MGA (Rht2)	66,265	81	50	-	15,38	84,62
TMGA (rht2)	79,535	88	56	6,25	27,08	66,67
MGA (Rht1, Rht2)	71,165	84	55	-	29,27	70,73
TMGA (rht1, rht2)	77,665	92	50	17,65	50,00	32,35
MGA (SRht8)	70,40	85	59	3,12	34,38	62,50
TMGA (srht8)	71,785	92	59	4,17	56,25	39,58
IAC 5-Maringá (Test.)	71,30	92	35	17,05	26,13	56,82

¹ Coeficiente de variação = 4,62%; F = 1,7036; Prob. F = 0,2214

Borojevic (1968), Paquet (1968) e Gale (1979) detectaram serem independentes a estatura e o comprimento da espiga de trigo.

Analisando os dados apresentados na Tabela 3, observa-se que houve uma variação no comprimento da espiga dentro de cada tratamento, mas esta foi de amplitude semelhante em praticamente todos eles, não sugerindo haver efeito da presença de gene de nanismo sobre este fenômeno.

Dependendo do seu comprimento, as espigas podem ser classificadas em diferentes tipos (Scheeren 1983). Na Tabela 3, verifica-se um pouco de variação entre os tratamentos neste sentido, sendo que MGA (Rht1), TMGA (rht1) e TMGA (srht8) apresentaram maior percentagem de ocorrência de espiga semicurta, enquanto que, em todos os demais, o tipo predominante foi a espiga curta.

Comprimento do dente das glumas

Observa-se, na Tabela 4, que houve diferença significativa entre alguns tratamentos em relação ao comprimento do dente das glumas. Porém, tomando-se a classificação em tipo de dente, de acordo com o seu tamanho (Scheeren 1983), verifica-se que não houve diferença, pois, em todos os tratamentos, os valores médios encontrados enquadraram o dente como semicurto, tamanho característico da cultivar IAC 5-Maringá.

Considerando os valores absolutos encontrados para este caráter, tem-se que o tratamento MGA (SRht8) diferiu de todos os demais, apresentando o menor comprimento de dente. Por outro lado, observa-se, também, que a presença dos genes Rht1 ou Rht2 tenderiam a aumentar o comprimento do dente, sendo maior seu efeito sobre o caráter quando incorporados conjuntamente.

Quanto à variação observada dentro de cada tratamento para comprimento do dente, observa-se, na Tabela 4, que esta característica, de modo geral, tende a variar mais nas linhas quase-isogênicas baixas, principalmente se for considerada a percentagem de ocorrência dos diferentes tipos. Tomando a média das dife-

TABELA 4. Largura da gluma (LG), comprimento da gluma (CG) e do dente (CD) de linhas quase-isogênicas para estatura da cultivar de trigo IAC 5-Maringá. CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS, 1988.

Tratamento	LG (mm) ¹			CG (mm) ²			CD (mm) ³		
	> Valor	< Valor	Classificação (%)	> Valor	< Valor	Classificação (%)	> Valor	< Valor	Classificação (%)
	Curta	Média	Longa	Curta	Média	Longa	Curta	Semicurta	Semilonga
MGA (Rht1)	3,785	4,7	3,15	6,8	8,95	8,11 b*	2,56	97,44	-
TMGA (rht1)	3,685	4,6	3,4	7,2	8,95	7,885 bcd	-	100	-
MGA (Rht2)	3,815	4,9	2,1	6,9	8,95	7,91 bcd	2,08	97,92	-
TMGA (rht2)	3,88	4,7	3,5	6,6	8,3	7,62 d	2,17	97,83	-
MGA (Rht1, Rht2)	3,76	4,7	2,7	7,3	9,85	8,455 a	-	89,74	10,26
TMGA (rht1, rht2)	3,94	4,9	3,1	7,2	8,8	7,97 bc	-	100	-
MGA (SRht8)	3,80	4,8	3,0	7,1	8,9	7,55 cd	-	100	-
TMGA (srht8)	3,445	4,4	3,1	7,1	8,7	7,85 bcd	-	100	-
IAC 5-Maringá (Test.)	3,815	4,8	2,8	6,0	8,6	7,685 cd	6,98	93,02	-

* Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% no teste de Duncan.

¹ Coeficiente de variação = 6,19%; F = 0,7309; Prob. F = 0,3525; ² Coeficiente de variação = 1,85%; F = 5,9967; Prob. F = 0,0079; ³ Coeficiente de variação = 4,75%; F = 44,5325; Prob. F = 0,0000.

renças entre a planta com maior e menor comprimento de dente, verifica-se que esta, mais uma vez, é maior (3,2) nas linhas portadoras de genes de nanismo que nas suas irmãs altas (2,4).

Comprimento da gluma

Em valores absolutos, o maior comprimento de gluma foi obtido quando, na cultivar IAC 5-Maringá, se apresentavam os genes Rht1 e Rht2, sendo apenas neste caso que a presença de gene de nanismo afetou o caráter em questão (Tabela 4).

Ao considerar-se que o comprimento da gluma é estreitamente relacionado com o tamanho do grão, tal fato contradiria os dados da literatura que mostram o efeito negativo da incorporação dos genes de nanismo de Norin 10 sobre o tamanho do grão (Knott 1986). Porém, Paquet (1968) afirma que México 50 e México 51, apesar de baixas, são duas cultivares que apresentam grãos bastante grandes. Por outro lado, observa-se, na Tabela 4, uma tendência das linhas quase-isogênicas baixas, portadoras dos genes Rht1 e Rht2, isoladamente, apresentarem maior comprimento de gluma que suas irmãs altas, o que só se manifestou de forma significativa quando estes dois genes foram incorporados conjuntamente. Já em relação a Rht8, não se verifica tal fato.

Em todos os tratamentos, os valores médios encontrados permitiram classificar as glumas como de comprimento médio, mas, como nas outras características já apontadas, houve variação dentro dos tratamentos quando o gene envolvido era outro que não o Rht8. Todavia, pode-se sugerir que a presença do gene Rht1 e do gene Rht1 juntamente com Rht2, levaria a uma maior desuniformidade de comprimento de gluma. Realmente, a média das diferenças entre a planta com o maior e a com o menor comprimento de gluma das linhas quase-isogênicas portadoras de Rht1 e Rht1 + Rht2 tende a ser maior (2,35) que a média determinada para aquelas portadoras de Rht2 e Rht8 (1,925). Da mesma maneira, uma vez que se determinou tenderem estes valores a serem

maiores nas linhas quase-isogênicas baixas (2,14) que nas suas irmãs altas (1,66), esta maior amplitude na variação do caráter parece estar relacionada com a presença, em si, de genes de nanismo na estrutura gênica da cultivar.

Largura da gluma

Os valores obtidos para largura da gluma não diferiram de um para outro tratamento, não mostrando um efeito de gene de nanismo sobre o caráter (Tabela 4). Também para esta característica, houve variação entre as glumas de uma mesma linha isogênica, sendo que se pode perceber, pelos dados registrados na Tabela 4, que a amplitude desta variação foi, de modo geral, maior nas linhas baixas. A média das diferenças entre a planta com a maior e com a menor largura de gluma foi, novamente, superior nestas (2,04) que em suas irmãs baixas (1,38).

Diâmetro do colmo - Primeiro e terceiro nó

Com relação ao diâmetro do colmo (1º e 3º nó), não se observou diferença significativa entre as médias dos tratamentos, sendo que 100% das mesmas classifica o colmo do material como fino. Ao mesmo tempo, em valores absolutos, não se percebe haver uma tendência clara da amplitude de variação no diâmetro do colmo ser maior nas linhas quase-isogênicas baixas que nas altas reconstituídas (Tabela 5).

Número de perfilhos

Pelos valores apresentados para número de perfilhos, na Tabela 6, observa-se que não houve efeito da presença ou ausência de gene de nanismo sobre este caráter, à exceção do Rht8: na linha MGA (SRht8), o número de perfilhos foi maior que em sua irmã alta. A literatura a respeito aponta que o perfilhamento é um importante fator de produtividade em trigos semi-anões portadores dos genes Rht1 e/ou Rht2 (Paquet 1968, Kulshrestha & Jain 1979, Gale 1979, Gale et al. 1981a, b). Hoogendoorn et al. (1988), em trabalho realizado com estas mesmas linhas quase-isogênicas,

afirmam que, devido, principalmente, ao maior número de perfilhos, MGA (Rht1, Rht2) superou MGA (Rht1) ou MGA (Rht2) em rendimento, os quais, por sua vez, foram superiores às linhas altas reconstituídas correspondentes. Os autores referem que a substituição cromossômica envolvendo Rht8 não teve efeito direto sobre o rendimento do material.

Número de espigas por planta

Com relação ao número médio de espigas por planta, não se observou diferença significativa entre as médias dos tratamentos (Tabela 6), sugerindo não haver efeito do gene de nanismo sobre o caráter. Porém, verifica-se, na Tabela 6, que, em alguns tratamentos TMGA (rht1), MGA (Rht2), TMGA (rht2) e MGA (Rht1, Rht2), a média do número de espigas por planta foi maior que a média do número de perfilhos por planta. Isto se deve, provavelmente, à estiagem ocorrida durante o início do desenvolvimento das plantas, seguida de período chuvoso, o que provocou um novo perfilhamento. Desta forma, não foi possível avaliar o efeito de genes de nanismo sobre um dos componentes do rendimento de tri-

go que é a frequência de perfilhos viáveis, ou seja, aqueles que emitem espiga. A este respeito, Kulshrestha & Jain (1979) apontam que o número de perfilhos viáveis/m² mostra correlação positiva com a produção de grãos em genótipos semi-anões, portadores dos genes de Norin 10.

Estatura

As linhas quase-isogênicas mostraram diferenças significativas para estatura (Tabela 6), sendo que os tratamentos que apresentaram maior estatura, não diferindo entre si, foram aqueles que não possuíam quaisquer dos genes de nanismo enfocados neste trabalho: Testemunha, TMGA (rht1), TMGA (rht2), TMGA (rht1, rht2) e TMGA (srht8). Os tratamentos MGA (Rht1), MGA (Rht2) e MGA (Rht8) não diferiram entre si, mas diferiram dos cinco anteriores e de MGA (Rht1, Rht2), o qual apresentou a menor estatura de planta.

Com base nos dados apresentados na Tabela 6, verifica-se que os genes Rht1, Rht2 e Rht8 têm o mesmo efeito sobre a estatura da planta de trigo, reduzindo-a em semelhante intensidade, independente do fato de os dois

TABELA 5. Diâmetro do colmo (1^o e 3^o nó) de linhas quase-isogênicas para estatura da cultivar de trigo IAC 5-Maringá. CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS, 1988.

Tratamento	Diâmetro do colmo - 1 ^o nó ¹		Diâmetro do colmo - 3 ^o nó ²	
	(mm)		(mm)	
	> Valor	< Valor	> Valor	< Valor
MGA (Rht1)	3,15	3,8	2,1	2,85
TMGA (rht1)	2,925	4,2	2,5	3,05
MGA (Rht2)	3,31	3,6	2,4	3,36
TMGA (rht2)	3,135	3,6	2,4	3,16
MGA (Rht1, Rht2)	2,995	3,4	2,5	2,815
TMGA (rht1, rht2)	3,045	4,1	2,0	3,02
MGA (SRht8)	2,95	4,3	2,3	2,91
TMGA (srht8)	3,065	3,6	2,4	2,86
IAC 5-Maringá (Test.)	3,11	3,9	2,0	3,005

¹ Coeficiente de variação = 5,41%

F = 1,0029 Prob. F = 0,4931

² Coeficiente de variação = 5,22%

F = 2,4673 Prob. F = 0,1003

TABELA 6. Número de perfilhos (NP) e de espigas por planta (E/P), estatura, dias ao espigamento e à maturação e hábito de crescimento (HC) de linhas quase isogênicas para estatura da cultivar de trigo IAC 5-Maringá. CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS, 1988.

Tratamento	NP ¹		E/P ²		Estatura (cm) ³		Dias espig. ⁴		Dias matur. ⁵		HC (%)	
	>	<	>	<	>	<	>	<	>	<	Ereto	Semi-ereto
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
MGA (Rht1)	7	1	3,54	74,275 b*	30	54,39	88	108,2 a*	110	108	94,87	5,13
TMGA (rht1)	12	3	4,945	85,335 a	70	53,845	61	108,235 a	109	108	100	-
MGA (Rht2)	8	1	5,39	74,315 b	55	54,225	67	108,205 a	110	106	100	-
TMGA (rht2)	10	2	5,23	85,495 a	97	54,69	81	206 b	106	108	100	-
MGA (Rht1, Rht2)	9	2	5,09	54,16 c	35	56,28	62	105,5 b	106	105	4,54	95,46
TMGA (rht1, rht2)	6	1	4,30	84,435 a	93	52,78	67	108 a	108	108	96,67	3,33
MGA (SRht8)	9	1	3,275	77,995 b	89	55,915	59	104 c	104	104	97,06	2,94
TMGA (srht8)	8	2	3,295	87,265 a	95	55,385	64	107,5 a	108	107	100	-
IAC 5-Maringá (Test.)	12	2	4,73	84,305 a	40	55,08	89	108 a	110	108	100	-

* Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% pelo Teste de Duncan.

¹ Coeficiente de variação = 0,25% Prob. F = 0,0228

² Coeficiente de variação = 0,42% Prob. F = 0,4749

³ Coeficiente de variação = 3,53% Prob. F = 0,0001

⁴ Coeficiente de variação = 0,33% Prob. F = 0,1340

⁵ Coeficiente de variação = 0,09 Prob. F = 0,0001

primeiros serem supressores e do último ser promotor da estatura. Rht1 e Rht2 são genes parcialmente recessivos e independentes, que atuam de forma aditiva (Gale et al. 1981a). Desta forma, a linha quase-isogênica MGA (Rht1, Rht2) foi a que mostrou a menor estatura de planta, uma vez que em sua constituição gênica estão presentes estes dois genes redutores da estatura.

Como em outras características, também para estatura houve variação dentro de cada linha, sendo que, em algumas, as plantas variaram até 52 cm. No entanto, tomando-se a diferença entre a planta com a maior e a com a menor estatura, dentro de cada linha quase-isogênica portadora ou não de gene de nanismo, e fazendo-se a média, tem-se que a amplitude de variação para este caráter é maior nas baixas (34,75 cm) que nas altas reconstituídas (28 cm). Esta maior amplitude de variação, verificada nas linhas baixas, vem de encontro ao registrado na literatura sobre o problema da incidência de plantas altas em cultivares semi-anãs (Worland & Law 1985). Tanto no Brasil (Fernandez & Zanettini 1988) quanto na Argentina (Informe de Comisión, Sec. de Estado de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA, Dep. de Genética. 1p. 1988), este é um problema que vem preocupando melhoristas, citogeneticistas e produtores de sementes.

Espigamento

As médias, apresentadas na Tabela 6, mostram que, de modo geral, o espigamento do material ocorreu por volta dos 54 dias, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos. Com relação à variação no número de dias até o espigamento de cada planta, observa-se que, ao contrário do sugerido para a estatura das plantas, parece não haver um efeito da presença de genes de nanismo sobre o aparecimento de plantas com diferenças quanto ao ciclo até o espigamento.

Maturação

De acordo com os dados apresentados na Tabela 6, MGA (SRht8) foi a linha mais pre-

coce dentre todas as avaliadas, diferenciando-se, significativamente, das demais com relação a este caráter.

Tomando-se os valores absolutos encontrados, verifica-se que a diferença entre MGA (SRht8), linha considerada mais precoce, e a testemunha IAC 5-Maringá, classificada no grupo das mais tardias, foi de apenas quatro dias. Deste modo, a significância encontrada para a diferença entre as linhas pode ser desconsiderada em termos práticos, tendo sido detectado um coeficiente de variação de 0,09%. Da mesma forma, também dentro de cada tratamento não se observaram grandes diferenças entre as plantas, que foi, no máximo, de dois dias.

Parte II - Características não analisadas estatisticamente

Coloração de aurícula, forma e cor da espiga

Estas três características foram as únicas que não apresentaram diferença alguma entre as plantas de cada tratamento ou entre os tratamentos. Todas as plantas mostraram aurícula incolor, espiga clara e fusiforme.

Hábito de crescimento

Quanto ao hábito de crescimento (Tabela 6), apenas um tratamento, MGA (Rht1, Rht2) apresentou diferença acentuada em relação aos demais. Nesta linha, o hábito de crescimento foi predominantemente semi-ereto, enquanto que, em todos os outros tratamentos, prevaleceu o hábito de crescimento ereto. Cabe colocar que MGA (Rht1, Rht2) mostrou, também, a estatura mais reduzida dentre todos os avaliados.

Espessura da parede do colmo - Primeiro e terceiro nó

Na altura do primeiro nó, o colmo principal de todas as plantas avaliadas apresentou paredes finas, independentemente do tratamento (Tabela 7). Já na altura do terceiro nó, a espessura das paredes do colmo principal das

TABELA 7. Espessuras das paredes do colmo principal na altura do 1º e 3º nó, forma do nó superior (FN) e forma do ombro e da quilha de linhas quase-isogênicas para estatura da cultivar de trigo IAC 5-Maringá. CNPT/EMBRAPA, Passo Fundo, RS, 1988.

Tratamento	Espessura da parede do colmo (%)						FN (%)			Forma do ombro (%)				Forma da quilha (%)			
	1º nó		3º nó		Comprido	Elevado	Arredondado	Obliquo	Faltante	Reta	Curva	Inflexionada	Forma do ombro (%)		Forma da quilha (%)		
	Delgada	Semi-espessa	Delgada	Semi-espessa									Arredondado	Obliquo	Reta	Curva	Inflexionada
MGA (Rht1)	100	-	97,23	2,77	7,69	89,73	10,27	-	-	89,73	-	-	-	-	-	-	10,27
TMGA (rht1)	100	8,33	86,11	5,56	100	75,67	8,11	16,22	-	100	-	-	-	-	-	-	-
MGA (Rht2)	100	4,88	95,12	-	100	92,16	5,88	1,96	-	100	-	-	-	-	-	-	-
TMGA (rht2)	100	27,08	70,84	2,08	100	97,92	2,08	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-
MGA (Rht1, Rht2)	100	20,83	75	4,17	95,12	100	-	4,88	-	100	-	-	-	-	-	-	4,88
TMGA (rht1, rht2)	100	-	100	-	100	90,91	-	-	3,03	100	-	-	-	-	-	-	93,94
MGA (SRht8)	100	20,00	76,67	3,33	100	100	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	71,87
TMGA (srht8)	100	56,25	37,50	6,25	100	100	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	91,66
IAC 5-Maringá (Test.)	100	41,86	59,98	1,16	100	98,86	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	77,27

plantas variou entre delgada, semi-espessa e espessa, fato que, pelos dados obtidos, não parece estar relacionado com qualquer dos genes de nanismo enfocados neste trabalho. A maioria dos tratamentos apresentou as paredes de colmo predominantemente semi-espessas, seguidas de delgadas e, em menor percentagem, espessas. O único tratamento que se apresentou diferente foi TMGA (srht8), onde predominaram os colmos com paredes delgadas na altura do terceiro nó (56,25%).

Forma do nó superior

Esta característica variou para as formas de nó quadrado e comprido (Tabela 7), sendo que, novamente, ocorreu diferença apenas no tratamento MGA (Rht1, Rht2), o qual apresentou 95,12% das plantas com nó superior na forma quadrada, mais ou menos a mesma percentagem que mostrou hábito de crescimento semi-ereto ao invés de ereto, o mais freqüente nos demais tratamentos (Tabela 6). Vale colocar, novamente, que foi em MGA (Rht1, Rht2) que se determinou a menor estatura.

À exceção de MGA (Rht1), que apresentou 7,69% das plantas com nó superior do colmo principal quadrado, os demais tratamentos todos tiveram apenas plantas com nó superior do colmo principal de forma comprida. Pode-se perceber, também, pelo apresentado na Tabela 7, que a existência de variação neste caráter só se fez sentir quando algum gene de nanismo estava envolvido.

Forma do ombro e forma da quilha

Quanto à forma do ombro (Tabela 7), a classificação, em percentagem, variou entre elevado, arredondado, oblíquo e faltante. O tipo que mais ocorreu foi o elevado, predominando em todos os tratamentos. As outras classificações ocorreram eventualmente. Quase não houve diferença entre os tratamentos, sugerindo não haver um efeito da presença de genes de nanismo sobre o surgimento de plantas diferentes do padrão para esta característica. Tal afirmação é reforçada pelo fato de que, na maioria das vezes, observou-se maior

variação quando da ausência de gene de nanismo.

Para forma da quilha (Tabela 7), a classificação variou em reta, curva e inflexionada. Todos os tratamentos apresentaram, em sua maioria, gluma de quilha reta, sendo que só na testemunha se observou uma maior percentagem de quilha curva (22,73%), mas não ultrapassando a ocorrência de quilha reta (77,27%). Pelos dados encontrados na Tabela 7, pode-se sugerir um efeito da presença apenas dos genes de nanismo Rht1 e Rht8 sobre o surgimento de tipos de plantas diferentes do padrão para este caráter, sendo que o gen Rht2 não afetaria esta característica.

CONCLUSÕES

1. Os genes Rht1, Rht2 e Rht8 têm semelhante potência de redução da estatura da planta de trigo, sendo que Rht1 e Rht2 somam seu efeito sobre o caráter.

2. Os genes Rht1 e Rht2 não afetam o número de perfilhos por planta, enquanto que a presença do gen Rht8 leva a um acréscimo no perfilhamento.

3. Os genes Rht1, Rht2 e Rht8 não afetam o número de espigas/planta, de grãos/espiga, de grãos/espiguetas e de espiguetas/espiga, o índice de fertilidade, a esterilidade basal, ou o comprimento, a forma, a cor e a densidade da espiga, sendo o comprimento dos internódios do ráquis independente destes genes.

4. Os genes Rht1, Rht2 e Rht8 não modificam a largura da gluma, não afetando, também, as classes de comprimento da gluma e do dente e a variação na forma do ombro presente numa população fixa de trigo.

5. Em valores absolutos, os genes Rht1 e Rht2, quando incorporados conjuntamente, levam a um aumento no comprimento da gluma. Estes genes aumentam, também, o comprimento do dente, somando seu efeito sobre o caráter. Por outro lado, o gene Rht8 tende a reduzir o comprimento do dente.

6. Rht1, Rht2 e Rht8 não afetam a espessura das paredes do colmo principal ou o seu

diâmetro na altura do nó superior, não modificando-o também na altura do terceiro nó. Da mesma forma, a coloração das aurículas e os ciclos até o espigamento e até a maturação não são afetados por estes genes.

7. Os genes Rht1 e Rht2, quando incorporados conjuntamente, levam a modificações no hábito de crescimento e na forma do nó superior de uma população uniforme de trigo.

8. Os genes Rht1, Rht2 e Rht8 introduzem e/ou aumentam, diferentemente, a desuniformidade com relação a inúmeras características agrônomicas e morfológicas em uma população fixa de trigo.

AGRADECIMENTOS

A Alcir Roque Signori e Ivegndonei Luiz Pinto Sampaio na instalação e condução deste experimento.

REFERÊNCIAS

- BOROJEVIC, S. Characteristics of some new dwarf and semidwarf wheat lines. **Euphytica**, v.17, n.1, p.143-151, 1968. Suplemento.
- BRIGGLE, L.W.; VOGEL, O.A. Breeding short-stature, disease-registant wheats in the United States. **Euphytica**, v.17, n.1, p.107-130, 1968. Suplemento.
- COPPOLA, G.C. **Comparação de quatro cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) que diferem pela estatura**. Porto Alegre: UFRGS-Faculdade de Agronomia, 1975. 79p. Tese de Mestrado.
- DALRYMPLE, D.G. **Imports and plantings of high-yielding varieties of wheat and rice in the less developed nations**. [S.l.]: U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Report, 1969.
- DECKARD, E.L.; LUCKEN, K.A.; JOPPA, L.R.; HAMMOND, J.J. Nitrate reductase activity, nitrogen distribution, grain yield, and grain protein of tall and semidwarf near-isogenic lines of *Triticum aestivum* and *Triticum durum*. **Crop Science**, v.17, p.293-296, 1977.
- FERNANDES, M.I.B.; ZANETTINI, M.H.B. **Fatores responsáveis pela desuniformidade varietal e seu controle**. Passo Fundo: [s.n.], 1988. 32p. Palestra proferida na Reunião de Planejamento para Culturas de Inverno da EMBRAPA/SPSB. Passo Fundo, 23 de março, 1988.
- GALE, M.D. The effects of Norin 10 dwarfing genes on yield in wheat. In: INTERNATIONAL WHEAT GENETICS SYMPOSIUM, 5., 1978, New Delhi. **Proceedings...** New Delhi: Indian Society of Genetics & Plant Breeding, 1979. v.2, p.978-987.
- GALE, M.D.; LAW, C.N. The identification and exploitation of Norin 10 semi-dwarfing genes. **Annual Report-Plant Breeding Institute**, p.21-35, 1976.
- GALE, M.D.; MARSHALL, G.A.; GREGORY, R.S.; QUICK, J.S. Norin 10 semi-dwarfism in tetraploid wheat and associated effects on yield. **Euphytica**, v.30, n.2, p.347-354, 1981b.
- GALE, M.D.; MARSHALL, G.A.; RAO, M.V. A classification of the Norin 10 and Tom Thumb genes in British, Mexican, Indian and other hexaploid bread wheat varieties. **Euphytica**, v.30, n.2, p.355-361, 1981a.
- GALE, M.D.; YOUSSEFIAN, S. Dwarfing genes in wheat. In: RUSSEL, G.E. (Ed.). **Progress in Plant Breeding**. London: Butterworths, 1985. p.1-35.
- HOOGENDOORN, J.; GALE, M.D. The effects of dwarfing genes on heat tolerance in CIMMYT germplasm. In: JORNA, M.L.; SLOOTMAKER, L.A.J. (Eds.). **Cereal breeding related to integrated cereal production**. Wageningen: Pudoc, 1988. p.61-66.
- HOOGENDOORN, J.; PFEIFFER, W.H.; RAJARAM, S.; GALE, M.D. Adaptive aspects of dwarfing genes in CIMMYT germplasm. In: INTERNATIONAL WHEAT GENETICS SYMPOSIUM, 7., 1988, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: IPSR, 1988. v.2, p.1093-1100.
- JENSEN, N.F. Population variability in small grains. **Agronomy Journal**, v.57, n.2, p.153-161, 1965.
- KNOTT, D.R. Effect of genes for photoperiodism, semidwarfism, and awns on agronomic characters in a wheat cross. **Crop Science**, v.26, p.1158-1162, 1986.

- KONZAK, C.F. Mutations and mutation breeding. In: HEYNE, E.G. (Ed.). **Wheat and wheat improvement**. 2. ed. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1987. CAP. 7B. P.428-443 (Agronomy Monography, 13).
- KULSHRESTHA, V.P.; JAIN, H.K. Wider significance of the Norin dwarfing genes. In: INTERNATIONAL WHEAT GENTICS SYMPOSIUM, 5., 1978, New Delhi. **Proceedings...** New Delhi: Indian Society Genetics & Plant Breeding, 1979, v.2 p.988-994.
- LAW, C.N.; SNAPE, J.W.; WORLAND, A.J. The genetical relationship between height and yield in wheat. **Heredity**, v.40, p.133-151, 1978.
- McNEAL, F.H.; BÉRG, M.A.; STEWART, V.R.; BALDRIDGE, D.E. Agronomic response of three height classes of spring wheat, *Triticum aestivum* L., compared at different yield levels. **Agronomy Journal**, v.64, p.362-364, 1972.
- MORAES-FERNANDES, M.I.B.; ZANETTINI, M.H.B.; GUERRA, M.; DEL DUCA, L.J.A.; SERENO, M.J.C.; ZANELLA, C.C. Instabilidade cromossômica e adaptação em trigo. In: COLÓQUIO SOBRE CITOGENÉTICA E EVOLUÇÃO DE PLANTAS, 1., 1984, Piracicaba. **Tópicos de citogenética e evolução de plantas**. Ribeirão Preto; Sociedade Brasileira de Genética, 1985. p.69-111.
- PAQUET, J. Effects of a selection for semi-dwarfness on other characters of bread wheat (Autumn sown). **Euphytica**, v.17, n.1, p.131-142, 1968. Suplemento.
- PEPE, J.F.; HEINER, R.E. Plant height, protein percentage, and yield relationships in spring wheat. **Crop Science**, v.15, p.793-797, 1975.
- REITZ, L.P.; SALMON, S.C. Origin, history and use of Norin 10 wheat. **Crop Science**, v.8, p.686-689, 1968.
- SCHEEREN, P.L. **Instruções para utilização de descritores de trigo (*Triticum spp.*) e triticalear (*Triticosecale sp.*)**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1983. 32p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 9).
- SUÁREZ, E.Y.; FAVRET, E.A. Aneuploidy as an explanation of high values of phenotypic variability on commercial wheat varieties. **Cereal Research Communications**, v.14, n.3, p.229-236, 1986.
- VOGEL, O.A. Registration of Gaines wheat. **Crop Science**, v.4, p.116-117, 1964.
- WORLAND, A.L.; LAW, C.N. Aneuploidy in semi-dwarf wheat varieties. **Euphytica**, v.34, p.317-327, 1985.