

CARACTERES PARA IDENTIFICAÇÃO DE GENÓTIPOS DE TRIGO SENSÍVEIS AO ÁCIDO GIBERÉLICO

TRAITS TO IDENTIFY THE GIBBERELIC ACID SENSITIVITY OF WHEAT GENOTYPES

Paulo Cesar Canci¹ Fernando Irajá Felix de Carvalho² José Fernandes Barbosa Neto²

RESUMO

Distintos caracteres foram utilizados para avaliar a sensibilidade de genótipos de trigo de diferentes estaturas ao ácido giberélico em laboratório e em casa de vegetação, visando a identificação de genótipos portadores de genes redutores da estatura de planta. Foram avaliadas a altura de planta, altura da inserção da lâmina da primeira e segunda folha, comprimento da lâmina da primeira e segunda folha e a diferença entre a altura de inserção da lâmina da segunda e primeira folha. As determinações foram realizadas aos 20 e 28 dias após a germinação em laboratório e em casa de vegetação, nos genótipos submetidos às doses de 0 e 100ppm de ácido giberélico. A diferença entre os tratamentos com e sem ácido giberélico, para todos os caracteres, foi utilizada para a análise a fim de garantir a inexistência da interação genótipo x ambiente. Foram obtidas correlações expressivas para altura da inserção da lâmina da segunda folha e diferença da altura de inserção da lâmina da segunda e primeira folha em casa de vegetação e entre estatura de planta e comprimento da segunda folha em laboratório. Os valores obtidos em casa de vegetação foram superiores aos de laboratório para a maioria dos caracteres avaliados, tendo o caráter estatura de planta proporcionado a separação mais efetiva dos genótipos de acordo com a estatura e sensibilidade ao ácido giberélico nos dois ambientes.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* - estatura de planta - seleção.

SUMMARY

Six traits were measured to analyze the gibberellic acid sensitivity of wheat genotypes in two environments: greenhouse and laboratory. Plant height first and second leaf height insertion, first and second leaf length and difference between second and first leaf height insertion. These traits were evaluated at 20 and 28 days after germination in genotypes treated with 0 and 100 PPM of gibberellic acid. Differences between treatments with and without gibberellic acid indicated no genotype x environment interaction. High correlation was observed between second leaf height insertion and difference between second and first leaf height insertion at the greenhouse, and between plant height and second leaf length in the laboratory. These results indicate the possible use of the traits. Larger values were observed in greenhouse for almost all traits. However plant height demonstrated a better genotype differentiation in both environments.

Key words: *Triticum aestivum* - plant height - selection .

INTRODUÇÃO

A obtenção de genótipos com genes de baixa estatura e sua utilização nos programas de melhoramento de trigo (*Triticum aestivum* L.) tem

¹Engenheiro Agrônomo, estudante do Curso de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS.

²Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Pesquisador do CNPq. Caixa Postal 776. 91501-970, Porto Alegre, RS. Autor para correspondência.

possibilitado a modificação da arquitetura de planta, permitindo a utilização de técnicas modernas de agricultura e incremento no rendimento de grãos. Além disso, a manipulação do caráter estatura tem gerado o surgimento de diferentes classes genótípicas, favorecendo a seleção de genótipos mais adaptados para o cultivo nos diferentes ambientes agrícolas existentes.

A identificação de genótipos portadores destes genes pode ser efetuada através da avaliação da sensibilidade ao ácido giberélico, devido a sua associação com o caráter estatura de planta (ALLAN *et al.*, 1959). A identificação de plantas de trigo portadoras dos genes de nanismo é possível de ser realizada em laboratório, casa de vegetação e a campo, pela aplicação exógena de ácido giberélico. Vários trabalhos com este objetivo têm sido realizados utilizando doses de ácido entre 10 a 100ppm (ALLAN *et al.*, 1959; FEDERIZZI *et al.*, 1988; DORNELLES, *et al.*, 1995), sendo a dose de 100ppm a que proporcionou a melhor diferenciação das classes fenotípica (FEDERIZZI *et al.*, 1988; DORNELLES *et al.*, 1995). Para CANCI *et al.* (1997) a identificação dos genótipos a campo foi mais eficiente do que em casa de vegetação e laboratório e pode ser empregada para a avaliação de um grande número de populações segregantes.

O tamanho de planta, altura de inserção da primeira e segunda folha, diferença entre a inserção da primeira e segunda folha, comprimento da segunda folha e do coleóptilo têm sido utilizados como critério para a avaliação da sensibilidade ao ácido giberélico. FEDERIZZI *et al.* (1988), verificaram que a diferença entre a segunda e a primeira folha é um critério que possibilita a separação de plântulas de genótipos de estaturas diferentes. Por outro lado, GALE & GREGORY (1977) obtiveram maior eficiência na separação das diferentes classes de estatura avaliando a altura de inserção da segunda folha. Já para DORNELLES *et al.* (1995) a altura de inserção da primeira folha e a diferença entre a inserção da primeira folha e o coleóptile possibilitaram a detecção de diferenças de sensibilidade entre os genótipos testados. Analisando dados obtidos a campo, CANCI *et al.* (1997) utilizaram com sucesso a diferença entre plantas testadas ou não com ácido giberélico como o critério de análise da sensibilidade dos genótipos ao ácido giberélico. A avaliação visual das plantas também tem sido utilizada de forma eficiente para a avaliação da sensibilidade ao ácido giberélico (GREGORY, 1984; FEDERIZZI *et al.* 1988). Tendo

em vista que a avaliação de diferentes caracteres para a determinação da resposta de genótipos de trigo ao ácido giberélico é de extrema importância para o emprego eficaz desta técnica, foi realizado este trabalho com o objetivo de identificar caracteres que possam ser utilizados para a seleção de genótipos de trigo portadores de genes redutores da estatura de planta em laboratório e em casa de vegetação.

MATERIAISEMÉTODOS

O experimento em laboratório foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos e Citogenética nos meses de maio e junho de 1995. O método utilizado foi o descrito por CAMARGO & OLIVEIRA (1981) e adaptado por DORNELLES (1995) para possibilitar a avaliação da sensibilidade ao ácido giberélico. Foram utilizados dois genótipos de estatura alta (CEP 24 e IAC 5), três de estatura intermediária (Desconhecido, OC 9510 e PF 83348) e um de estatura baixa (IPF 55245), sendo este genótipo portador de genes maiores para redução da estatura (FANTINI *et al.*, 1993). As doses de ácido giberélico aplicados foram 0 e 100ppm, em adição a uma solução nutritiva utilizada por DORNELLES *et al.* (1995) com pH ajustado para 7,0. Os tratamentos solução nutritiva e solução nutritiva + 100ppm de ácido giberélico foram utilizados no ensaio. As sementes foram submetidas a desinfestação em hipoclorito de sódio a 1% de cloro ativo por um minuto seguida de lavagem em água destilada. Posteriormente foram germinadas em placas de Petri na câmara de crescimento a 25°C e colocadas sobre tela plástica acoplada a tampa de um vaso plástico com solução tratamento (8,5 litros), dispostos em tanque metálico (banho maria) com temperatura mantida em 25°C. Nos vasos, um sistema de aeração forneceu o oxigênio às plantas sob luz constante. As plantas permaneceram em crescimento durante 18 dias, quando foi efetuada a determinação da estatura de planta, altura de inserção da lâmina da primeira folha, comprimento da lâmina da primeira e da segunda folha. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado com três repetições, sendo a unidade experimental composta por um vaso com dez plantas.

O experimento em casa de vegetação foi conduzido nos meses de junho e julho de 1995. Os níveis de ácido giberélico aplicados foram 0 e 100ppm, em adição a uma solução nutritiva utilizada por DORNELLES *et al.* (1995) com pH ajustado para 7,0. A unidade experimental foi composta por cinco

sementes de cada genótipo, semeadas a profundidade de 2,0cm em copos plásticos medindo 13cm de altura por 10cm de diâmetro, contendo vermiculita como substrato. As unidades experimentais foram colocadas em bandejas plásticas as quais receberam os tratamentos solução nutritiva e solução nutritiva + 100ppm de ácido giberélico. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado com três repetições. As sementes foram pré germinadas em laboratório e a semeadura foi efetuada na segunda quinzena de junho/1995. Os tratamentos foram aplicados no dia da semeadura e em intervalos de três dias, o que foi suficiente para manter a umidade nos vasos até a coleta dos dados. A avaliação dos dados foi realizada 20 dias após a emergência, sendo determinado a estatura de planta, altura da inserção da lâmina da primeira folha e da segunda folha, comprimento da lâmina da primeira e segunda folha e a diferença entre a inserção da lâmina da segunda e a primeira folha.

A avaliação visual do aspecto clorótico e estiolado das plantas foi utilizado como método auxiliar na identificação da sensibilidade ao ácido giberélico durante a condução do experimento.

A diferença entre os tratamentos 0 e 100ppm de ácido giberélico, para os caracteres estatura de planta, inserção da lâmina da primeira folha, comprimento da lâmina da primeira folha e da segunda folha foi utilizada pôr ser uma variável independente

do efeito do ambiente no crescimento das plantas, possibilitando a comparação de resultados obtidos em experimentos conduzidos em diferentes condições ambientais (CANCI *et al.*, 1997).

Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Também foram determinados os coeficientes de correlação entre todos os caracteres avaliados em laboratório e casa de vegetação (STEEL & TORRIE, 1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O emprego da diferença entre os tratamentos com e sem ácido giberélico para os caracteres avaliados nos dois ambientes evidenciou que os efeitos de ambiente e genótipo, com exceção do comprimento da primeira folha foram significativos (Tabela 1). Neste caso, a interação genótipo x ambiente não foi significativa indicando que para todos os caracteres avaliados os genótipos apresentaram o mesmo comportamento independente do local onde foi realizado o ensaio.

Quando os genótipos de diferentes estaturas foram submetidos a ação do tratamento, a separação dos genótipos através da sensibilidade ao ácido giberélico foi diferenciada de acordo com o caracter utilizado e o ambiente de avaliação (Tabela 2 e 3).

Tabela 1 - Quadrados médios e graus de liberdade para a diferença entre os tratamentos 0 e 100ppm de ácido giberélico dos caracteres estatura de planta (ALT), altura da inserção da lâmina da primeira folha (IPR), comprimento da lâmina da primeira e segunda folha (CPR e CSF) em genótipos de trigo em diferentes ambientes e para a altura de inserção da segunda folha (ISF) e diferença da altura de inserção da lâmina da segunda e a primeira folha (DIF) em casa de vegetação. Fac. Agronomia/UFRGS, 1995.

Fonte de Variação	ALT		IPR		CPR		CSF		ISF		DIF	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Repetição	2	31,92	2	2,49	2	4,12	2	30,16	2	8,21	2	2,72
Ambiente(a)	1	812,17*	1	54,12	1	13,43	1	177,93*	-	-	-	-
Genótipo(G)	5	804,13*	5	62,10*	5	45,23*	5	457,33*	8	91,45*	8	24,18*
Tratamento(T)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	610,86*	1	131,24
GXA	5	106,67	5	6,36	5	15,67	5	82,18	-	-	-	-
GXT	-	-	-	-	-	-	-	-	8	50,46*	8	11,73*
Erro	158	40,51	153	2,26	123	7,88	152	35,66	164	1,007	164	0,49
CV(%)	92,46		98,79		156,03		121,32		14,9		28,9	

*Significativo a 1% de probabilidade.

A resposta diferenciada dos genótipos de trigo a aplicação exógena de 100ppm de ácido giberélico estão de acordo com os trabalhos realizados com este cereal (ALLAN, *et al.*, 1959; GALE & GREGORY, 1977; GALE & YOUSSEFIAN, 1985; FEDERIZZI *et al.*, 1988; FEDERIZZI *et al.*, 1992, DORNELLES *et al.*, 1995). As maiores diferenças entre os tratamentos para os caracteres diferença de estatura de planta,

diferença da inserção da lâmina da primeira folha e diferença do comprimento da segunda folha foram obtidos em casa de vegetação, não ocorrendo o mesmo para o caráter comprimento da primeira folha. Este comportamento pode ser resultante das condições de luz e temperatura mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas em casa de vegetação proporcionado maior crescimento diferencial neste ambiente.

Tabela 2 - Médias (cm) da diferença de estatura de planta (DALT), altura de inserção da lâmina da primeira folha (DIPR), comprimento da lâmina da primeira folha (DCPR) e diferença do comprimento da lâmina da segunda folha (DCSF) de genótipos de trigo submetidos às doses de 0 e 100ppm de ácido giberélico em laboratório e casa de vegetação. Fac. Agronomia/UFRGS, 1996.

Genótipos	DALT	DIPR	DCPR	DCSF
IAC 5	12,40ab*	2,96a	3,72a	10,40a
CEP 24	15,04a	3,60a	3,63ab	12,68a
PF 83348	2,60 de	0,36 cd	0,44 cd	1,17 bc
Desconhecido	5,06 cd	0,84 bc	2,5abc	2,98 bc
OC 9510	7,76 bc	1,82 b	1,16 bcd	4,33 b
IPF 55245	-1,38 e	-0,42 d	-0,21 d	-1,07 c
Casa de vegetação	9,66a	2,11a	2,00a	5,53a
Laboratório	5,61 b	1,24 b	1,32a	4,64 b

*Genótipos com médias não seguidas de mesma letra na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Médias da altura de inserção da lâmina da segunda folha (ISF) e diferença entre a altura de inserção da lâmina da segunda e a primeira folha (DIF) em genótipos de trigo submetidos às doses 0 e 100ppm de ácido giberélico em casa de vegetação, Fac. Agronomia/UFRGS, 1996.

Genótipos	Estatura cm	ISF		DIF	
		0	100	0	100
IAC 5	120,2	b6,98A	a15,25A	b3,15A	a6,87A
CEP 24	110,2	b5,75 B	a14,85A	a1,9 B	b6,35A
PF 83348	100,7	b4,9 B	a7,2 C	b1,59 B	a2,86 C
IE	92,5	b5,09 B	a7,33 C	b1,68 B	a2,71 C
OC 9510	90,8	b5,46 B	a12,25 B	b1,81 B	a5,02 B
IPF 55245	61,2	a4,82 B	a3,94 D	a2,02 B	a1,52 C

*Genótipos com médias não seguidas de mesma letra na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade.

Na análise dos genótipos para os caracteres diferença de estatura de planta, diferença da inserção da lâmina da primeira folha e diferença do comprimento da primeira e segunda folha (Tabela 2), ficou evidenciado a separação diferenciada dos genótipos de acordo com a sensibilidade ao ácido giberélico e estatura de planta. Todos os caracteres avaliados foram eficazes para a separação dos genótipos de porte alto e baixo possibilitando uma separação mais eficiente dos genótipos. Entretanto, o caráter diferença de estatura de planta foi a que proporcionou a melhor distinção entre os genótipos de diferentes estaturas, podendo ser utilizada de forma eficiente e independente do ambiente trabalhado, principalmente para os genótipos da classe intermediária. Este resultado difere do encontrado por GALE & GREGORY (1977), FEDERIZZI *et al.* (1988) e DORNELLES *et al.* (1995) quanto a eficiência dos caracteres avaliados em diferenciar genótipos de diferente sensibilidade. A resposta ao ácido giberélico dentro da classe de genótipos de estatura intermediária revelou a existência de variabilidade genética para sensibilidade e porte de planta, sugerindo a presença de diferentes genes para o caráter estatura de planta. Constituições genéticas de porte intermediário podem ser utilizados nos programas de melhoramento visando a obtenção de um maior número de classes de diferentes estaturas.

Para as características altura de inserção da lâmina da segunda folha e diferença entre a altura de inserção da lâmina da segunda e primeira folha, em casa de vegetação, todos os genótipos de porte alto e intermediário revelaram ser sensíveis ao ácido giberélico, sendo o genótipo de porte baixo insensível (Tabela 4), não diferindo do comportamento

esperado para os caracteres estatura e sensibilidade ao ácido giberélico. A insensibilidade ao ácido giberélico apresentada pelo genótipo IPF 55245 confirma a presença neste genótipo de genes redutores da estatura de planta (Rht) relatado por FANTINI *et al.* (1993) e da associação entre estatura e sensibilidade ao ácido giberélico. O caráter altura de inserção da lâmina da segunda folha em comparação com a diferença de altura de inserção da lâmina da segunda e primeira folha, foi a que proporcionou a melhor separação entre os genótipos de diferentes estaturas em casa de vegetação.

Tabela 4 - Valores das correlações para os caracteres estatura de planta (ALT), altura de inserção da lâmina da primeira folha (IPR), altura de inserção da lâmina da segunda folha (ISF), comprimento da lâmina da primeira folha (CPR), comprimento da lâmina da segunda folha (CSF) e diferença entre a altura de inserção da lâmina da segunda e a primeira folha (DIF), avaliados em casa de vegetação e laboratório, Fac. Agronomia/UFRGS, 1996.

	casa de vegetação					laboratório		
	IPR	ISC	CPR	CSF	DIF	IPR	CPR	CSF
ALT	0,42*	0,47*	0,47*	0,15*	0,29*	0,59*	0,51*	0,96*
IPR	-	0,37*	0,38*	0,07	-0,12	-	0,52*	0,54*
ISC	-	-	0,36*	0,07	0,87*	-	-	-
CPR	-	-	-	0,15	0,18*	-	-	0,51*
CSF	-	-	-	-	0,05	-	-	-

* Significativo a 1% de probabilidade.

A correlação entre os diferentes caracteres foi inconsistente conforme o ambiente utilizado (Tabela 4). Em casa de vegetação o maior grau de associação foi observado entre os caracteres altura de inserção da lâmina da segunda folha e diferença entre a altura de inserção da lâmina da segunda e primeira folha (0,87) indicando que a medida da altura da inserção da segunda folha pode ser utilizada de forma fácil e eficiente em substituição da diferença entre a altura de inserção da lâmina da segunda e primeira folha, a qual necessita da avaliação de dois caracteres. Em laboratório, a maior correlação estimada foi entre a estatura de planta e o comprimento da segunda folha (0,96). Esta associação se deve ao fato da determinação da estatura de planta ter sido tomada pela distância da inserção das raízes à extremidade da folha mais desenvolvida no momento da aferição, no caso a segunda folha. As demais correlações neste ambiente foram intermediárias.

A avaliação visual pode ser utilizada como técnica auxiliar na identificação de genótipos com diferentes respostas ao ácido giberélico pela observação do aspecto clorótico e estiolado das plantas quando submetidas ao regulador de crescimento.

A utilização de critérios mais adequados a cada ambiente, para a avaliação da sensibilidade ao ácido giberélico, pode aumentar a eficiência da técnica nos programas de melhoramento visando a seleção de genótipos de porte reduzido com alto rendimento de grãos. A melhoria na eficiência da técnica possibilitará a identificação de diferentes constituições genéticas fundamentais para a obtenção de diferentes classes fenotípicas adequadas aos diferentes ambientes de cultivo.

CONCLUSÕES

A identificação de genótipos sensíveis ao ácido giberélico pode ser realizada em laboratório ou em casa de vegetação, sendo as aferições feitas em casa de vegetação mais expressivas das obtidas em laboratório; em casa de vegetação, a separação dos genótipos pela sensibilidade ao ácido giberélico pode ser efetuada através da medida da altura de inserção da lâmina da segunda folha; o caráter estatura de planta é o mais apropriado para distinguir as diferentes constituições genéticas para porte de planta e sensibilidade ao ácido giberélico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro e a CODETEC pelo apoio técnico imprescindível para a realização deste trabalho.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, R.E., VOGEL, O.A., CRADDOCK, J.C. Comparative response to gibberellic acid of dwarf, semidwarf, and standard short and tall winter wheat varieties. *Agron J*, Madison, v. 51, p. 737-740, 1959.
- CAMARGO, C.E., OLIVEIRA, O.F. de. Tolerância de cultivares de trigo a diferentes níveis de alumínio em solução nutritiva e no solo. *Bragantia*, Campinas, v. 40, p. 21-31, 1981.
- CANCI, P.C., CARVALHO, F.I.F. de, BARBOSA NETO, J.F. *et al.* Diferentes ambientes para a avaliação da sensibilidade ao ácido giberélico em genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 21-25, 1997.

- DORNELLES, A.L.C., CARVALHO, F.I.F., FEDERIZZI, L.C., *et al.* O uso de ácido giberélico em solução nutritiva na avaliação precoce de estatura de genótipos de trigo hexaplóide. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 363-366, 1995.
- FANTINI, A.C., FEDERIZZI, L.C., CARVALHO, F.I.F. de, *et al.* Variabilidade genética e herança da estatura de planta em genótipos de trigo (*triticum aestivum* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 123 - 31. 1993.
- FEDERIZZI, L.C., CARVALHO, F.I.F. de, OLIVEIRA, M.A.R., *et al.* Avaliação da resposta de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) de diferentes estaturas à aplicação de ácido giberélico no estágio de plântula. **Rev. do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 149-161, 1988.
- FEDERIZZI, L.C., CARVALHO, F.I.F. de, OLIVEIRA, M.A.R. de. Genética da insensibilidade ao ácido giberélico em genótipos de trigo com diferentes estaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 8, p. 1183-1193, 1992.
- GALE, M.D., GREGORY, R.S. A rapid method for early generation selection of dwarf genotypes in wheat. **Euphytica**, Wageningen, v. 26, p. 733-738, 1977.
- GALE, M.D., YOUSSEFIAN, S. Dwarfing genes in wheat. IN: Russel, G.E. (ed): **Progress in plant breeding**. London, Butterworths, 1985. Cap. 1. p. 1-35.
- GREGORY, R.S. A technique for identifying major dwarfing genes in triticale. **Z. Pflanzzüchtg**, Berlin, v. 92, p. 177-184, 1984.
- STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 630 p.