

GENÉTICA DO TIPO DE PANÍCULA EM AVEIA (*AVENA SATIVA* L.)¹

PAULO FERNANDO BERTAGNOLLI² e LUIZ CARLOS FEDERIZZI³

RESUMO - O presente estudo teve como objetivo determinar os mecanismos da herança do tipo de panícula de genótipos brasileiros de aveia. Foram realizados em condições de campo nos anos de 1989 e 1990, dois experimentos com os genótipos fixos UFRGS 884087 e UFRGS 871547 e com a população segregante (F_2 e F_3) derivada do cruzamento entre estes dois genótipos, num delineamento experimental de blocos completos casualizados com duas repetições. Os resultados obtidos de plantas individuais F_2 e de progênies F_3 foram agrupados, e fez-se uma distribuição de frequências, as quais foram ajustadas para modelos envolvendo diferentes números de genes, pela análise do X^2 . O tipo de panícula compacta foi determinado por um gene maior com efeito aditivo, o qual está ligado ao gene que condiciona baixa estatura no genótipo UFRGS 884087.

Termos para indexação: herança, genes ligados.

GENETICS OF PANICLE TYPE IN OAT (*AVENA SATIVA* L.)

ABSTRACT - The objective of this study was to determine the inheritance mechanisms of panicle type of Brazilian oat genotypes. Two experiments with the fixed genotypes UFRGS 884087 and UFRGS 871547 and with the segregating population (F_2 and F_3) derived from the cross between these two genotypes, using a complete randomized block experimental design with two replications, were carried out in the field in 1989 and 1990. The results obtained from individual F_2 plants and from F_3 progenies were grouped and the frequencies were distributed by X^2 analysis, after adjusting them to models involving several gene number. Compact panicle type was controlled by a major gene having additive effect; this gene is linked to the one conditioning short plant stature in the genotype UFRGS 884087.

Index terms: inheritance, gene linkage.

INTRODUÇÃO

São três os tipos de panículas: compacta, semi-compacta (intermediária ou heterozigota) e laxa.

A panícula compacta, encontrada em genótipos de baixa estatura de aveia, pode representar maior potencial de rendimento, por possuir maior número de flores. Este tipo de panícula é diferente da laxa, por ter esta pendúculo e ramos curtos e reduzida distância entre os ramos laterais alternados

da inflorescência. Este encurtamento permite ter seus grãos e espiguetas melhor distribuídos numa inflorescência de menor tamanho, a qual, conforme Holden (1976), seria agronomicamente vantajosa, junto com a baixa estatura de planta.

A panícula compacta ligada à baixa estatura da planta, conforme Patterson et al. (1963), Marshall & Murphy (1981) e Federizzi & Qualset (1989). Os primeiros autores mostraram esta ligação estudando a segregação de cruzamentos do genótipo anão e da panícula compacta Scotland Club com genótipos de estatura alta e panícula laxa. Por sua vez, Marshall & Murphy (1981) confirmam esta ligação e a herança controlada por um único gene, através do estudo de famílias F_3 de diversos cruzamentos entre genótipos baixos e de panícula compacta x genótipos altos e de panícula laxa, as quais tiveram a mesma distribuição das famílias segregantes e não-segregantes com relação às duas

¹ Aceito para publicação em 8 de março de 1994.

Extraído da Tese de doutoramento do primeiro autor à Fac. Agron. UFRGS.

² Eng.-Agr., Dr., Melhorista e Geneticista. EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPQ), Caixa Postal 569, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

³ Eng.-Agr., Ph.D., Prof., Dep. de Plantas de Lavoura, Fac. Agron. - UFRGS, Caixa Postal 7712, CEP 96001 Porto Alegre, RS.

características. As famílias não-segregantes, que apresentavam plantas de alta estatura, tinham panículas visivelmente abertas relativamente grandes, e as que apresentavam plantas de pequeno porte tinham panículas compactas. Já as famílias segregantes tinham os tipos de panícula dos pais mais o tipo intermediário. Por último, Federizzi & Qualset (1989) também confirmaram esta ligação, pois famílias F_3 segregando para panícula compacta segregavam também para baixa estatura de planta, e famílias F_3 com panícula laxa tinham alta estatura da planta.

Por sua vez, Kummer (1985) sugeriu a existência de efeito pleiotrópico de um dos dois genes de nanismo sobre o tipo de panícula, já que o tipo de panícula e o comprimento do colmo foram independentes na geração F_3 do cruzamento de Palestine Dwarf x Romulus. Neste cruzamento, foram encontrados recombinantes entre as duas características, com frequência relativamente alta. Em termos de recombinantes, é citada a existência de duas linhas anãs com panículas longas, por Marshall & Murphy (1981). Já Federizzi & Qualset (1989) encontraram recombinantes entre os dois caracteres numa frequência de 0,8.

A ação gênica principal que controla o tipo de panícula, conforme Federizzi & Qualset (1989), é de aditividade, e foi simbolizado o gene para: panícula laxa como sendo CC, a heterozigota como sendo Cc, e a compacta, cc.

A panícula compacta, apesar de ter um tipo agrônomico superior, ainda apresenta características que precisam ser melhoradas. Entre estas, estão a não-emergência total da panícula da bainha (Brown et al., 1980; Kolb & Marshall, 1984; e Meyers et al., 1985), e as espiguetas inférteis (Patterson et al., 1963; e Marshall & Murphy, 1981). Alguns genótipos anões, como OT 207, o qual possui o gene para nanismo Dw-6, segundo Brown et al. (1980), têm acentuada redução na estatura da planta, devido, principalmente, à redução de 48% na região do pedúnculo. Quando esta redução é pronunciada, a panícula não emerge totalmente da bainha, o qual propicia condições para grandes ataques de pulgões e fungos. Ainda, segundo os mesmos autores, alguns genótipos baixos alongam esta região do pedúnculo cerca de

10 cm da base da folha, o que permite a emergência total da panícula.

Uma característica comum em panículas compactas é o grande número de espiguetas estéreis, principalmente nas flores primárias dos tipos anões. Esta esterilidade (Marshall & Murphy, 1981) se deve à fragilidade das espiguetas, principalmente pela não existência de glumas em algumas delas. Já Patterson et al. (1963) relataram a esterilidade das flores primárias destes genótipos, mas citam que existe variabilidade quanto ao caráter, já que o genótipo anão NC 2469-3, que possui o gene para nanismo Dw-7, tem todas as flores primárias férteis. Estes últimos autores sugerem que em programas de melhoramento deveriam ser buscados genótipos dentre as plantas anãs com panículas compactas, tipos mais altos e de panículas mais abertas, com maior fertilidade das flores e com presença de ambas as glumas nas espiguetas.

Este trabalho teve como objetivo específico determinar os mecanismos de herança do tipo de panícula de genótipos brasileiros de aveia.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados, nos anos de 1989 e 1990, dois experimentos com os genótipos fixos UFRGS 884087 e UFRGS 871547 e com a F_2 e F_3 derivada do cruzamento entre estes dois genótipos, na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA-UFRGS).

O clima da EEA/UFRGS é subtropical úmido, tendo uma precipitação média anual de 1.398 mm e uma temperatura média anual de 19,6°C, conforme IPAGRO (1979). O solo foi classificado como Laterítico Bruno Avermelhado, distrófico, o qual, segundo Brasil (1973), pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo. São solos de coloração avermelhada, de textura branco argilosa, profundos e bem drenados, apresentando relevo ondulado.

Para a instalação dos experimentos, o solo foi preparado de maneira convencional, com a utilização de arado e grade. A adubação, tanto de correção quanto de manutenção, foi efetuada de acordo com a recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, conforme Siqueira et al. (1987). A semeadura em meados de junho foi manual, realizada no sistema de grão a grão, com a utilização de uma régua graduada. O controle de ervas daninhas foi realizado por capinas manuais, tantas quantas

necessárias para cada ciclo da cultura. As técnicas culturais de controle de insetos (lagartas e pulgões) e de patógenos (ferrugens da folha e colmo) obedeceram à recomendação oficial da pesquisa (Reunião..., 1989).

A panícula foi classificada visualmente, segundo seu tipo morfológico em compacta, intermediária ou laxa, e a estatura da planta foi obtida pela medida da base da planta até o ápice da panícula principal.

Os genótipos utilizados, sua genealogia, a estatura da planta e o tipo de panícula, estão relacionados na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com duas repetições, onde cada planta constituía uma unidade experimental. Os blocos dos pais e da geração segregante F_2 , em 1989, foram compostos de 22 linhas de 3 m de comprimento, sendo que três linhas correspondiam a cada um dos pais, e os restantes, a geração F_2 . Cada linha era espaçada de 20 cm, com espaçamento de 30 cm entre as plantas. Já, em 1990, com os pais e a geração F_3 , cada bloco constou de 150 progênies F_3 mais três linhas de cada pai repetidas duas vezes.

As sementes F_1 , oriundas de cruzamentos efetuados em casa de vegetação, foram semeadas no telado da EEA/UFRGS, no verão, propiciando, com isto, o estabelecimento, no campo, dos experimentos no inverno seguinte, em 1989, com a geração F_2 e os respectivos pais de cada cruzamento, sendo que em 1990 foi incluída a geração F_3 .

Os resultados obtidos de plantas individuais F_2 foram agrupados, e fez-se uma distribuição de frequências. Por sua vez, a geração F_3 foi analisada por famílias (progênies).

A análise de X^2 foi utilizada para o ajuste das frequências observadas nas famílias F_2 e F_3 para modelos envolvendo um ou dois genes.

A estimativa das variâncias e do número de genes que controlam o tipo de panícula foi obtida pela análise dos dados coletados no campo, das gerações F_2 , F_3 , e dos seus respectivos pais (P_1 e P_2), conforme Allard (1960) e Falconer (1970).

A correlação fenotípica entre estatura da planta e tipo

da panícula de aveia foi estimada conforme Steel & Torrie (1980).

$$r = \frac{E(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{X(X-X)^2(E(Y-Y)^2)}}$$

onde

r = coeficiente de correlação entre estatura e panícula compacta.

$E(X-X)(Y-Y)$ = soma dos produtos dos desvios da estatura e panícula compacta.

$E(X-X)^2$ = soma dos quadrados dos desvios da estatura da planta.

$E(Y-Y)^2$ = soma dos quadrados dos desvios do tipo de panícula.

A significância da correlação foi obtida pelo teste t:

$$t = \frac{r}{\sqrt{(1-r^2)/(n-2)}}$$

onde

$\sqrt{(1-r^2)/(n-2)}$ = o erro padrão do coeficiente de correlação.

Os experimentos foram analisados através do SAS (SAS Institute Inc., 1985), e os gráficos de distribuição de frequências foram feitos segundo Larsen & Larsen (1991).

RESULTADOS

O ajuste do modelo proposto de um gene para distribuição de frequências da geração F_2 e das famílias F_3 para tipo de panícula de aveia compacta, intermediária ou laxa, do cruzamento entre UFRGS 884087 x UFRGS 871547, é de 45 e 90% de probabilidade, respectivamente, como mostrada pela Tabela 2.

TABELA 1. Genealogia, estatura da planta e tipo de panícula dos genótipos de aveia utilizados como genitores. Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre, RS, 1992.

Genótipos	Genealogia	Característica	
		Estatura	Tipo de panícula
UFRGS 871547	COR ² /CTZ ² /Pendek/Me 1563/C16CR cpx/C7512/SR cpx/74C8014	média	laxa
UFRGS 884087	NC2469-3 x Curt	baixa	compacta

TABELA 2. Número de plantas observadas, esperadas e proporções esperadas para tipos de panículas compacta (C), intermediária (I) e laxa (L), geração, ano, graus de liberdade (GL), valor do X² obtido e probabilidade (P) da ocorrência dos dados observados do cruzamento de aveia UFRGS 884087 x UFRGS 871547. Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, RS, 1992.

Cruzamento	Plantas (n°)						Proporções esperadas			Gerações	Anos	GL	X ²	P (%)
	Observadas			Esperadas			C	I	L					
	C	I	L	C	I	L								
UFRGS 884087	58	141	67	66,5	133	66,5	1	2	1	F ₂	1989	2	1,57	45
x UFRGS 871547	36	74	34	36	72	36	1	2	1	F ₃	1990	2	0,17	90

O número correspondente de plantas obtidas de cada tipo de panícula dos pais e da geração F₂, assim como o número de progênies de cada tipo de panícula da geração F₃, são apresentados na Fig. 1. Este cruzamento segregou na proporção de 1 panícula compacta: 2 intermediárias: 1 laxa, configurando a existência de um gene com efeito aditivo para a característica.

A distribuição de frequências das médias das famílias F₃ para a estatura da planta e o tipo de panícula, do cruzamento entre UFRGS 884087 x UFRGS 871547, está na Fig. 2. Nesta, as famílias com panícula compacta apresentaram estatura de planta variando de 64 a 77 cm. As famílias com panícula laxa de 110 a 126 cm, e as famílias segregantes relativas ao tipo de panícula apresentaram uma variação de 82 a 114 cm. A Fig. 3 mostra a correlação destas duas características com um valor de 93,24%, a qual é significativa a 1% de probabilidade pelo teste t.

DISCUSSÃO

Os resultados da segregação de 1:2:1 relativos a tipo de panícula, na geração F₂ e de famílias na geração F₃ (Fig. 1) foram os mesmos que os obtidos por Patterson et al. (1963), Marshall & Murphy (1981) e Federizzi & Qualset (1989).

Os resultados apresentados nas Fig. 2 e 3 confirmam a ligação entre o tipo de panícula e estatura da planta, conforme Patterson et al. (1963), Marshall & Murphy (1981) e Federizzi & Qualset (1989). Apesar de os genes estarem próximos,

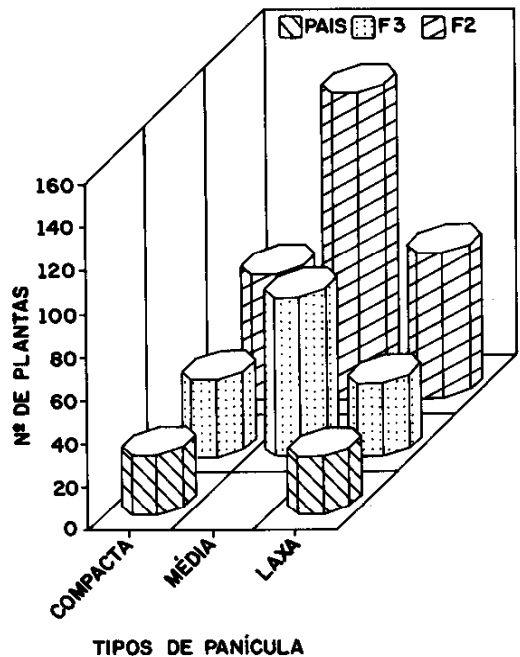


FIG. 1. Distribuição de frequências da F₂, da média de progênies F₃, e variação dos pais (UFRGS 884087 e UFRGS 871547), para tipo de panícula em aveia. Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, RS, 1992.

Marshall & Murphy (1981) e Federizzi & Qualset (1989) encontraram plantas recombinantes. Os primeiros autores constataram plantas de baixa estatura e panícula laxa, e os segundos autores, plantas altas com panícula compacta, tendo selecionado

CONCLUSÃO

O tipo de panícula compacta foi determinado por um gene maior, com efeito aditivo, o qual está ligado ao gene que condiciona baixa estatura no genótipo brasileiro de aveia, UFRGS 884087.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R.W. *Principles of plant breeding*. New York: J. Wiley, 1960. 485p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. *Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Recife, 1973. 431p. (MA-DNPA. Boletim Técnico, 30).
- BROWN, P.D.; McKENZIE, R.I.H.; MIKAELSEN, K. Agronomic, genetic and cytologic evaluation of a vigorous new semidwarf oat. *Crop Science*, Madison, v.20, n.31, p.303-306, 1980.
- FALCONER, D.S. *Introduction to quantitative genetics*. 6.ed. New York: The Ronald Press, 1970. 365p.
- FEDERIZZI, L.C.; QUALSET, C.O. Genetics of plant height reduction and panicle type in oat. *Crop Science*, Madison, v.29, n.3, p.551-557, 1989.
- HOLDEN, J.H.W. Oats. In: SIMMONDS, N.W. (Ed.). *Evolution of crop plants*. London: Longman, 1976. p.86-70.
- IPAGRO. Observações meteorológicas do Estado do Rio Grande do Sul. *Boletim Técnico do Ipagro*, Porto Alegre, 1979.
- KOLB, F.L.; MARSHALL, H.G. Peduncle elongation in dwarf and normal height oats. *Crop Science*, Madison, v.24, n.4, p.699-703, 1984.
- KUMMER, M. Breeding value of the dwarf oat form Dwarf Palestine. *Sbornik Nauchnykh Trudo po Prikladnoi Botanike, Genetike i Selektii*, v.95, p.86-96, 1985.
- LARSEN, G.H.; LARSEN, K.A. *Masterin harvard graphics*, 3. San Francisco: SYBEX, 1991. 538p.
- MARSHALL, H.G.; MURPHY, C.F. Inheritance of dwarfness in three oat crosses and relationship of height to panicle and culm length. *Crop Science*, Madison, v.21, n.2, p.335-338, 1981.

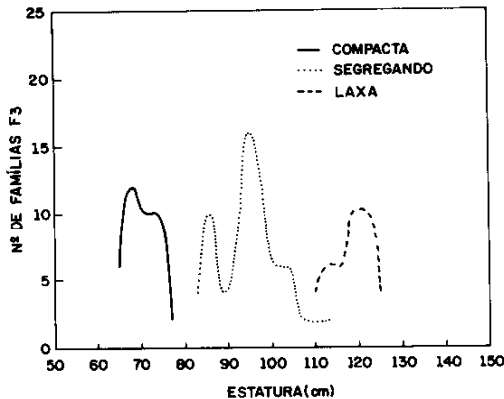


FIG. 2. Distribuição de frequências da média de famílias F_3 de estatura da planta de aveia, com tipos de panícula compacta, segregando laxa do cruzamento entre UFRGS 884087 e UFRGS 871547. Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, RS, 1992.

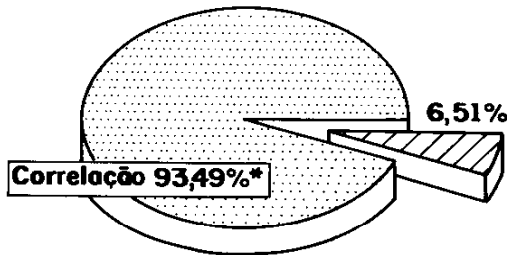


FIG. 3. Correlação do tipo de panícula com estatura da planta de aveia do cruzamento entre UFRGS 884087 e UFRGS 871547. Faculdade de Agronomia/UFRGS, Porto Alegre, RS, 1992.

onado genótipos de baixa estatura e panícula laxa para utilização como genitores em cruzamentos.

De outra maneira, Kummer (1985) sugere a existência de dois locos para nanismo, no cruzamento entre Palestine Dwarf x Romulus, onde um deles seria pleiotrópico para tipo de panícula, o qual não foi confirmado neste estudo nem nos trabalhos de Marshall & Murphy (1981) e Federizzi & Qualset (1989).

- MEYERS, K.B.; SIMMONS, S.R.; STUTHMAN, D.D. Agronomic comparison of dwarf and conventional height oat genotypes. *Crop Science*, Madison, v.25, n.6, p.964-966, 1985.
- PATTERSON, F.L.; SCHAFER, J.F.; CALDWELL, R.M.; COMPTON, L.E. Inheritance of panicle type, height, and straw strength of derivatives of Scotland Club oats. *Crop Science*, Madison, v.3, n.6, p.555-558, 1963.
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 21., 1989, Passo Fundo, RS. *Recomendações da comissão sul-brasileira de pesquisa de trigo*. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1989. 68p.
- SAS INSTITUTE INC. *SAS user's guide: statistics version. 5.cd*. Cary, 1985. 956p.
- SIQUEIRA, O.J.F. de; SCHERER, E.E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; PATELLA, J.F.; TEDESCO, M.J.; MILAN, P.A.; ERNANI, P.R. *Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1987. 100p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.L. *Principles and procedures of statistics*. New York: MacGraw-Hill, 1980. 418p.