

NOTAS CIENTÍFICAS

Resistência parcial à ferrugem-da-folha em genótipos de aveia⁽¹⁾

Gladis Cleci Hermes Thomé⁽²⁾, Sandra Cristina Kothe Milach⁽³⁾ e Luiz Carlos Federizzi⁽³⁾

Resumo – O objetivo deste trabalho foi determinar os diferentes níveis de resistência à ferrugem-da-folha em genótipos de aveia, e avaliar seu efeito sobre componentes do rendimento de grãos. Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em 1995 e 1996. Foram avaliados dez genótipos de aveia com reações diferenciadas à moléstia. A ferrugem-da-folha causou prejuízos no rendimento de grãos, em diferentes densidades de cultivo da aveia, e o peso de grãos foi o componente mais afetado. Porém, alguns genótipos, como o UFRGS 910906, não foram afetados, apesar de apresentarem níveis intermediários de severidade da moléstia, o que evidencia a possibilidade de combinar resistência parcial e potencial de rendimento num mesmo genótipo.

Termos para indexação: *Avena sativa*, *Puccinia coronata*, rendimento de grãos, severidade da moléstia.

Partial resistance of oat genotypes to crown rust

Abstract – The aim of this study was to determine the different levels of resistance to crown rust of oat genotypes, and to evaluate its effects on yield components. The experiments were carried out at the agronomy experimental station of the Universidade Federal do Rio Grande do Sul, in Rio Grande do Sul, Brazil, in 1995 and 1996. Ten genotypes with differentiated reactions to the disease were evaluated. Crown rust caused damage to grain yield, in different crop densities, and grain weight was the most affected yield component. However, some genotypes like UFRGS 910906 were not affected even at intermediate levels of the disease, showing thereby the possibility to combine partial resistance and yield potential in the same genotype.

Index terms: *Avena sativa*, *Puccinia coronata*, grain yield, disease level.

A aveia encontra-se entre os cereais de maior importância e produção mundial e tem se destacado no Sul do Brasil, principalmente pelo seu alto valor nutricional e sua grande utilidade na rotação de culturas (Carvalho & Federizzi, 1989). Os programas de melhoramento locais têm concentrado esforços no desenvolvimento de genótipos de aveia com ampla adaptação e

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 24 de abril de 2000.

Extraído da tese de doutorado do primeiro autor.

⁽²⁾ Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Dep. de Biologia, Av. Independência, 2293, CEP 96815-900 Santa Cruz do Sul, RS. E-mail: gthome@dbio.unisc.br

⁽³⁾ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Fac. de Agronomia, Dep. de Plantas de Lavoura, Caixa Postal 776, CEP 95501-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq. E-mail: milach@vortex.ufrgs.br, federizzi@vortex.ufrgs.br

resistência aos principais estresses abióticos e bióticos (Federizzi et al., 1991). Entretanto, a incidência e severidade de moléstias ainda é um fator limitante à expressão do potencial de rendimento dos genótipos disponíveis. A ferrugem-da-folha, causada pelo fungo *Puccinia coronata* Cda. f. sp. *avenae* Fr. & Led, é a moléstia que causa os maiores danos à cultura. Reduções significativas foram observadas tanto na produção de matéria seca (Rocha et al., 1995) quanto no rendimento e na qualidade dos grãos (Martinelli et al., 1994). A utilização de variedades resistentes ou menos suscetíveis apresenta-se como o método mais prático de controle da moléstia, pois não requer dos agricultores investimentos em produtos, maquinaria e mão-de-obra especializados, além de não causar danos ao ambiente. Variedades de aveia resistentes à ferrugem-da-folha têm sido desenvolvidas com genes de resistência total, e de grande efeito sobre o fenótipo. Porém, este tipo de resistência tem apresentado curta duração, em virtude da grande variabilidade do patógeno. Segundo Martinelli et al. (1998), a alta variabilidade das raças presentes e a diversidade de sua virulência fazem da população de *P. coronata*, encontrada no Sul do Brasil, uma das mais complexas do mundo. Além disso, essa região de cultivo apresenta condições de ambiente extremamente favoráveis para o estabelecimento e rápida multiplicação do patógeno.

Uma das estratégias consideradas para aumentar a durabilidade da resistência à ferrugem-da-folha é a utilização de genótipos com resistência do tipo parcial ou quantitativa. A resistência parcial resulta da interação de vários componentes que atrasam ou reduzem a magnitude de vários estádios do ciclo reprodutivo do patógeno, tornando mais lento o progresso da moléstia no campo (Parlevliet, 1979). Neste caso, a população patogênica não é suprimida inteiramente, mas evita-se que atinja níveis prejudiciais à cultura hospedeira, exercendo menor pressão de seleção sobre o patógeno (Shaner, 1996).

Variabilidade nos componentes da resistência parcial foi observada nos genótipos de aveia da UFRGS (Milach et al., 1996; Thomé et al., 1997). Entretanto, é necessário avaliar a correlação entre resistência parcial à ferrugem-da-folha em aveia e rendimento e qualidade dos grãos, a fim de que essas características possam ser combinadas no desenvolvimento de novos genótipos com alto potencial de rendimento, mesmo sob condições favoráveis ao desenvolvimento da moléstia.

Este trabalho teve por objetivo determinar os diferentes níveis de resistência à ferrugem-da-folha em genótipos de aveia e avaliar seu efeito sobre componentes do rendimento de grãos.

O trabalho foi desenvolvido no campo da Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul, RS, nos anos de 1995 e 1996. Foram avaliados dez genótipos de aveia do Programa de Melhoramento de Aveia da UFRGS, incluindo a cultivar UFRGS 7, altamente suscetível à ferrugem-da-folha, e nove linhagens com reações diferenciadas à moléstia (UFRGS 910906, UFRGS 911729-6, UFRGS 91905-2-3, UFRGS 921186, UFRGS 921197, UFRGS 921260, UFRGS 922003, UFRGS 93576 e UFRGS 93641-13).

Em 1995, os dez genótipos foram semeados no delineamento de blocos completamente casualizados, com quatro repetições. Os blocos, compostos por parcelas de quatro linhas de 3 m para cada genótipo, apresentavam espaçamento de 20 cm entre plantas e 30 cm entre linhas. A cultivar UFRGS 7 foi semeada no início, no meio e no fim de cada bloco, para servir como fonte de inóculo da ferrugem. A semeadura foi feita em 2/6/95, com emergência em 21/6/95. Em duas repetições, a ferrugem foi controlada com aplicações do fungicida tebuconazole, na dose de 75 L/ha. Foram feitas quatro aplicações, a partir da detecção da moléstia no campo, em 28/7/95.

Nesse ano, a severidade da moléstia foi avaliada em termos de porcentual de área foliar afetada, levando-se em conta todas as folhas verdes do colmo principal de 15 plantas individuais por genótipo, marcadas ao acaso nas repetições não tratadas com fungicida. As avaliações foram feitas em intervalos semanais, num total de cinco. A primeira avaliação foi feita em 1/9/95, quando a testemunha suscetível (UFRGS 7) apresentava em torno de 20% de severidade da moléstia, e a última foi feita em 3/10/95, no estágio de grão em massa. Nas parcelas não tratadas não foram feitas avaliações de severidade da moléstia, uma vez que ela foi totalmente controlada pelas aplicações de fungicida. Neste trabalho, o termo severidade refere-se à área foliar afetada pela ferrugem-da-folha, sem levar em conta o tipo de infecção. Para determinar o nível de resistência dos genótipos à ferrugem-da-folha, foi calculada a área sob a curva de progresso da moléstia (ASCP), através da fórmula utilizada por Das et al (1992):

$$ASCP = \sum_{i=1}^{n-1} [(x_i + x_{i+1}) / 2] (t_{i+1} - t_i)$$

onde:

n = número de avaliações;

t_i = data da avaliação;

t_{i+1} = data da avaliação seguinte à t_i ;

x_i = severidade da moléstia na data t_i ;

x_{i+1} = severidade da moléstia na data t_{i+1} .

Após a maturação das plantas no campo, foram coletadas as panículas do colmo principal de cinco plantas por genótipo, de todas as repetições. Os componentes do rendimento de grãos avaliados em cada genótipo foram: peso da panícula (g), número de grãos por panícula e peso de 100 grãos (g). O tamanho da panícula foi determinado através da medida desde a inserção da primeira ramificação até o ápice, incluindo a arista quando esta estava presente.

Em 1996, os genótipos foram semeados em parcelas de cinco linhas de 5 m, na densidade de 300 plantas/m², com seis repetições. A semeadura foi feita em 25/6/96, e a emergência foi em 9/7/96. Três repetições foram tratadas com fungicida, na mesma dose utilizada em 1995. Foram feitas três aplicações, a partir da detecção da moléstia no campo em 6/9/96. As avaliações de severidade foram realizadas com base nas parcelas não tratadas, e a primeira avaliação foi feita em 11/10/96, quando a testemunha suscetível apresentava em torno

de 20% de severidade, totalizando quatro avaliações. Foram avaliados os mesmos componentes de rendimento do ano anterior, com base em cinco panículas por genótipo/repetição. Além destes, também foram determinados o peso do hectolitro (kg/hL) e o rendimento de grãos (kg/ha), com base nas três linhas centrais de cada parcela.

Para comparar os componentes do rendimento de grãos entre os tratamentos com e sem fungicida, em cada ano, foi utilizado o teste t de comparação de médias ($\alpha = 0,05$). Os dados de ASCP foram transformados pela raiz quadrada (\sqrt{x}), a fim de se obter a normalidade das variâncias. Em seguida, foram submetidos à análise de variância, e as médias foram separadas pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$). Para determinar o nível de associação entre os componentes de rendimento de grãos e o nível de resistência dos genótipos à ferrugem-da-folha, foi utilizada a análise de correlação.

Em ambos os anos de realização dos experimentos, as condições do ambiente foram extremamente favoráveis ao patógeno. O UFRGS 7 foi o genótipo mais afetado pela ferrugem-da-folha, pois apresentou os maiores valores de ASCP (Tabela 1).

Vários genótipos apresentaram progresso lento da moléstia, chegando ao estágio de grãos em massa com reduzida ASCP. Mesmo assim, alguns deles foram afetados negativamente pela ferrugem em alguns dos caracteres avaliados. Em especial, salienta-se o genótipo UFRGS 922003, que foi afetado de forma significativa na maioria dos caracteres avaliados. Isto mostra que o simples fato de um genótipo apresentar baixa severidade da ferrugem-da-folha não garante que não venha a sofrer prejuízos em termos de rendimento.

Em 1996, o rendimento, o peso de grãos e o peso do hectolitro foram os caracteres mais afetados pela ferrugem. Os genótipos UFRGS 93641-13, UFRGS 921260 e UFRGS 922003 apresentaram progresso lento da moléstia, com ASCP variando entre 35,6 e 230,2 (Tabela 1). Entretanto, tiveram seu rendimento ou peso do hectolitro afetados negativamente pela ferrugem. Por

Tabela 1. Médias da área sob a curva de progresso da moléstia (ASCP) avaliada nos tratamentos sem fungicida, em dez genótipos de aveia cultivados com espaçamento maior, em 1995, e na densidade de 300 plantas/m², em 1996.

Genótipo	ASCP ⁽¹⁾	
	1995	1996
UFRGS 7	847,0a	1627,5a
UFRGS 93576	180,3b	229,0b
UFRGS 910906	51,6c	193,9bc
UFRGS 91905-2-3	24,5d	267,4b
UFRGS 911729-6	13,2e	182,5bc
UFRGS 921260	2,6e	58,0c
UFRGS 922003	6,2ef	230,2b
UFRGS 93641-13	2,8ef	35,6c
UFRGS 921186	1,7f	270,1b
UFRGS 921197	1,4f	169,9bc
C.V. (%)	33,3	32,9

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

outro lado, o genótipo UFRGS 910906, apesar de apresentar ASCP de nível intermediário que não diferiu significativamente da maioria dos demais genótipos avaliados, não teve nenhum dos componentes de rendimento afetados de forma significativa, o que indica que é possível obter genótipos de aveia parcialmente resistentes, com potencial de rendimento na presença de níveis intermediários de severidade da ferrugem-da-folha.

As análises de correlação corroboraram os resultados obtidos na análise dos componentes de rendimento, pois evidenciaram associação negativa e significativa entre o progresso da ferrugem no campo (ASCP) e o peso de grãos (Tabela 2). Resultados similares foram obtidos em estudos feitos com cultivares norte-americanas de aveia (Singleton et al., 1982; Bissonnette et al., 1994). O fato de o caráter peso de grãos não ser definido nos estádios iniciais de ontogenia da planta, mas sim em estádios mais avançados que podem coincidir com o período de maior progresso da moléstia no campo, é a explicação mais provável. O peso da panícula também apresentou associação negativa com a ASCP o que, provavelmente, refletiu sua correlação positiva e significativa com o peso de grãos. O mesmo foi observado quanto ao peso do hectolitro em 1996 (Tabela 2).

Não foi detectada correlação entre ASCP e número de grãos, tanto em 1995 quanto em 1996 (Tabela 2). O número de grãos por panícula/planta e, conseqüentemente, o peso destes, pode ter sido influenciado pelo espaçamento entre plantas. O fato de terem sido encontrados resultados semelhantes nos dois anos, mesmo tendo sido avaliados de formas diferentes (plantas com maiores espaços entre si em 1995, parcelas em 1996), sugere que tais estimativas podem ser obtidas mesmo em plantas com maiores espaços entre si, o que é uma condição comum em programas de melhoramento na fase de seleção em populações segregantes.

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que a ferrugem-da-folha causa prejuízos no rendimento de grãos de aveia, em diferentes densidades de cultivo, e que o peso de grãos é o componente mais afetado. Porém, alguns genótipos, apesar de apresentarem níveis intermediários de severidade da moléstia, não tiveram seu rendimento afetado, o que evidencia a possibilidade de combinar resistência parcial e potencial de rendimento num mesmo genótipo.

Tabela 2. Coeficientes de correlação entre os caracteres peso de panícula (PESOPAN), número de grãos por panícula (NGRÃO), peso de 100 grãos (PCG), peso do hectolitro (PH), rendimento (REND) e a área sob a curva de progresso da moléstia (ASCP). Avaliações feitas em dez genótipos de aveia, cultivados com espaçamento maior, em 1995 (n = 50) e na densidade de 300 plantas/m² em 1996 (n = 30).

Caracteres	NGRÃO		PCG (g)		PH ⁽¹⁾ (kg/hL)		REND ⁽¹⁾ (kg/ha)		ASCP	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
PESOPAN (g)	0,67*	0,56*	0,50*	0,59*	-	0,23	-	0,50*	-0,39*	-0,46*
NGRÃO			-0,25	-0,28	-	-0,25	-	0,15	0,24	0,07
PCG (g)	-	-	-	-	-	0,66*	-	0,46*	-0,80*	-0,73*
PH (kg/hL)	-	-	-	-	-	-	-	0,38*	-	-0,78*
REND (kg/ha)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,38*

⁽¹⁾ Caracteres avaliados somente em 1996. * Significativo a 5% de probabilidade.

Referências

- BISSONNETTE, S. M.; DARCY, C. J.; PEDERSEN, W. L. Yield loss in two spring oat cultivars due to *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* in the presence or absence of barley yellow dwarf virus. **Phytopathology**, St. Paul, v. 84, n. 4, p. 363-371, 1994.
- CARVALHO, F. I. F.; FEDERIZZI, L. C. Evolução da cultura de aveia no Sul do Brasil. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, v. 102, p. 16-19, 1989.
- DAS, M. K.; RAJARAM, S.; MUNDT, C. C.; KRONSTAD, W. E. Inheritance of slow-rusting resistance to leaf rust in wheat. **Crop Science**, Madison, v. 32, n. 6, p. 1452-1456, 1992.
- FEDERIZZI, L. C.; CARVALHO, F. I. F.; BARBOSA NETO, J. F. Programas de melhoramento genético de aveia no Sul do Brasil: possibilidades e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE AVEIA, 11., 1991, Passo Fundo. **Resultados experimentais...** Passo Fundo : Universidade de Passo Fundo, 1991. p. 3-11.
- MARTINELLI, J. A.; CHAVES, M. S.; FEDERIZZI, L. C.; MILACH, S. C. K.; ALMEIDA, J. L. Análise da virulência de alguns isolados de *Puccinia coronata avenae* no Sul do Brasil. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18., 1998, Londrina. **Resultados experimentais...** Londrina : IAPAR, 1998. p. 17-19.
- MARTINELLI, J. A.; FEDERIZZI, L. C.; BENNEDETI, A. C. Redução do rendimento de grãos de aveia em função da severidade da ferrugem-da-folha. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 20, n. 2, p. 116-118, 1994.
- MILACH, S. C. K.; THOMÉ, G. C. H.; FEDERIZZI, L. C.; BOTHONA, C. R. A.; CABRAL, C. B.; MATINELLI, J. A. Characterization of partial resistance to oat crown rust through the area under the disease progress curve. In: INTERNATIONAL OAT CONFERENCE, 5., 1996, Saskatoon. **Proceedings...** Saskatoon : University of Saskatchewan, 1996. v. 2, p. 752-754.
- PARLEVLIET, J. E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 17, p. 203-222, 1979.
- ROCHA, A. B.; BÜTTENBENDER, D.; MUNDSTOCK, C. M. Ocorrência de ferrugem-da-folha e seus efeitos sobre a matéria seca da parte aérea e rendimento de grãos de seis genótipos de aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SULBRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 15., 1995, Guarapuava, 1995. **Resultados experimentais...** Guarapuava : Cooperativa Agrária, 1995. p. 167-168.
- SHANER, G. Breeding for partial resistance in oat to rusts. In: INTERNATIONAL OAT CONFERENCE, 5., 1996, Saskatoon. **Proceedings...** Saskatoon : University of Saskatchewan, 1996. v. 1, p. 307-313.
- SINGLETON, L. L.; MOORE, M. B.; WILCOXSON, R. D.; KERNKAMP, M. F. Evaluation of oat crown rust disease parameters and yield in moderately resistant cultivars. **Phytopathology**, St. Paul, v. 72, n. 5, p. 538-540, 1982.
- THOMÉ, G. C. H.; MILACH, S. C. K.; VOLK, L. B. da S. A.; FEDERIZZI, L. C. Tamanho de pústula: um componente importante da resistência parcial à ferrugem-da-folha em aveia. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 262-264, 1997.