

HERANÇA DA RESISTÊNCIA DE MILHO A *PRATYLENCHUS* SPP. (1)

EDUARDO SAWAZAKI (2, 5), ANA INES LUCENA LORDELLO (3)
e RUBENS RODOLFO ALBUQUERQUE LORDELLO (4, 5)

RESUMO

As espécies de nematóides que mais causam problemas na cultura do milho no Brasil são *Pratylenchus zaeae* e *P. brachyurus*. O uso de variedades resistentes é o método ideal de controle, sendo que já foram identificadas fontes de resistência em alguns genótipos de milho. Utilizou-se a linhagem Col 2(22), considerada como resistente, e a lp 48-5-3, como suscetível, mais as gerações F1, F2 e retrocruzamentos com o objetivo de obter informações sobre a herança da resistência. Avaliaram-se esses genótipos em campo, em área infestada por *P. zaeae* (76%) e *P. brachyurus* (24%), em Pindorama. Plantou-se o experimento em janeiro de 1986 e, após oitenta dias, coletaram-se amostras de raízes dos tratamentos para avaliação do número de nematóides por grama de raiz. Os resultados mostraram que a diferença observada quanto à resistência entre as linhagens Col 2(22) e lp 48-5-3 é, provavelmente, devida a dois pares de genes dominantes de efeitos genéticos aditivos. As herdabilidades no sentido amplo e restrito foram altas, respectivamente 82,0 e 80,8%.

Termos de indexação: milho, herança, resistência, nematóides, *Pratylenchus zaeae*, *Pratylenchus brachyurus*.

(1) Trabalho apresentado no XV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, realizado em Belo Horizonte (MG), em 4-8 de agosto de 1986. Recebido para publicação em 2 de julho de 1986.

(2) Seção de Milho e Cereais Diversos, Instituto Agronômico (IAC), Caixa Postal 28, 13001 Campinas (SP).

(3) Laboratório de Nematologia, EMBRAPA/IAC.

(4) Laboratório de Nematologia, IAC.

(5) Com bolsa de suplementação do CNPq.

1. INTRODUÇÃO

Os nematóides de maior importância para a cultura do milho no Brasil, pela sua patogenicidade, distribuição e elevado número de indivíduos, são *Pratylenchus zeae* e *P. brachyurus*, como mostram os trabalhos de LORDELLO (1961, 1974), MONTEIRO (1963), LORDELLO et al. (1982, 1983 e 1985a) e BRANCA-LION & LORDELLO (1982). Estudos de seu controle com nematicidas sistêmicos mostraram alta eficiência de alguns produtos, porém as dosagens empregadas nem sempre foram economicamente viáveis (LORDELLO et al., 1982, 1983 e 1985a).

A existência de variabilidade genética em milho quanto à resistência a *Pratylenchus* spp. foi constatada por GEORGI et al. (1983) e LORDELLO et al. (1985b). Esses autores mostraram a viabilidade do uso de variedades resistentes como método de controle dessa praga, cujos danos são relevantes em algumas regiões do Estado, principalmente nos plantios tardios (LORDELLO et al., 1985a).

Os trabalhos de LORDELLO et al. (1985a,b) identificaram os híbridos simples Hs 1228 [lp 48-5-3 x Col 2(22)] e Hs 1227 (lp 48-5-3 x lp 365-1), respectivamente, como resistente e suscetível a *Pratylenchus* spp., o que permitiu concluir que a resistência era conferida pela linhagem Col 2(22). Com base nesses dados, utilizaram-se as linhagens Col 2(22) e lp 48-5-3 para estudo da herança da resistência a *Pratylenchus* spp., cujos resultados são apresentados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A linhagem de milho Col 2(22), originária de milho duro branco da Colômbia, à qual foi transferida a cor amarela (MIRANDA et al., 1978) e a lp 48-5-3, obtida da variedade de milho cateto Assis Brasil (MIRANDA et al., 1977), mais as respectivas gerações F1, F2 e retrocruzamentos, foram plantadas em 9/1/86 em uma área infestada por *Pratylenchus zeae* e *P. brachyurus*, nas proporções de 74 e 26% respectivamente, na Estação Experimental de Pindorama. Os tratamentos foram repetidos em dois blocos, sendo a parcela constituída de uma linha para as linhagens e geração F1, e por duas linhas de 8 m para a geração F2 e retrocruzamentos. Utilizou-se o espaçamento de 1 metro entre linhas por 0,2 metro entre plantas. A linhagem lp 48-5-3 foi utilizada como controle, intercalada entre os demais tratamentos, com o objetivo de medir a variação da infestação dos nematóides entre as parcelas. No plantio, colocaram-se três sementes por cova para assegurar o estande. Posteriormente, o excesso de plantas foi desbastado, ficando uma planta por cova.

Efetou-se a coleta de raízes para avaliação do número de nematóides 80 dias após o plantio, amostrando-se dez plantas para as linhagens e geração F1, cinquenta plantas para a F2 e retrocruzamentos e quatro para o controle em cada repetição.

Para extração dos nematóides, tomaram-se, sempre que possível, 10 g de raízes, utilizando-se o processo do liquidificador associado às peneiras e ao Baermann modificado, como descrito por LORDELLO et al. (1982), acrescido das seguintes alterações: (a) uso do liquidificador durante trinta segundos por amostra; (b) retirada do excesso de água das raízes, comprimindo-as entre duas espumas de plástico de 2 cm de espessura; (c) a suspensão obtida foi passada na peneira 100 e coletada na 325 e, em seguida, lavada com 1,5 litro d'água.

Devido às dificuldades do processo de avaliação do número de nematóides, avaliaram-se apenas cinquenta plantas para a geração F2 e retrocruzamentos e dezoito para a linhagem Ip 48-5-3; na linhagem Col 2(22) e geração F1, avaliaram-se todas as parcelas.

Os resultados, em número de nematóides por grama de raiz, foram utilizados na forma original e transformados em logaritmo, para obtenção das médias e variâncias. Obtiveram-se as estimativas de herdabilidade no sentido amplo e no restrito com os dados transformados em logaritmo, respectivamente, segundo os métodos descritos por PETR & FREY (1966) e WARNER (1952), e o grau de dominância, pela fórmula de PETR & FREY (1966).

Os testes de escala e escala conjunta, relatados por MATHER & JINKS (1971), foram utilizados para testar a adequação dos dados ao modelo aditivo dominante. O de escala conjunta serviu também para estimar os parâmetros genéticos de aditividade (\hat{a}) e dominância (\hat{d}).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das contagens de nematóides por grama de raiz encontram-se no quadro 1. A linhagem Col 2(22) e a geração F1, comercialmente conhecida por IAC Hs 1228, apresentaram baixo número de *Pratylenchus* spp. nas raízes, o que mostra alta resistência desses genótipos, confirmando os resultados de LORDELLO et al. (1985a,b). O comportamento das gerações F1 e $RC_{Col\ 2(22)}$ igual ao pai resistente, indica que a resistência a *Pratylenchus* spp. é de dominância completa. A distribuição observada na geração F2 foi contínua, unimodal com assimetria negativa, apresentando plantas iguais aos pais e intermediárias. Considerando o total de plantas avaliadas e o número de suscetíveis (iguais à linhagem Ip 48-5-3) na geração F2, pode-se concluir que no máximo dois pares de genes devem estar envolvidos na resistência a *Pratylenchus* spp.

Os resultados do teste de escala e de escala conjunta, no quadro 2, mostram que as médias dos genótipos, em número de nematóides por grama de raiz, ajustam-se ao modelo aditivo dominante, e que não há evidência de interação alélica entre os genes que condicionam a resistência. Os parâmetros genéticos de aditividade (\hat{a}) e dominância (\hat{d}) obtidos no teste de escala conjunta fo-

ram equivalentes em magnitude, indicando que os genes responsáveis pela resistência têm ação genética aditiva e dominância completa. O grau de dominância foi de 0,93, confirmando o resultado anterior.

Os valores obtidos para herdabilidade no sentido amplo e restrito foram altos, respectivamente 82,0 e 80,8%, indicando que as diferenças observadas entre os genótipos são, em sua maior parte, de natureza genética. Esses resultados também mostraram que as variações ambientes do campo, amostragem e do método de avaliação foram pequenas.

QUADRO 1. Média, variância, número de plantas e sua distribuição em classes de número de nematóides por grama de raiz, em populações parentais e segregantes de milho. Campinas, 1986

Populações	Classes (1)																N (2)	Média (3)		Variância	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	>15		x	log x	x	log x
Ip 48-5-3										1	1	3	-	2	1	10	18	834	2,90	78670	0,0197
Col 2(22)	10	8	2														20	53	1,70	438	0,0252
F1	4	10	4	2													20	83	1,86	1692	0,0481
F2	2	3	5	9	6	5	4	2	4	2	2	-	1	-	2	3	50	337	2,40	91297	0,1237
RC _{Ip 48-5-3}		1	2	5	7	6	5	1	5	2	2	3	2	1	-	8	50	444	2,60	82864	0,0746
RC _{Col 2(22)}	31	16	2	1													50	47	1,60	1050	0,0728

(1) As classes referem-se a intervalos progressivos de 50 nematóides por grama de raiz (1 = 0-49, 2 = 50-99,...). (2) N = número de plantas. (3) Nematóides por grama de raiz.

QUADRO 2. Valores de A, B e C do "teste de escala" e dos parâmetros média (\hat{a}) e (\hat{d}) do "teste de escala conjunta" para o número de nematóides por grama de raiz

Teste de escala	Teste de escala conjunta
A = -29 ± 642	$\hat{m} = 501,99 \pm 43,76$
B = -42 ± 80	$(\hat{a}) = 458,66 \pm 43,94$
C = 295 ± 1244	$(\hat{d}) = 419,87 \pm 45,96$
	$\chi^2 (3gl) = 2,82 \text{ ns}$

Considerando a hipótese de a resistência a *Pratylenchus* spp. ser condicionada por dois genes independentes, de ação genética aditiva e dominante, ter-se-ão três classes fenotípicas na geração F2 e retrocruzamentos com o pai suscetível. Denominando os genes de A e B, os genótipos A_B_ seriam resistentes, A_bb e aaB_, intermediários, e aabb, suscetíveis. As porcentagens teóricas de frequência em cada classe são respectivamente de 56,25:37,5:6,25% para a geração F2, e de 25:50:25% para o retrocruzamento. No quadro 3, encontram-se as frequências esperadas e observadas em cada classe fenotípica, e o teste de χ^2 . Na geração F2, o teste de χ^2 foi significativo, indicando que os desvios observados não são devidos ao acaso, enquanto no retrocruzamento, o χ^2 não foi significativo, mostrando ser aceitável a teoria de dois genes dominantes de ação aditiva. O desbaste do excesso de plantas é um dos fatores que pode ter contribuído para os desvios significativos da frequência de plantas observadas em F2.

A população das espécies de nematóides numa amostra geral dos tratamentos consistiu em 76% de *P. zae* e 24% de *P. brachyurus*, próximas das porcentagens encontradas por LORDELLO et al. (1985a). Não foram determinadas as porcentagens dessas espécies nos genótipos contrastantes quanto à resistência, ficando a dúvida se a resistência observada na linhagem Col 2(22) atua contra uma ou ambas as espécies.

QUADRO 3. Resultado da análise da geração F2 e do retrocruzamento com o pai suscetível considerando a hipótese de a resistência a *Pratylenchus* spp. ser condicionada por dois genes dominantes e de efeitos aditivos

Classes fenotípicas	Frequência		χ^2
	Observada	Esperada	
Geração F2			
Resistente	19	28	2,89 ns
Intermediário	21	19	0,21 ns
Suscetível	10	3	16,33**
		(3 gl)	19,43**
Retrocruzamento Ip 48-5-3			
Resistente	8	12,5	1,62 ns
Intermediário	24	25	0,04 ns
Suscetível	18	12,5	2,42 ns
		(3 gl)	4,08 ns

Obs.: Resistente abrange as classes 1 a 4; intermediário, 5 a 9, e suscetível, as classes maiores que 10, conforme quadro 1.

4. CONCLUSÕES

1) A resistência a *Pratylenchus* spp. observada na linhagem Col 2(22) é, provavelmente, devida a dois pares de genes dominantes de efeito aditivo.

2) As estimativas de herdabilidade no sentido amplo e no restrito foram altas, respectivamente de 82,0 e 80,8%.

SUMMARY

INHERITANCE OF CORN RESISTANCE TO PRATYLENCHUS SPP.

The species *Pratylenchus zae* and *P. brachyurus* are the most important nematodes in Brazilian corn fields. Their control with systemic nematicides is efficient but frequently not economic. Previous work indicated that resistance to these nematodes could be found in some corn genotypes. The inheritance of corn resistance to the nematodes was studied using lines of Col 2(22) (resistant) and Ip 48-5-3 (susceptible), the generations F1, F2 and backcrosses. The genotypes were sowed in a field infested with *P. zae* (76%) and *P. brachyurus* (24%). The experiment was carried out at the Pindorama Experimental Station, State of São Paulo, Brazil, in January of 1986. Eighty days after planting the number of nematodes per gram of roots was determined. The results indicated that the resistance to this pest for the line Col 2(22) was due to two dominant genes with additive effect. The heritability was high in broad and narrow sense being respectively 82.0% and 80.8%.

Index terms: corn, inheritance, resistance, nematodes, *Pratylenchus zae*, *Pratylenchus brachyurus*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANCALION, A.M. & LORDELLO, L.G.E. Emprego de aldicarb e carbofuran no controle de nematóides em cultura de milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 5., Londrina, 1981. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Nematologia, 1982. p.197-202. (Publicação, 5)
- GEORGI, L.; FERRIS, J.M. & FERRIS, V.R. Population development of *Pratylenchus hexincisus* in eight corn inbreds. *Journal of Nematology*, **15**(2):243-252, 1983.
- LORDELLO, A.I.L.; LORDELLO, R.R.A.; TREVISAN, W.L. & SOLFERINI, O.B. Efeito do Carbofuran sobre uma população de *Pratylenchus* spp. em raiz de milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 5., Londrina, 1981. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Nematologia, 1982. p.35-39. (Publicação, 5)
- ; SAWAZAKI, E.; LORDELLO, R.R.A. & ALOISI SOBRINHO, J. Avaliação de cultivares de milho em área infestada por *Pratylenchus* spp. em duas épocas de plantio. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, **9**:7, 1985a. (Resumo)

- LORDELLO, L.G.E. Milho atacado por nematóides. São Paulo Agrícola, São Paulo, **3**(30): 6, 1961.
- . Observações sobre incidência de nematóides em uma cultura de milho. In: REUNIÃO DE NEMATOLOGIA, Piracicaba, 1974. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Nematologia, 1974. p.33-36. (Publicação, 1)
- LORDELLO, R.R.A.; LORDELLO, A.I.L.; SAWAZAKI, E. & ALOISI SOBRINHO, J. Reação de genótipos de milho a *Pratylenchus* spp. em campo. Nematologia Brasileira, Piracicaba, **9**:163-173, 1985b.
- ; SAWAZAKI, E.; LORDELLO, A.I.L. & ALOISI SOBRINHO, J. Controle de *Pratylenchus* spp. em milho com nematicidas sistêmicos e com torta de mamona. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 7., Brasília, 1983. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Nematologia, 1983. p.241-250. (Publicação, 7)
- MATHER, K. & JINKS, J.L. Biometrical genetics: the study of continuous variation. 2.ed. London, Chapman and Hall, 1971. 382p.
- MIRANDA, L.T. de; MIRANDA, L.E.C. de; POMMER, C.V. & SAWAZAKI, E. Melhoramento do cultivar de milho IAC-1. Bragantia, Campinas, **37**(8):63-70, 1978.
- ; ———; ——— & ———. Oito ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho IAC-1. Bragantia, Campinas, **36**(18):187-196, 1977.
- MONTEIRO, A.R. Pratylenchose do milho. Revista de Agricultura, Piracicaba, **38**:177-187, 1963.
- PETR, F.C. & FREY, K.J. Genotypic correlations, dominance and heritability of quantitative characters in oats. Crop Science, **6**:259-262, 1966.
- WARNER, J.N. A method for estimating heritability. Agronomy Journal, **44**:427-430, 1952.