

RESISTÊNCIA DA CULTURA DO MILHO A NEMATÓIDES DO
GÊNERO Pratylenchus: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Luiz Alexandre Nogueira da Sá¹

1989

1- Engº Agrº, M.S., CNPDA/EMBRAPA, Caixa Postal 69, CEP 13.820, JAGUARIÚNA - SP

I. INTRODUÇÃO.

A maioria das lavouras de milho encontram-se infestadas naturalmente por nematóides fitoparasitos. Cerca de 100 espécies desses nematóides tem sido associados à cultura do milho no mundo, das quais 60 delas nos Estados Unidos (NORTON, 1978).

Os nematóides mais conhecidos atacando milho nos Estados Unidos, os quais apresentam uma distribuição regional são *Pratylenchus zea*, *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne* spp. e outros como *Belonolaimus* spp. e *Hoplolaimus galeatus* (BIRD, 1978 e NORTON, 1978).

São oito as espécies de nematóides conhecidas atacando a cultura do milho no cinturão do milho, em Iowa - EUA; com uma maior dispersão de *Pratylenchus hexincisus* e *Pratylenchus scribneri* (GEORGI et al., 1983; NORTON, 1983 e WAUDO & NORTON, 1983). Estas duas espécies também ocorrem no México e na Venezuela (KNOBLOCH & LAUGHLIN, 1973 e LOOF, 1964).

No Brasil a cultura do milho tem-se expandido bastante apresentando uma área colhida de 13.499.445 ha. e com uma produção de milho em grãos de 26.786.647 ton. no ano de 1987, segundo ANUARIO ESTATISTICO DO BRASIL (1987/88).

Os principais fitonematóides nesta cultura no Brasil são *P. zea*, e *P. brachyurus* (LORDELLO & ZAMITH, 1960); (LORDELLO, 1961; 1974); (MONTEIRO, 1963); (LORDELO et al., 1982; 1983; 1985a; 1985b e 1989) e (SAWAZAKI et al., 1987). Medidas de controle a essas espécies de nematóide tem aumentado em até duas vezes e meia a produção de milho, de acordo com LORDELLO et al. (1983).

Dentre os vários métodos de controle a nematóides destaca-se a utilização de variedades resistentes, onde existe fontes de resistência em certos genótipos de milho.

Algumas plantas sofrem ataque de restrito número de nematóides devido a seus mecanismos de defesa. As plantas apresentam diferentes tipos de defesa, de acordo com COWLING & HORSEFALL (1980), onde as primeiras barreiras que os nematóides encontram são os exudatos tóxicos liberados pelas raízes, as barreiras da estrutura da epiderme da raiz, substâncias tóxicas sintetizadas pelo vegetal como as fitoalexinas entre outras.

O objetivo da presente revisão é abordar a resistência da cultura do milho a nematóides do gênero *Pratylenchus*.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

O método mais efetivo e econômico de controle de nematóides é através do uso de variedades resistentes. Na presente revisão poucos foram os trabalhos encontrados visando obter variedades resistentes e, muito pouco material resistente está disponível aos agricultores.

Segundo NORTON (1983) não há variedades resistentes de milho registradas no controle de *Pratylenchus* nos Estados Unidos.

Um dos grandes impedimentos na busca e desenvolvimento de variedades resistentes está no fato de que não são completamente entendidos os mecanismos de resistência das plantas aos nematóides, especialmente porque ocorrem complexas reações bioquímicas. Associadas as relações nematóides-plantas também atuam fatores externos como temperatura, umidade, substâncias químicas do solo entre outros. O balanço de fatores favoráveis e desfavoráveis determina o sucesso ou o fracasso do parasitismo (ROHDE, 1965).

Para a cultura do milho LORDELLO & ZAMITH (1960) e LÓRDELLO (1961) estudaram uma doença causada por nematóides do gênero *Pratylenchus* em alguns municípios do Estado de São Paulo. MONTEIRO (1963) denominou de pratylenose, a doença causada pelos nematóides das raízes *P. brachyurus* e *P. zea* em 11 localidades do Estado de São Paulo.

FERRAZ (1977) estudando alguns nematóides parasitos de plantas no Estado do Acre verificou a ocorrência de *P. brachyurus* na cultura do milho em Porto Velho.

Os nematóides deste gênero além de penetrar nas raízes

se deslocam dentro desta provocando o aparecimento de galerias, sendo estes considerados um grupo dos mais prejudiciais à planta.

TARTER (1971) testou número diferente de *P. zea* inoculados em vasos plantados com milho, e verificou uma correlação negativa altamente significativa entre o número de nematóides no indúculo inicial e a produção final do experimento.

SOUTHARDS (1971) estudou o efeito da profundidade de aração e a seleção de hospedeiros sobre a densidade populacional de *Meloidogyne incognita* e *P. zea*. O autor verificou que o milho deveria ser considerado como um hospedeiro ineficiente ao *M. incognita*, onde sua população foi mantida num nível suficiente, sendo um fator importante em certas rotações. O aumento de *P. zea* no milho mostrou-se também inexpressivo, podendo aumentar para um alto nível, e talvez causar danos a outros hospedeiros. Por um período de dois anos, os nematóides aumentaram cerca de sete vezes no fumo, permanecendo aproximadamente no mesmo nível no milho, e decrescendo a baixos níveis de detecção nas parcelas alqueivadas. Ainda segundo SOUTHARDS (1971), há evidência de que os nematóides devam sobreviver por um ou mais anos na ausência de um hospedeiro, ou na associação com uma planta hospedeira inadequada.

Também STRADIOTO et al. (1983) estudando a dinâmica populacional de *P. brachyurus* em milho e nas plantas daninhas presentes na área, verificaram que certas plantas daninhas perenes garantem a sobrevivência e reprodução deste nematóide durante a entressafra de cultivos de milho. Os autores concluíram que a eliminação dos restos de cultura e das plantas daninhas

ocorrentes na entressafra é uma medida altamente recomendável.

No norte do cinturão de milho nos EUA, os nematóides mais comuns que parasitam milho também parasitam a soja, utilizada comumente em rotação com milho; sendo que este parasitismo por *Pratylenchus* spp. tanto no milho como na soja conhecimento de resistência, tolerância e da habilidade das raízes de se recuperarem em qualquer planta que suporte grande número de nematóides; aumentando assim as chances da lavoura subsequente vir a ser danificada.

A cultura do milho suporta altas populações de *M. incognita*, *P. minor*, *Pratylenchus* spp. e *M. ornata*; segundo JOHNSON (1975), que recomendou certos cultivares de milho doce como resistentes à injúria provocada pelos seguintes nematóides *P. minor*, *M. ornata*, *H. dihystra* e *Pratylenchus* spp.

BURTON (1980) registrou linhas congênicas de milho miúdo granulado "tift" resistentes aos nematóides dos gêneros *Belonolaimus* e *Pratylenchus*.

Foram testados oito híbridos de milho em casa de vegetação e no campo para se verificar a suscetibilidade a *P. hexincisus* avaliando-se através do desenvolvimento da população desse nematóide. Os híbridos H 60, H 95 e H 85 suportaram baixas populações deste nematóide. Aparentemente, as diferenças bioquímicas desenvolvidas pelo opaco 2 (alto teor de lisina) e pelos genes "brown midrib" não afetaram *P. hexincisus*, uma vez que o gene opaco 2 é principalmente expresso (ou exclusivamente) no endosperma, e sua presença não confere uma resposta do parasito das raízes (GEORGI et al., 1983).

A resistência do milho ao nematóide da lesão radicular

Pratylenchus spp. é mais difícil de ser encontrado e incorporado que a resistência a nematóides do gênero *Meloidogyne* spp., devido as relações hospedeiro-parasito serem complexas. Os genótipos de milho reagem diferentemente a espécies individuais de *Pratylenchus*, sendo que a suscetibilidade de espécies de nematóides aumenta nos vários híbridos comerciais numa mesma área (NORTON, 1983).

Os melhoristas de milho, inicialmente procuraram incorporar a resistência em híbridos aceitos comercialmente, sem antes conhecê-la. A procura dessa resistência nas variedades de germoplasma selvagem, incluindo os tipos de milho duro, dentado, pipoca, "pod" e doce tem sido feito no mundo inteiro. Testou-se coleções de teosinte (*Zea mexicana*), frequentemente tido como o precursor do milho moderno, e *Z. diploperennis*, uma espécie perene relatada em milho. Segundo NORTON (1983) e NORTON et al. (1985) o teosinte é tão suscetível a *P. hexincisus* como muitos materiais dentado e duro. Se o teosinte é um milho primitivo, a suscetibilidade a esse nematóide deve ter sido adquirida ao longo da evolução natural.

Para *Z. diploperennis* encontrou-se a melhor fonte conhecida de resistência a *P. hexincisus*, *P. scribneri* e *H. pseudorobustus*. Entretanto, espécies de *Andropogon*, *Tripsacum* e *Zea luxurians* não foram ainda testadas, mas alguns resultados preliminares sugerem relações interessantes de *Pratylenchus* spp. entre outros membros da família *Andropogoneae* (NORTON et al., 1985).

As variações populacionais de *P. hexincisus* e/ou *P.*

scribneri em 18 híbridos de milho foram estudadas em casa de vegetação e no campo por WAUDO & NORTON (1983). Os híbridos A6 19Ht vs A6 32Ht e Mo 17Ht vs B73Ht ou C 123, hospedaram estes nematóides servindo como teste para monitorar a reprodução dos mesmos no meio. Os híbridos C 123Ht, Mo 17Ht e W64Aht suportaram significativamente mais *P. scribneri* por grama de raiz seca que os demais; e o C 123Ht suportou significativamente mais *P. hexincisus*.

LORDELLO et al. (1984 e 1985b) estudaram numa área infestada por *P. zea* e *P. brachyurus* no Estado de São Paulo, a reação de genótipos de milho ao ataque e multiplicação dessas espécies de nematóides. Foram feitas amostragens para avaliação de nematóides em três épocas do ciclo da cultura, as quais permitiram separar os genótipos em resistentes, intermediários e suscetíveis. Os cultivares IAC-1 XVIII e MAYA XIX apresentaram menor número de nematóides em suas raízes quando comparadas as variedades originárias IAC_1 VII e MAYA VIII, respectivamente, evidenciando que a seleção para produção conduzida nestes genótipos está proporcionando maior resistência a esses nematóides. Houve evidências que a resistência foi condicionada por genes dominantes complementares. Ainda LORDELLO et al. (1985a) avaliaram a resistência de genótipos de milho numa área infestada com as duas espécies dos nematóides citados e na mesma localidade, variando a época de plantio (normal e tardio) e as sub-parcelas tratadas e não tratadas com carbofuran. Foi verificado que o cultivar de milho HS 1227 não tratado apresentou alta população de *Pratylenchus* spp. com baixa produção quando comparado com o tratado (aumento na produção). Já o HS 1228 não

tratado apresentou pouco nematóide com produção normal, e para o tratado diminuiu um pouco mais o número de nematóides porém com uma produção normal similar ao HS 1228 não tratado. Também as perdas causadas por essas duas espécies de nematóides ao milho foram maiores no plantio tardio (dezembro) que na época normal (outubro).

SAWAZAKI et al. (1987) verificaram que a resistência de certos híbridos simples de milho, como HS 1228 [Ip 48-5-3 vs Col 2(22)], a *Pratylenchus* spp. era conferida pela linhagem Col 2(22), sendo provavelmente, devido a dois pares de genes dominantes de efeito aditivo.

LORDELLO et al. (1989) avaliaram a resistência de 20 cultivares de milho em áreas infestada por *P. zea* e *P. brachyurus*, com e sem tratamento com carbofuran. Os cultivares IAC Hmd 8222, A-1255, P-3216, C-6065, Contimax 322 e Ag-303 se comportaram igual ao IAC H1228 (testemunha resistente), e diferiram do IAC Hs 1227 (testemunha suscetível). Na média geral entre os cultivares houve um aumento de produção de grãos por planta das parcelas tratadas de 17%. Os híbridos Dina-10, Ag-403B e Dina 46 apresentaram resposta na produção quando tratados com carbofuran, apesar da alta população de nematóides nas suas raízes, indicando a possibilidade de serem tolerantes a essas espécies ou sensíveis ao produto.

THOMAS & NORTON (1986) estudaram as diferenças existentes na habilidade de seleção de híbrido de milho a fitonematóides, determinando se a suscetibilidade hospedeira é influenciada pela variação das características do solo entre

locais. O híbrido 3780 foi o mais suscetível a *Pratylenchus* spp. em relação ao 3728, que suportou a mais baixa população desses nematóides em 6 das 8 localidades. Apesar das mudanças ocorridas na populações de *Pratylenchus* durante as estações do ano e no tipo de solo entre localidades, a suscetibilidade relativa dos híbridos de milho à reprodução desse nematóide não se alterou. Segundo RUSSEL (1978) citado por THOMAS & NORTON (1986) isto sugere que a resistência do milho deva resultar de numerosos mecanismos sob controle poligênico, pois os mecanismos de resistência monogênica raramente afetam diferentes espécies de patógenos e frequentemente varia entre tipos patogênicos dentro de uma espécie.

O estudo da dinâmica populacional taxa de penetração na raízes e o comportamento alimentar de *P. agilis* in vitro sobre diversos hospedeiros sob condições controladas foi feito por REBOIS & HUETTEL (1986). A população de *P. agilis* desenvolveu-se de boa a ruim nos seguintes hospedeiros: milho (cv I.O. Chief) > tomate (cv Rutgers) > soja (Williams). Os substratos agar, areia e solo não afetaram a penetração desse nematóide nas raízes, embora a taxa de crescimento das raízes tenha sido afetada. As larvas vermiformes de *P. agilis* estavam nas raízes, sendo estas capazes de alimentar-se e completar seu ciclo de vida como ectoparasito nas células epidermais e nas radículas. Ainda segundo REBOIS & HUETTEL (1986) a vantagem da utilização de cultura de tecido é que o comportamento e a dinâmica populacional do nematóide podem ser observados diretamente, e mais facilmente que sob condições de campo. O uso de *P. agilis* na seleção para resistência deve ter alguma relação com outros nematóides como *P.*

scribneri e *P. hexincisus*, os quais segundo ZIRAKPARVAR (1980 e 1982) citado por REBOIS & HUETTEL (1986) se reproduzem bem em milho e tomate, e melhor em soja (cv Willians).

III. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ANUARIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1987/88, Rio de Janeiro, 48: 345, 1988.

BIRD, G. The nematodes that attack corn and how they do their damage. In: MIDWEST CORN NEMATODE CONFERENCE 1978. Proceedings. Springfield, FMC Corporation, 1978. p. 13-17.

BURTON, G.W. Registration of pearl millet inbred Tiff 383 and Tifleaf 1 pearl millet (Reg. Pl. 8 and Reg No 60). Crop Science, Madison, 20(2): 293, 1980.

COWLING, E.B. & HORSFALL, J.G. Prologue, how plants defend themselves. In: HORSFALL, J.G. & COWLING, B.E. Plant disease and advanced treatise. New York, Academic Press, 1980. v. 5, 334p.

FERRAZ, L.C.C.B. Alguns nematóides parasitos de plantas do Estado do Acre. In: REUNIAO DE NEMATOLOGIA, 2., Piracicaba, 1976. Trabalhos apresentados. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Nematologia, 1977. p. 35-7. (Publicação, 2).

GEORGI, L.; FERRIS, J.M.; FERRIS, V.R. Population development of *Pratylenchus hexincisus* in eight corn inbreds. Journal of Nematology, JAY, 15(2): 243-52, 1983.

JOHNSON, A.W. Resistance of sweet corn cultivars to plant parasitic nematodes. *Plant Disease Reporter*, Washington, 59: 373-6, 1975.

KNOBLOCH, N.A. & LAUGHLIN, C.W. A collection of plant parasitic nematodes (Nematoda) from Mexico with descriptions of three new species. *Nematologica*, Leiden, 19: 205-17, 1973.

LODF, P.A.A. Free-living and plant parasitic nematode from Venezuela. *Nematologica*, Leiden 10: 201-300, 1964.

LORDELLO, L.G.E. & ZAMITH, A.P.L. Incidência de nematóides em algumas culturas de importância econômica. *Divulgação Agronômica Shell*, Rio de Janeiro, 2: 27-33, 1960.

LORDELLO, L.G.E. Milho atacado por nematóides. *São Paulo Agrícola*, São Paulo, 3(30), 1961.

LORDELLO, L.G.E. Observações sobre incidência de nematóides em uma cultura de milho. In: REUNIÃO DE NEMATOLOGIA, Piracicaba, 1974. Trabalho apresentado. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Nematologia, 1974. p 33-6. (publicação, 1).

LORDELLO, A.I.L.; LORDELLO, R.R.A.; TREVISAN, W.L.; SOLFERINI, O.B. Efeito do carbofuran sobre uma população de de *Pratylenchus* spp. em raiz de milho. In: REUNIAO DE NEMATOLOGIA, 5., Londrina, 1981. Trabalhos apresentados. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Nematologia, 1982. p. 35-9. (Publicação, 5).

LORDELLO, R.R.A.; SAWAZAKI, A.I.L.; LORDELLO, A.I.L.; ALOISI SOBRINHO, J. Controle de *Pratylenchus* spp. em milho, com nematicidas sistêmicos e com torta de mamona. In: REUNIAO DE NEMATOLOGIA, 7., Brasilia, 1983. Trabalhos apresentados. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Nematologia, 1983. p. 241-50. (Publicação, 7).

LORDELLO R.R.A.; LORDELLO, A.I.L.; SAWAZAKI, E.; ALOISI SOBRINHO, J. Avaliação da resistência de cultivares de milho a *Pratylenchus* spp. em campo. In: REUNIAO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 8., Recife, 1984. Resumos. Nematologia Brasileira, Piracicaba, 8 (Único): 9-10, 1984.

LORDELLO, A.I.L.; 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. REUNIAO BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 9., Piracicaba, 1985. Resumos. Nematologia Brasileira, Piracicaba, 9 (Único): 7-8, 1985a.

- 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 (único): 163-73, 1985b.
- LORDELLO, A.I.L.; LORDELLO, R.R.A.; SAWAZAKI, E.; MARTINS, A.L.M. Avaliação da resistência de cultivares de milho a *Pratylenchus* spp. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 13., Maceió, 1989. Resumos. *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, 13 (único): 1-2, 1989.
- MONTEIRO, A.R. Pratylenose do milho. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 38: 177-87, 1963.
- NORTON, D. Corn nematode populations and biogeography. In: MIDWEST CORN NEMATODE CONFERENCE, 1978. Proceedings. Springfield, FMC Corporation, 1978. p. 27-37.
- NORTON, D.C. Maize nematode problems. *Plant Disease*, St. Paul, 67(3): 253-6, 1983.
- NORTON, D.C.; EDWARDS, J.; HINZ, P.N. Nematode populations in maize and related species. *Maydica*, Bergamo, 30: 67-74, 1985.
- REBOIS, R. & HETTEL, R.N. Population dynamics, root penetration and feeding behavior of *Pratylenchus agilis* in monoxenic root cultures of corn, tomato, and soybean. *Journal of Nematology*, Beltsville, 18(3): 392-7, 1986.

ROHDE, R.A. The nature of resistance in plant to nematodes. *Phytopathology*, St. Paul, 55: 1051-8, 1965.

SAWAZAKI, E.; LORDELLO, A.I.L.; LORDELLO, R.R.A. Herança da resistência de milho a *Pratylenchus* spp. *Bragantia*, Campinas, 46(1): 27-33, 1987.

SOUTHARDS, C.J. Effect of fall tillage and selected hosts on the population density of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus zeae*. *Plant Disease Reporter*, Washington, 55(1): 41-4, 1971.

STRADIOTO, M.F.; FERRAZ, L.C.C.B.; PITELLI, R.A. Dinâmica populacional de *Pratylenchus brachyurus* em cultura de milho (*Zea mays* L.) infestada por plantas daninhas. In: REUNIAO DE NEMATOLOGIA, 7., Brasília, 1983. Trabalhos apresentados. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Nematologia, 1983. p. 99-115. (Publicação, 7).

TARTER, R. The relationship between preplant population of *Pratylenchus zeae* and growth and field of corn. *Journal of Nematology*, Beltsville, 3(4): 330-1, 1971.

THOMAS, S.H. & NORTON, D.C. Influence of selected maize hybrids on nematode populations under differing edaphic conditions. *Plant Disease*, St. Paul, 70(3): 234-7, 1986.

WAUDO, S.W. & NORTON, D.C. Population changes of the
Pratylenchus hexincisus and *P. scribneri* in maize inbred
lines. *Plant Disease*, St. Paul, 67(12): 1369-70, 1983.