

EFEITO DA DENSIDADE DE POPULAÇÃO INICIAL DO NEMATÓDEO *MELOIDOGYNE JAVANICA* SOBRE O DESENVOLVIMENTO E RENDIMENTO DA SOJA¹

RAVI DATT SHARMA² e LUIS HERNÁN RODRÍGUEZ C.³

RESUMO - A relação entre a densidade populacional inicial (P_i) do nematódeo *Meloidogyne javanica* (Treub 1885) (Chitwood 1949) e o crescimento vegetativo, a produção de grão da soja cv. UFV-1 e a densidade populacional final (P_f), foi investigada sob condições de casa-de-vegetação. Plantas de dois dias, nascidas em vasos de 2 kg de solo (1:1 volume de uma mistura do Latossolo Vermelho-Escuro e areia de rio) foram inoculadas com 0, 2, 4, 8, 16, 32 e 64 larvas por g de solo. Verificou-se uma correlação significativa ($P < 0,05$) entre P_i e as médias para altura, peso da parte aérea, raiz e área foliar da planta com 35, 70 e 95 dias após inoculações. Com o aumento do nível do P_i de zero para 2, 4, 8 e 16 larvas por g de solo, houve 43,5; 52,1; 82,4 e 98 por cento de redução de grãos. Houve uma relação linear significativa entre P_i e P_f até 16 larvas por g de solo. A população final (P_f) foi alta (mais de 5 larvas por planta) no tratamento com P_i de 4 larvas por g de solo e reduzida a 0 nos tratamentos em P_i de 32 e 64 larvas por g de solo.

Termos para indexação: densidade de população final (P_f), alongamento das raízes.

EFFECT OF THE INITIAL POPULATION DENSITY OF THE MELOIDOGYNE JAVANICA NEMATODE ON THE GROWTH AND GRAIN YIELD OF SOYBEAN

ABSTRACT - Relationship between initial population densities (P_i) of *Meloidogyne javanica* (Treub 1885) (Chitwood 1949) and the growth and grain yield of soybean cv. UFV-1 and final population densities was investigated under greenhouse conditions. Two-day old plants grown in 2 kg of soil (1:1 mixture of Dark-Red Latosol and river sand) were inoculated with 0, 2, 4, 8, 16, 32 and 64 larvae per g of soil. A highly significant correlation ($P < 0.05\%$) between P_i and means of plant height, fresh weight of aerial part, root, and leaf area of the plant after 35, 70 and 95 days of inoculation was observed. With the increase in P_i levels from zero to 2, 4, 8 and 16 larvae per g of soil, the percent reduction in grain yield was 43.5, 52.1, 82.4 and 98 respectively. There was significant linear relationship between P_i and P_f up to 16 larvae per g of soil. The final population (P_f) was high more than five larvae per plant at the treatment with four-larvae per g of soil initial population, and the lowest (zero) at 32 and 64 larvae per g of soil.

Index terms: final density (P_f), root-knot nematode.

INTRODUÇÃO

O cultivo da soja (*Glycine max* (L.) Merr.) nos cerrados brasileiros demanda cada vez maiores áreas e tal tendência é muito provável que continue no futuro. Foi constatada (Sharma 1978), através de um levantamento geral nos campos cultivados com soja no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (EMBRAPA), localizado no km 18 da BR-020, nas proximidades de Planaltina, DF, a presença de mistura de populações de vários nematódeos parasitas da planta.

O nematódeo formador de galhas na raiz,

Meloidogyne javanica (Treub 1885) Chitwood 1949, foi a espécie dominante causadora de sérios danos. Com níveis de população estimadas em mais do que um nematódeo/g de solo (Sharma)⁴.

Vários autores, (Carvalho 1954, Lordello 1964, Lordello & Marini 1974, Ponte 1968, Silva et al. 1952 e Lehman et al. 1977) acusaram perdas de rendimento causados por este nematódeo em outras regiões do Brasil.

Embora os nematódeos formadores de galha na raiz tenham recebido uma grande parcela dos esforços da pesquisa no Brasil, ainda não existe informação disponível relativa à densidade inicial da população do *Meloidogyne javanica* e seu efeito no desenvolvimento e produção da planta de soja, e à densidade final dessa população. Diversos enfo-

¹ Aceito para publicação em 28 de setembro de 1981.

² Eng.^o Agr.^o, D.Sc., Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC) - EMBRAPA, Caixa Postal 70.0023, CEP 73300 - Planaltina, DF.

³ Eng.^o Agr.^o, Ph.D., EMBRAPA-CPAC.

⁴ Comunicação pessoal.

ques experimentais têm sido usados para determinar este tipo de relação. A informação tem-se baseado mormente na comparação de perdas de rendimento entre parcelas infestadas com o nematódeo e parcelas onde o nematódeo tem sido eliminado ou reduzido com a aplicação de nematicidas no solo (Sasser et al. 1975, Seinhorst 1963). As desvantagens inerentes a este método são múltiplas e variadas: em geral, só se considera uma densidade de população inicial quando na realidade varia de uma parcela para outra; mais de uma espécie de nematódeos parasitas é apresentada; o tratamento químico do solo, por si, induz incrementos na produção, independentemente da redução ou extinção deste nematódeo (Seinhorst 1963). Outros métodos usados têm incluído o uso de microparcels (Jones 1956, Olthof & Potter 1972), assim como experimentos em casa-de-vegetação (Swarup & Sharma 1965, Rao & Biswas 1973). Progresso notável tem-se atingido para caracterizar a resposta de hospedeiros à presença de nematódeos, assim como a formulação de modelos matemáticos que representem tais relações (Oostenbrink 1966, Seinhorst 1963, Jones et al. 1978). Porém, é necessário dispor de maiores informações, que relacionem os efeitos de diversas densidades de nematódeos na produção, em vista da associação específica do nematódeo com a cultura. Tais informações são a base para o diagnóstico de nematódeos e para os programas de transferência de tecnologia (Barker & Nusbaum 1971) responsáveis pela recomendação de medidas eficientes de controle e determinação do ponto máximo de tolerância para a população de nematódeos. Este ponto tem-se revelado da maior importância nos esforços para aumentar a produção sem causar problemas ecológicos desnecessários.

O objetivo deste estudo foi o de determinar a relação entre diferentes densidades de população inicial do *M. javanica* (Treub 1885) Chitwood 1949 com o desenvolvimento e produção de plantas de soja (cv. UFV-1), e as densidades de população final.

MATERIAL E MÉTODOS

O nematódeo formador de galhas na raiz, *M. javanica*, utilizado neste experimento, foi colhido de uma cepa local isolada e coletada em soja e depois multiplicado em

feijão comum, *Phaseolus vulgaris* L. cultivar Rico 23, em casa-de-vegetação. O efeito de diferentes níveis de população inicial de *M. javanica* no desenvolvimento e produção de grãos da soja cv. UFV-1, assim como a população final foram estudados, sob condições de casa-de-vegetação, no período compreendido entre junho e setembro de 1978.

O solo utilizado foi preparado com uma mistura na proporção 1:1 de Latosolo Vermelho-Escuro e areia de rio, previamente peneirada e tratada com brometo de metila. A textura obtida foi a de um solo areno-argiloso com 14% de silte, 39% de argila, 4% de areia grossa e 43% de areia fina.

A fertilidade do solo foi corrigida a níveis semelhantes aos recomendados para a cultura, com aplicação de calcário e adubos químicos de acordo com a análise do solo. Utilizaram-se vasos de plástico com capacidade para 2 kg de solo. Os vasos foram submetidos a uma aplicação de água destilada para elevar a umidade do solo à capacidade de campo, e logo colocados em repouso durante quatro dias na casa-de-vegetação.

Sementes de soja, uniformes quanto ao tamanho, cor e tegumento, foram esterilizadas durante dez minutos em uma solução de clorox a 10% (0,525% de hipocloreto de sódio) e depois lavadas três vezes com água destilada. O experimento instalado em casa-de-vegetação, foi realizado com sete tratamentos e quatro repetições para cada um deles: testemunha (vasos sem inoculação com nematódeos), 2, 4, 8, 16, 32 e 64 mil ovos/larvas/kg de solo. Os tratamentos nos níveis 0, 4, 16 e 64 mil ovos/larvas/kg de solo tiveram oito repetições extras, para fins de se observar o crescimento da planta em relação à multiplicação dos nematódeos 35 e 70 dias após a inoculação. Cada plântula foi colocada no centro do vaso e o solo foi revolvido com espátula até 5 cm de profundidade. Em seguida, cada uma foi inoculada com 10 ml da suspensão contendo o número de nematódeos com a densidade pré-determinada; depois, foi coberta com solo adjacente, e imediatamente irrigada. Na casa-de-vegetação, os vasos foram ordenados em delineamento de blocos casualizados, a uma temperatura entre 18 e 28°C, irrigados de acordo com a demanda, e adubados a cada duas semanas com 50 ml de 15 g/litro da fórmula 15-15-20 suplementada com micronutrientes.

Os nematódeos no solo de cada vaso foram extraídos usando-se o método modificado de "Baermann's funnel" (Baermann 1917), a partir de 50 ml de solo, quantificando estimativas da população existente. Com a ajuda de um microscópio estereoscópico foram contadas as galhas da raiz e as massas de ovos. As observações foram analisadas estatisticamente; os tratamentos foram comparados utilizando-se o teste de Duncan (Multiple Range Test), (Duncan 1951), e as curvas, ajustadas pelo método de mínimos quadrados.

RESULTADOS

Efeito de *M. javanica* no desenvolvimento e pro-

dução de grãos de soja - Trinta e cinco dias após a inoculação, as plantas testemunhas (zero nematódeos) provenientes dos vasos cresceram bem, ao passo que os demais tratamentos mostraram sintomas de clorose e nanismo associado com severa formação de galhas na raiz. No tratamento com quatro larvas de população inicial (P_i) por grama de solo, as folhas mostraram amarelamento e ressecamento marginais, redução drástica na área foliar, severa formação de galhas nas raízes primárias e secundárias com proliferação de raízes laterais, e severo engrossamento na região hipocotiledônia. No tratamento com 16 larvas (P_i) por grama de solo, as folhas apresentaram sintomas similares ao tratamento anterior: engrossamento severo das raízes primárias (mais do que 100 galhas por planta), secundárias, e terciárias, severo engrossamento, quebra da base do caule, e por fim, morte da planta. Nos tratamentos com P_i 32 e 64 larvas por grama de solo, a região hipocotiledônia apresentou-se severamente atacada por nematódeos, tumefata e descolorida; as raízes mostraram ausência de radículas; decadência de raízes secundárias e terciárias; redução drástica da altura da planta e da área foliar; e por fim, morte da planta.

A altura da planta e o peso fresco da parte aérea, da raiz e área foliar após 35, 70 e 95 dias correlacionaram-se negativamente ($P < 0,05$) com as densidades de população iniciais P_i 0, 4, 16 e 64 (Fig. 1 a 4). A mesma correlação foi obtida após 95

dias para P_i com altura da planta e área foliar (Fig. 5), número de grãos e vagens por planta (Fig. 6), peso fresco da parte aérea, raiz, vagens e grãos (Fig. 7).

Densidade final de população de nematódeos (P_f) - Passados 35 dias da inoculação, a densidade da população final de *M. javanica* no solo dos tratamentos com P_i de 4, 16 e 64 larvas por grama de solo foi de 0,0 e 0,02 larvas/g de solo; 70 dias após a inoculação, estes números foram de 0,15, 0 e 0 respectivamente. Não foi constatada diferença significativa entre o tratamento com P_i de 2 e o tratamento com P_i de 4; porém os tratamentos com P_i de 2 e 4 diferem ($P = 0,05$) daqueles com P_i maior após 95 dias da inoculação. Convém salientar que para níveis de P_i acima de 16 o P_f foi 0, por morte das plantas (Fig. 8).

O número de galhas e a massa de ovos na P_i de 2 e 4 larvas por g de solo foram significativamente ($P < 0,05$) maiores do que aqueles com P_i acima de 4, após 95 dias da inoculação (Fig. 6 e Tabela 1). O máximo P_f foi obtido nas plantas inoculadas com 4 larvas/g de solo e o mais baixo foi obtido no tratamento com P_i de 32 e 64 (Fig. 1).

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste experimento mostram que o nível crítico de danos para densidades de *M. javanica*, na cultivar UFV-1, é bastante mais

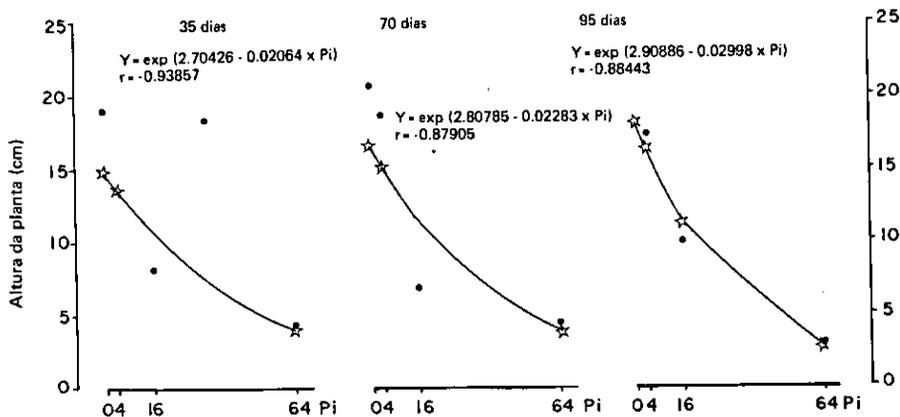


FIG. 1. Relação entre densidade populacional inicial (P_i) e altura da planta, 35, 70 e 95 dias após inoculação com *M. javanica*.

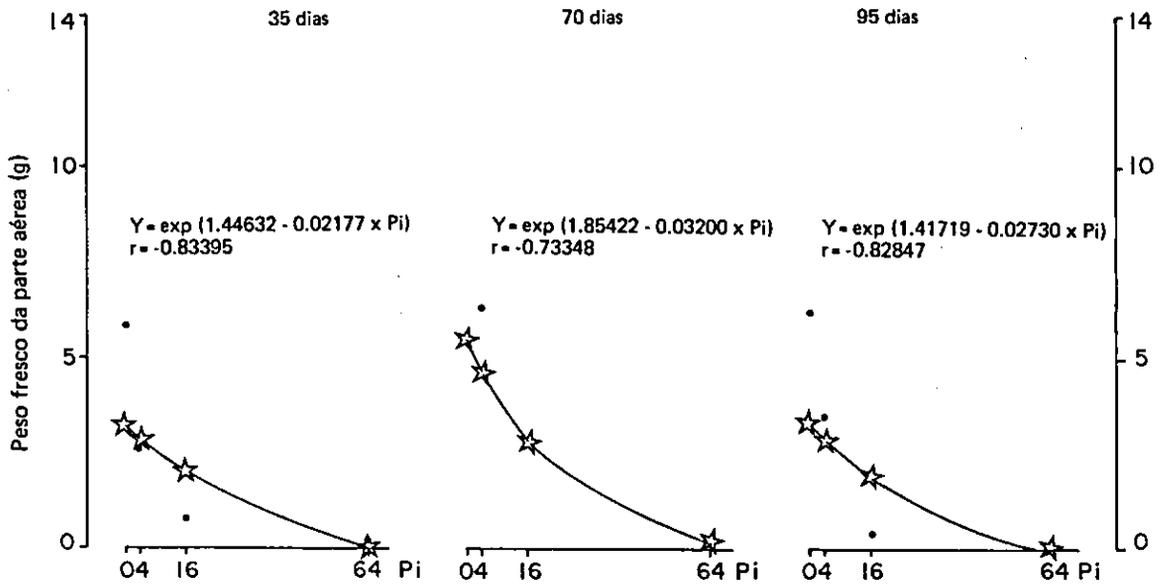


FIG. 2. Relação entre densidade populacional inicial (Pi) e peso fresco da parte aérea da planta 35, 70 e 95 dias após a inoculação com *M. javanica*.

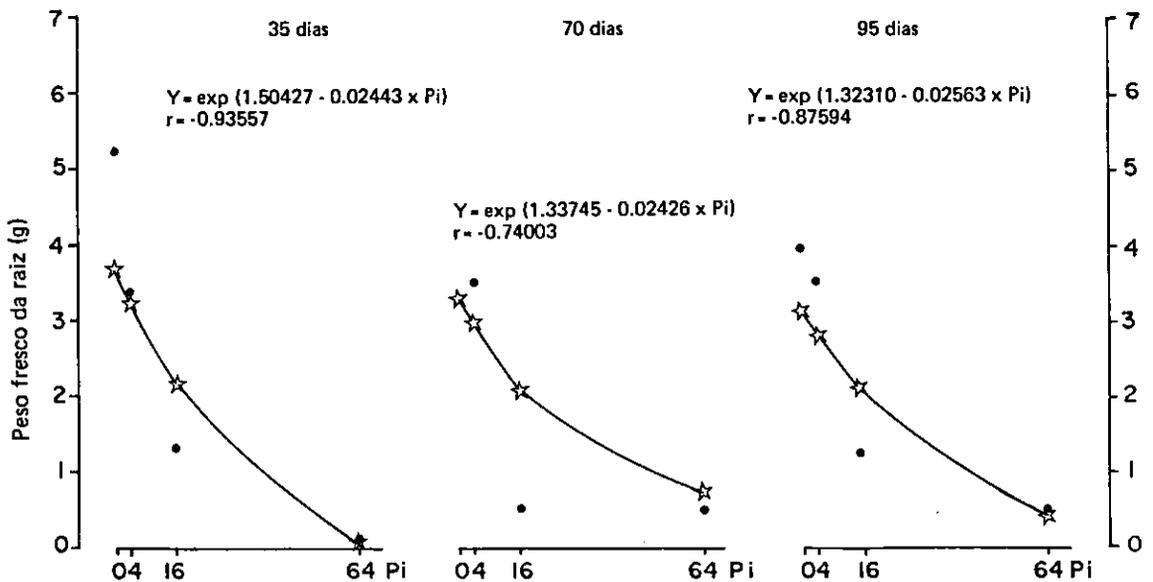


FIG. 3. Relação entre densidade populacional inicial (Pi) e peso fresco da raiz, 35, 70 e 95 dias após inoculação com *M. javanica*.

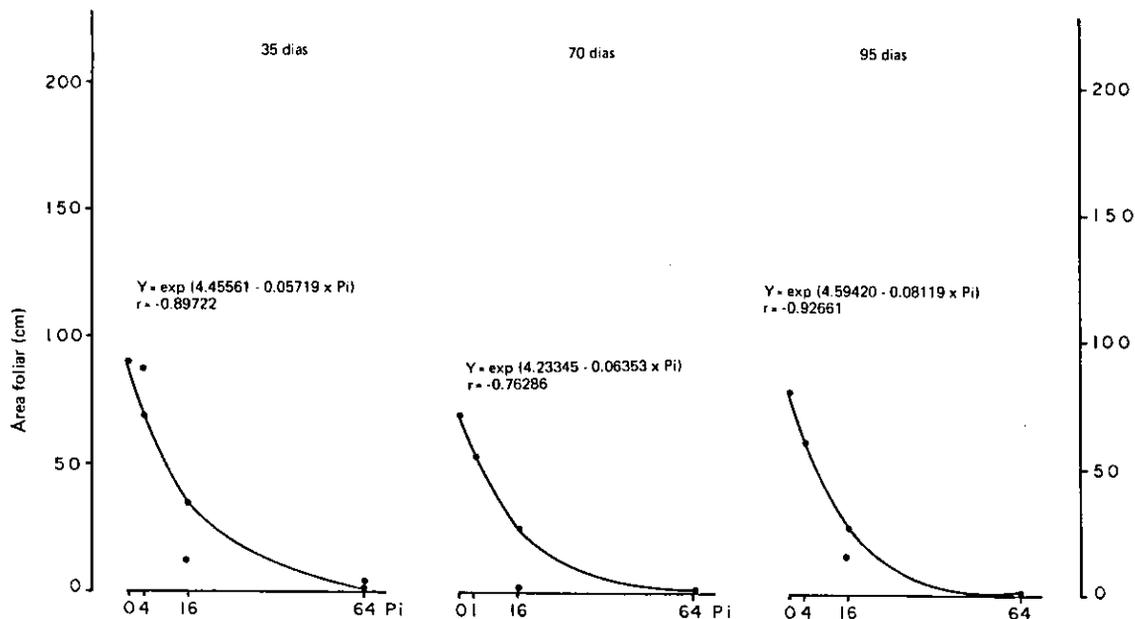


FIG. 4. Relação entre densidade populacional inicial (Pi) e área foliar, 35, 70 e 95 dias após inoculação com *M. javanica*.

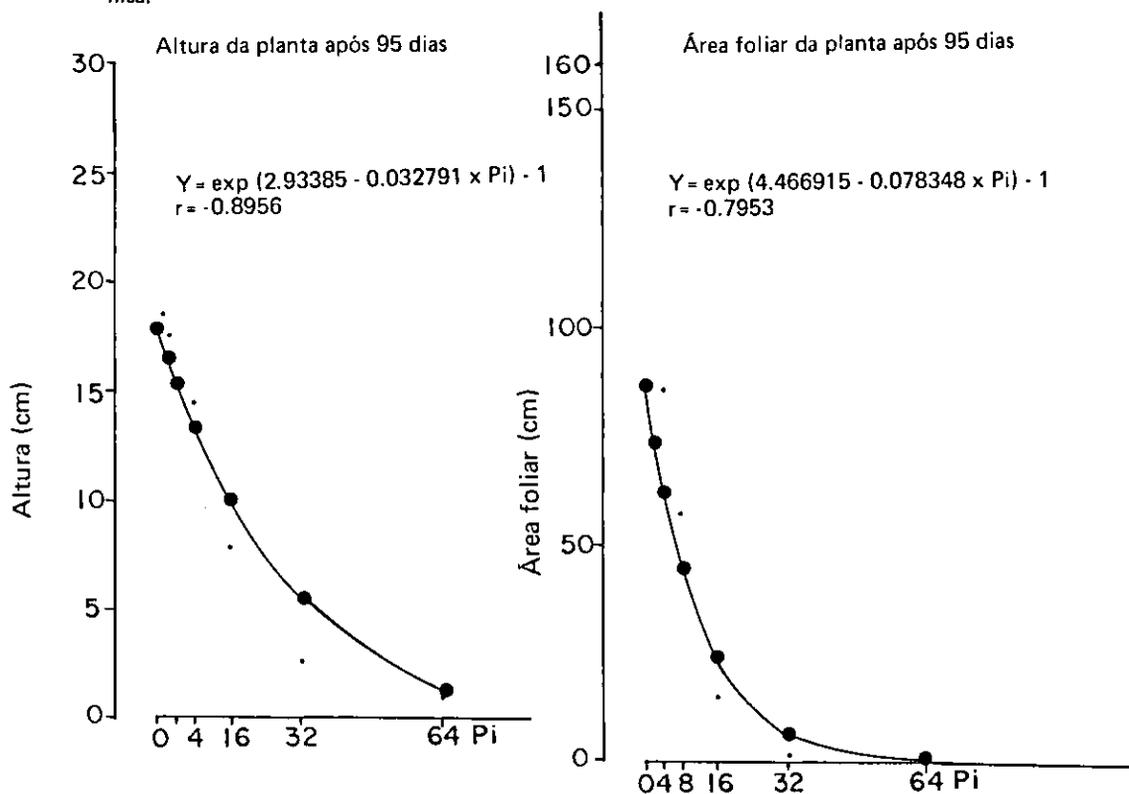


FIG. 5. Relação entre densidade populacional inicial (Pi) e altura e área foliar da planta, 95 dias após inoculações com *M. javanica*.

Número, por planta, após 95 dias

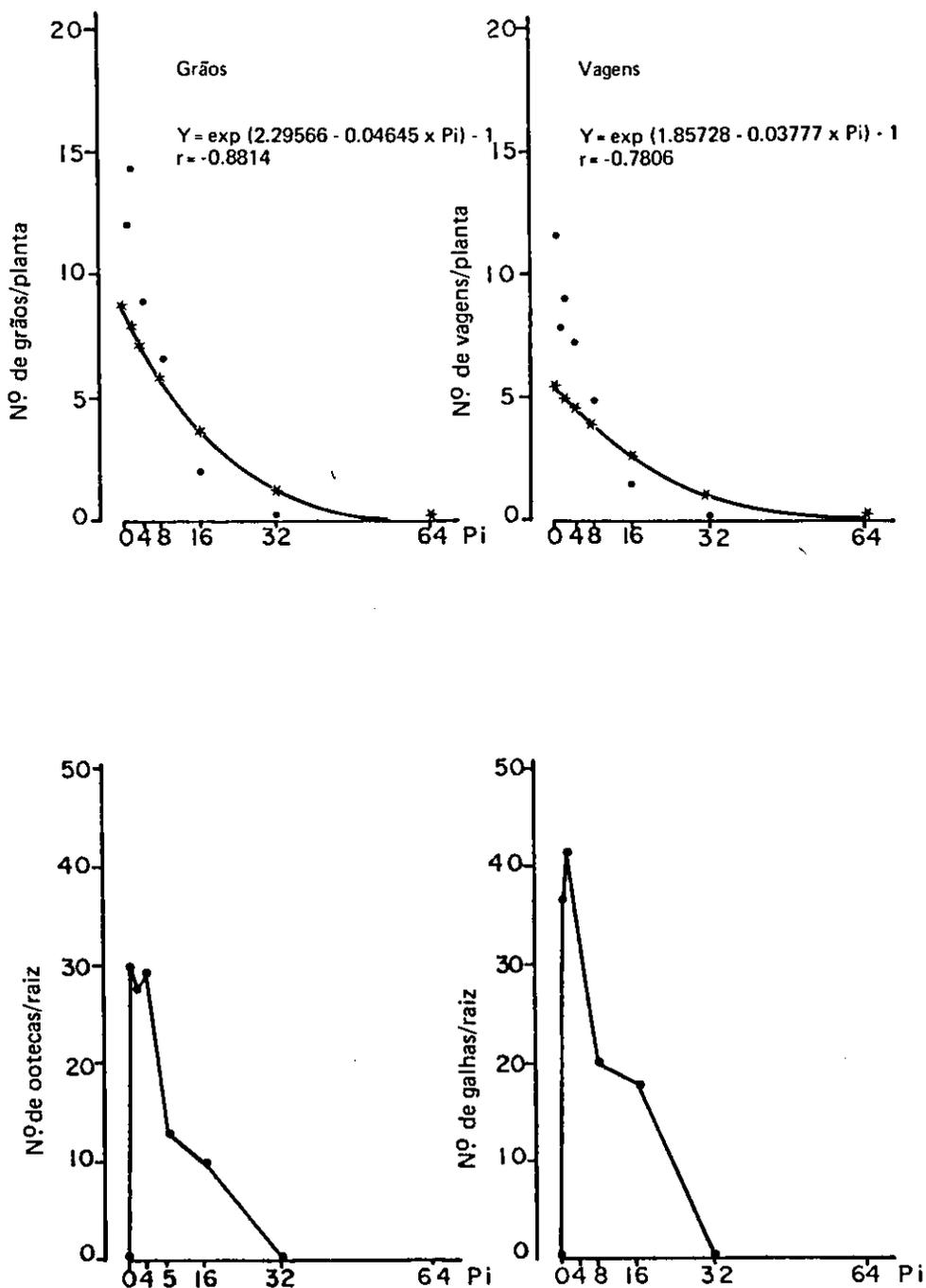


FIG. 6. Relação entre densidade populacional inicial (Pi) e número de grãos, vagem, ootecas e galhas na raiz e por planta, 95 dias após inoculações com *M. javanica*.

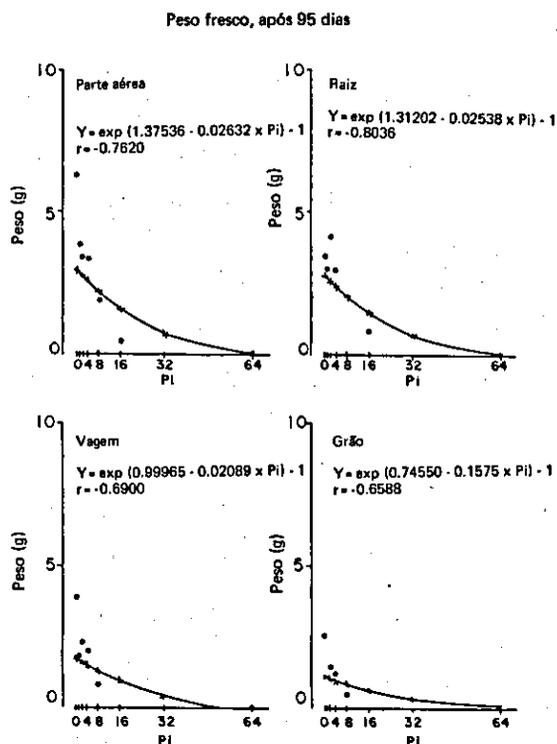


FIG. 7. Relação entre densidade populacional inicial (Pi) e peso fresco da parte aérea, raiz, vagem e grão, por planta, 95 dias após a inoculação com *M. javanica*.

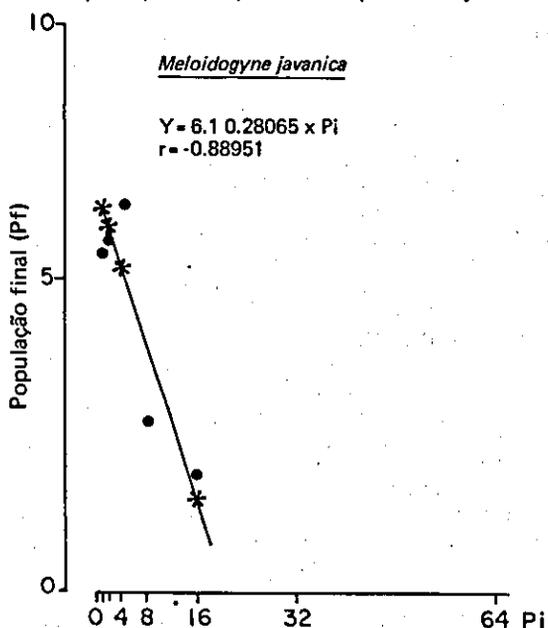


FIG. 8. Relação entre densidade populacional inicial (Pi) e densidade populacional final (Pf), 95 dias após as inoculações.

TABELA 1. Efeito de diferentes níveis populacionais de *Meloidogyne javanica* no crescimento vegetativo e produção da soja var. UFV-1 em casa-de-vegetação, após 95 dias.

Densidade populacional inicial (DF _i) larvas/g do solo	Peso fresco (g)				Área foliar (cm) ²	Nº de ootecas	Nº de galhas	Densidade populacional final (DF _f) (solo+raiz)
	Parte aérea	Sistema radicular	Vagem	Grão				
0	6,22 a	3,46 ab	3,92 a	2,57 a	153,25 a	0,00 c	0,00 d	0,0 b
1	3,82 b	2,95 ab	1,85 bc	1,13 bc	156,23 a	28,25 a	36,00 a	5,19 a
2	3,40 bc	4,15 a	2,34 b	1,45 b	134,44 a	26,50 a	40,00 a	5,10 a
4	3,36 bc	2,99 ab	2,01 bc	1,23 b	84,32 b	28,00 a	32,50 ab	5,68 a
8	1,92 cd	1,92 bc	0,83 cd	0,45 cd	57,09 bc	11,75 b	18,75 bc	2,26 b
16	0,46 de	0,76 cd	0,12 d	0,05 d	15,09 cd	9,00 bc	16,75 c	0,00 b
32	0,11 e	0,03 d	0,00 d	0,00 d	1,56 d	0,00 c	0,00 d	0,00 b
64	0,09 e	0,02 d	0,00 d	0,00 d	0,22 d	0,00 c	0,00 d	0,00 b

* Teste de Duncan (α = 0,05) das médias de quatro repetições. Média com mesma letra indica ausência de diferença significativa.

baixo do que a menor P_1 usada. Com o aumento de P_1 de 0, 2, 4, 8 até 16 larvas/g de solo, a percentagem de perdas no rendimento dos grãos de soja foram de 43,5; 52,1; 82,4; e 98%, respectivamente. Perdas tão drásticas devem-se, provavelmente, à suscetibilidade da cultivar usada e à capacidade patogênica do nematódeo, que achou um ambiente favorável para a formação de galhas, nas condições do experimento. Redução similar no desenvolvimento da soja devida a *M. javanica* foi reportada por Srivastava et al. (1979). Quanto a espécies hortigranjeiras, Swarup & Sharma (1965) chegaram a conclusões semelhantes.

A taxa de crescimento de um nematódeo não é sempre correlacionável com a P_1 particularmente nos níveis mais altos. De fato, nestes níveis ela é prejudicada pelo desenvolvimento precário da planta hospedeira. A tendência exibida pelo número final de massas de ovos na raiz e larvas no solo confirmam o relato de Srivastava et al. (1979); resultados semelhantes foram relatados por Santo & Lear (1976) para *Pratylenchus vulnus*, em roseira.

Portanto, a taxa elevada de reprodução do *M. javanica* na soja a níveis baixos de P_1 pode ser, possivelmente, explicada por fatores favoráveis, tais como: abundância de alimento, ausência de concorrência, e suficiência da planta hospedeira para sustentar tais níveis. A redução de massas de ovos para níveis de P_1 altos deveu-se a fatores negativos, tais como a superpopulação de endoparasitas. Este tipo de relações tem sido encontrado com *Meloidogyne graminicola* no arroz (Rao & Israel 1972) e com *M. incognita* em berinjela (Dhawan & Sethi 1976).

Os resultados mostram que o nematódeo formador de galhas da raiz *M. javanica* causa fortes reduções no crescimento vegetativo da soja, afetando, portanto, o potencial de produção de grãos. Portanto, quaisquer perdas devidas ao nematódeo, que ultrapassem 10% da produção, são suficientes para justificar o uso de práticas de controle.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar sua gratidão à Srta. Emanoelita Cavalcanti de Lima e à Sra. Maria Nigh Pereira Fernandes, pela assistência técnica de laboratório.

REFERÊNCIAS

- BAERMANN, G. Eine einfache Methode zur Auffindung Von Ankylostomum (Nematoden) Larven in Erdproben. *Geneesk. Tijdschr. Ned. Indie*, 57:131-7, 1917.
- BARKER, K.R. & NUSBAUM, C.J. Diagnostic and advisory programs. In: ZUCKERMAN, B.M.; MAI, W.F. & RHODE, R.A. ed. *Plant parasitic nematodes*. New York, Academic Press, 1971. v.1. p.281-301.
- CARVALHO, J.C. A soja e seus inimigos do solo. *R. Inst. Adolfo Lutz, São Paulo*, 14:45-52, 1954.
- DHAWAN, S.C. & SETHI, C.L. Observations on the pathogenicity of *Meloidogyne incognita* to egg plant and on relative susceptibility of some varieties to the nematode. *Indian J. Nematol.*, 6(1):39-46, 1976.
- DUNCAN, D.B. A significance test for differences between ranked treatments in an analysis of variance. *Virginia J. Sci.*, 2:171-89, 1951.
- JONES, F.G.W. Soil population of beet cellworm (*Heterodera schachtii* Schm.) in relation to cropping. II. Microplot and field plot results. *Ann. Appl. Biol.*, 44:25-6, 1956.
- JONES, F.G.W.; KEMPTON, R.A. & PERRY, J.N. Computed simulation and population models for cyst-nematodes (Heteroderidae: Nematoda). *Nematologica*, 8(1):36-56, 1978.
- LEHMAN, P.S.; ANTONIO, H. & BARKER, K.R. Ocorrência de nematoides em soja nos Estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA, 2, Piracicaba, Sociedade Brasileira de Nematologia, 1977. v.2. p.29-32.
- LORDELLO, L.G.E. Contribuição ao conhecimento dos nematoides que causam galhas em raízes de plantas cultivadas em São Paulo e Estados vizinhos. *An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiróz, Piracicaba*, 21: 181-218, 1964.
- LORDELLO, L.G.E. & MARINI, P.R. Alguns nematoides parasitas de plantas do Rio Grande do Sul. *R. Agric., Piracicaba*, 49:15-8, 1974.
- OLTHOF, T.H.A. & POTTER, J.W. Relationship between population densities of *Meloidogyne hapla* and crop losses in summer-maturing vegetables in Ontario. *Phytopathology*, 62:981-6, 1972.
- OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Meded. Landbouwsch., Wageningen*, 66:3-46, 1966.
- PONTE, J.J. da. Subsídios ao conhecimento de plantas hospedeiras e o controle de nematoides das galhas, *Meloidogyne* spp., no Estado do Ceará. *B. Soc. Cear. Agron., Fortaleza*, 9:1-26, 1968.
- RAO, Y.S. & BISWAS, H. Evaluation of yield losses in rice due to the root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). *Indian J. Nematol.*, 3(1):74, 1973.
- RAO, Y.S. & ISRAEL, P. Influence of inoculum density on the final population of root-knot nematode (*Meloidogyne graminicola*) in rice. *Indian J. Nematol.*, 2(1):72-6, 1972.
- SANTO, G.S. & LEAR, B. Influence of *Pratylenchus*

- vulnus* and *Meloidogyne hapla* on the growth of rootstocks of rose. *J. Nematol.*, 8:18-23, 1976.
- SASSER, R.N.; BARKER, K.R. & NELSON, L.A. Correlation of yield populations of nematodes with crop growth responses for determining relative involvement of species. *J. Nematol.*, 7:193-8, 1975.
- SEINHORST, J.W. Enkele aspecten van het onderzoek over platenparasitaire aaltjes. *Meded. Dir. Tuinbauw*, 26:349-58, 1963.
- SHARMA, R.D. Plantas suscetíveis ao *Meloidogyne javanica* no Distrito Federal, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 12, Itabuna, BA, fev. 1978. Resumos . . . 50p.
- SILVA, J.G. da; LORDELLO, L.G.E. & MYASAKA, S. Observações sobre resistência de algumas variedades de soja ao nematoide das galhas. *Bragantia*, Campinas, 12:59-63, 1952.
- SRIVASTAVA, A.S.; UPADHYAY, K.D. & SINGH, B.P. Effect of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* on the growth of soybean, *Glycine max*. *Indian J. Nematol.*, 9(1):38-40, 1979.
- SWARUP, G. & SHARMA, R.D. Root-knot of vegetable. IV. Relation between population density of *Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne incognita* var. *acrita*, and root and shoot growth of tomato seedlings. *Indian J. Exp. Biol.*, 3:197-8, 1965.