

REAÇÃO DA CULTIVAR DE CAFÉ TUPI IAC 1669-33 EM DIFERENTES NÍVEIS DE INÓCULO DO NEMATÓIDE *Meloidogyne paranaensis*

Gustavo Hiroshi SERA¹, E-mail: gustavosera@uol.com.br; Tumoru SERA²; João Siqueira da MATA²; Dhalton Shiguer ITO^{1,3}; Inês Cristina de Batista FONSECA⁴; Cleiton Ribeiro ALEGRE³; José Alves de AZEVEDO²; Claudionor RIBEIRO-FILHO³

¹ Doutorandos em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina (UEL); ² Pesquisadores do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Área de Melhoramento e Genética Vegetal, Londrina; ³ Bolsistas do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café; ⁴ Docente da Universidade Estadual de Londrina (UEL)/ Departamento de Agronomia.

Resumo:

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* provocam grandes perdas para a cafeicultura brasileira. O controle desses parasitos através de cultivares resistentes é de extrema importância, pois outros métodos de controle vêm se mostrando ineficientes e tem inviabilizado o cultivo de café. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência da cultivar Tupi IAC 1669-33 submetida a diferentes níveis de inóculo de *M. paranaensis*. Os parâmetros índice de galhas e massas de ovos, fator de reprodução, índice de suscetibilidade hospedeira e redução do fator de reprodução foram usados para classificar as reações de resistência das cultivares Tupi IAC 1669-33, IPR-100 e Catuaí Vermelho IAC-81, sendo essas duas últimas padrões de resistência e suscetibilidade, respectivamente. Os níveis de inóculos usados foram 500, 1000, 1500 e 2000 ovos por planta. As cultivares Tupi IAC 1669-33 e IPR-100 apresentaram moderada resistência ao *Meloidogyne paranaensis* nos níveis de inóculo 500 e 1000 ovos. Nos níveis de inóculo 1500 e 2000 ovos essas duas cultivares foram suscetíveis, indicando que em altos níveis de inóculo em campo podem ser necessárias outras medidas de controle.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L., cultivares, melhoramento, nematóide das galhas.

REACTION OF COFFEE CULTIVAR TUPI IAC 1669-33 AT DIFFERENT INOCULUM LEVELS OF NEMATODE *Meloidogyne paranaensis*

Abstract:

Root-knot nematodes of the genus *Meloidogyne* provoke great losses for brazilian coffee crop. The control of this parasite using resistant cultivars is very important, because of inefficiency of other control methods. The aim of this research was to evaluate the resistance of Tupi IAC 1669-33 cultivar exposed to different inoculum levels of *M. paranaensis*. The parameters gall and egg mass index, reproduction factor, susceptibility host index and reduction in the reproduction factor were used to classify the resistance reactions of the cultivars Tupi IAC 1669-33, IPR-100 (resistant standard) and Catuaí Vermelho IAC-81 (susceptible standard). The inoculum levels 500, 1000, 1500 and 2000 eggs per plant were used. The cultivars Tupi IAC 1669-33 and IPR-100 presented moderate resistance to *M. paranaensis* with the inoculum levels 500 and 1000 eggs. At the inoculum levels 1500 and 2000 eggs these two cultivars were susceptibles, indicating that in high inoculum levels in field conditions other control methods can be necessary.

Key words: breeding, *Coffea arabica* L., cultivars, root-knot nematodes.

Introdução

Os nematóides do gênero *Meloidogyne* são um dos principais problemas da cafeicultura brasileira causando perdas na produção e qualidade do café devido a destruição do sistema radicular que estes parasitos provocam. Além das perdas diretas na produção, Gonçalves et al. (2004) ainda relatam que é necessário considerar as perdas indiretas causadas pelo parasitismo dos nematóides como a menor tolerância ao frio e a seca e a perda parcial da eficiência de alguns insumos.

As espécies que parasitam o cafeeiro são quatorze e, destas, seis ocorrem no Brasil e são denominadas *Meloidogyne paranaensis*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne exigua*, *Meloidogyne coffeicola* e *Meloidogyne hapla*, *Meloidogyne goeldii* (Santos, 2001). As mais prejudiciais são *M. exigua*, pela ampla distribuição geográfica, e *M. paranaensis* e *M. incognita* pela intensidade dos danos que causam (Gonçalves et al., 2004).

Na maioria das vezes, o controle de fitonematóides em cafezais é ineficiente e se a área estiver contaminada é praticamente impossível eliminá-los (Gonçalves e Silvarolla, 2001). As estratégias de manejo para se diminuir a população de nematóides são: cultural, biológico, químico e genético (Gonçalves et al., 1998), sendo este último o mais eficiente, economicamente viável e ecologicamente correto.

Atualmente, para áreas infestadas com nematóides, vem sendo recomendada a enxertia hipocotiledonar, que usa como porta-enxerto a cultivar Apoatã IAC-2258 da espécie *Coffea canephora* que é resistente a *M. exigua*, *M. incognita* (Fazuoli et al., 1987) e *M. paranaensis* (Sera et al., 2006). Entretanto, o custo dessas mudas enxertadas é elevado em

comparação com mudas de café pé franco. Assim, é de grande importância a obtenção de cultivares de café pé franco resistentes aos nematóides. Mata et al (2000a) relataram que a seleção IAPAR 88480-8 da cultivar Tupi IAC 1669-33 pode ser uma fonte de resistência ao *M. paranaensis*, pois progênies derivadas do cruzamento entre este genótipo com a cultivar Icatu Amarelo IAC-2944 (susceptível) apresentaram resistência.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência da cultivar Tupi IAC 1669-33 submetida a diferentes níveis de inóculo de *M. paranaensis*.

Material e Métodos

O experimento em casa de vegetação foi instalado em 27 de abril de 2006, no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), no município de Londrina.

Foram avaliadas as cultivares Tupi IAC 1669-33, Catuaí Vermelho IAC-81 e IPR-100. As duas últimas foram consideradas como padrões de suscetibilidade e resistência, respectivamente.

As inoculações foram realizadas em mudas de café com seis pares de folhas plantadas em tubetes com 14 cm de altura, 3,5 cm de diâmetro interno na abertura superior, 1,5 cm de diâmetro na abertura inferior e com volume aproximado de 120 ml. O substrato utilizado foi o Plantmax e o adubo o Osmocote a 0,8 %. A abertura inferior foi vedada com fita isolante. Foi usado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições e parcelas de uma planta.

Os inóculos iniciais utilizados foram provenientes de solo e raízes de cafeeiros suscetíveis, em áreas naturalmente infestadas por *M. paranaensis*, identificadas por Krzyzanowski et al. (2001). Foram utilizadas plantas diferenciadoras para confirmar que a inoculação estava sendo realizada com *M. paranaensis* (Carneiro e Almeida, 2000). Posteriormente, o inóculo foi multiplicado em cafeeiros. Para o preparo do inóculo, utilizou-se a técnica de obtenção de ovos e juvenis através do método proposto por Taylor e Sasser (1978).

Os níveis de inóculo de *M. paranaensis* utilizados por planta foram 500, 1000, 1500 e 2000 ovos.

A avaliação nematológica para triagens iniciais, descrita por Fazuoli et al. (1984), foi realizada 80 dias após a inoculação, através da contagem de galhas e massas de ovos (GO), após coloração das raízes com floxina B. Utilizou-se a escala de Taylor (1971) adaptada, sendo utilizadas notas de 1 a 6, onde nota 1 = ausência de GO; nota 2 = 1 a 2 GO; nota 3 = de 3 a 10 GO; nota 4 = de 11 a 30 GO; nota 5 = 31 a 100 GO; nota 6 = mais de 100 GO.

Foi utilizado o programa estatístico Genes (Cruz, 2001) para realizar a análise de variância e para comparar as médias pelo teste Tukey a 5 % de significância da variável índice de galhas e massas de ovos (IGO).

A partir dos dados do número de ovos por sistema radicular foi efetuado o cálculo do fator de reprodução (FR), que é o quociente entre a população final (Pf) do nematóide e a população inicial (Pi) de cada tratamento ($FR = Pf / Pi$) (Sasser et al., 1984). Foi considerado como Pf somente a população de *M. paranaensis* presente nas raízes das plantas.

Foi estimado o índice de suscetibilidade hospedeira (ISH), que é o número de ovos por grama de raízes do tratamento dividido pelo número de ovos por grama de raízes do padrão suscetível, que no caso deste estudo é a cultivar Catuaí Vermelho IAC-81. Através do ISH expresso em porcentagem, foi adotada a classificação das reações de resistência adaptada de Fassuliotis (1985) (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação das reações de resistência com base no índice de suscetibilidade hospedeira (ISH) adaptado de Fassuliotis (1985).

ISH %	Reação	Designação
0	Imune	I
0,1 – 10,0	Resistente	R
10,1 – 25,0	Moderadamente resistente	MR
> 25,0	Susceptível	S

Também foi adotada a classificação adaptada de Moura (1997) citada por Ribeiro et al. (2005) baseada na redução do fator de reprodução (RFR) (Tabela 2). A fórmula utilizada foi: $RFR = FRp - FRt / FRp \times 100$, onde FRp é o fator de reprodução do padrão suscetível e FRt é o fator de reprodução do tratamento.

Tabela 2 - Classificação dos cafeeiros quanto às reações de resistência baseada na redução do fator de reprodução (RFR) adaptada de Moura (1997) citada por Ribeiro et al. (2005).

RFR	Classificação dos cafeeiros	Designação
100,0	Imune	I
96,0 – 99,9	Altamente resistente	AR
90,0 – 95,9	Resistente	R
75,0 – 89,9	Moderadamente resistente	MR
< 75,0	Susceptível	S

Resultados e Discussão

Os coeficientes de variação experimental para a variável índice de galhas e massas de ovos nos níveis de inóculos 500, 1000, 1500 e 2000 ovos foram, respectivamente, 10,71 %, 8,82 %, 9,42 % e 11,86 %, indicando boa precisão experimental.

No nível de inóculo com 500 ovos por planta de *Meloidogyne paranaensis*, não foi possível verificar diferença estatística da cultivar Tupi IAC 1669-33 em relação aos padrões Catuaí Vermelho IAC-81 e IPR-100. Entretanto, neste nível de inóculo o padrão resistente IPR-100 foi estatisticamente diferente do padrão suscetível Catuaí. Nos níveis com 1000 e 1500 ovos, não houve diferenças da cultivar Tupi em relação ao padrão resistente IPR-100, sendo que estas duas cultivares apresentaram menor índice de galhas e ovos (IGO) do que Catuaí. Com 2000 ovos por planta, as três cultivares foram estatisticamente iguais (Tabela 3). Esses resultados indicam que a cultivar Tupi IAC 1669-33 apresenta o mesmo grau de resistência da cultivar IPR-100. Entretanto, quando são expostas a níveis de inóculo mais elevados como o de 2000 ovos essas cultivares se mostram como suscetíveis.

Tabela 3 - Teste de médias da variável índice de galhas e/ ou massas de ovos do nematóide *M. paranaensis* (IGO) para os níveis de inóculos 500, 1000, 1500 e 2000 ovos por planta.

Cultivares	IGO ⁽¹⁾			
	500 ovos	1000 ovos	1500 ovos	2000 ovos
Catuaí V. IAC-81 *	3,67 a	5,00 a	5,33 a	4,67 a
Tupi IAC 1669-33	3,00 ab	3,00 b	4,00 b	5,00 a
IPR-100 **	2,67 b	3,33 b	3,67 b	3,67 a

⁽¹⁾ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5 %. Escala do índice de galhas e/ ou massas de ovos: 1 = 0 galhas e/ ou massas de ovos (GO); 2 = 1 a 2 GO; 3 = 3 a 10 GO; 4 = 11 a 30 GO; 5 = 31 a 100 GO; 6 = mais de 100 GO.

* padrão suscetível; ** padrão resistente.

Pelo critério adaptado de Moura (1997) citado por Ribeiro et al. (2005) e pelo índice de suscetibilidade hospedeira adaptado de Fassuliotis (1985), as cultivares IPR-100 e Tupi IAC 1669-33 foram classificadas como moderadamente resistentes nos níveis de inóculo 500 e 1000 ovos e como suscetíveis com 1500 e 2000 ovos (Tabela 4). Com esses critérios, foi possível verificar uma redução do grau de resistência a partir de 1500 ovos por planta.

Tabela 4 - Valores médios para o número de ovos por grama de raiz (NO/g), fator de reprodução (FR), redução do fator de reprodução (RFR), índice de suscetibilidade hospedeira (ISH) e reações das cultivares Catuaí Vermelho IAC-81 (Catuaí V.), IPR-100 e Tupi IAC 1669-33 (Tupi), aos 80 dias após inoculação com *M. paranaensis* em quatro níveis de inóculo.

Cultivares	Níveis de inóculo (ovos)	NO/g	FR	RFR	Reação 1 (*)	ISH %	Reação 2 (**)
Catuaí V. ⁽¹⁾	500	782,14	4,08	Padrão	S	100,00	S
	1000	1786,81	5,42	Padrão	S	100,00	S
	1500	1360,54	3,55	Padrão	S	100,00	S
	2000	1603,85	3,33	Padrão	S	100,00	S
IPR-100 ⁽²⁾	500	136,05	0,71	82,60	MR	17,39	MR
	1000	206,59	0,71	86,90	MR	11,56	MR
	1500	1054,21	2,00	43,66	S	77,48	S
	2000	693,09	1,77	46,85	S	43,21	S
Tupi	500	107,53	0,71	82,60	MR	13,75	MR
	1000	271,35	0,97	82,10	MR	15,19	MR
	1500	994,71	2,08	41,41	S	73,11	S
	2000	1145,37	2,03	39,04	S	71,41	S

⁽¹⁾ Padrão suscetível; ⁽²⁾ Padrão resistente.

(*) Comportamento dos cafeeiros segundo critério adaptado de Moura (1997) citado por Ribeiro et al. (2005), onde: I = imune, AR = altamente resistente, R = resistente, MR = moderadamente resistente e S = suscetível.

(**) Comportamento dos cafeeiros segundo o índice de suscetibilidade hospedeira (ISH) adaptado de Fassuliotis (1985), onde I = imune, R = resistente, MR = moderadamente resistente e S = suscetível.

Em outros trabalhos de avaliação da resistência aos nematóides é utilizado número de ovos maior por planta em comparação com este trabalho, porém em recipiente maiores, e o período entre a inoculação e a avaliação é variável. Como

exemplo, Gonçalves et al. (1988) inocularam 2300 ovos e juvenis de *M. incognita* raça 3 e avaliaram 60 dias após as inoculações. Os níveis de inóculo utilizados por Silvarolla et al. (1998) foram 2000 e 5000 ovos de *M. exigua* e avaliaram os cafeeiros 150 dias e 120 dias após as inoculações, respectivamente, enquanto que Gonçalves e Pereira (1998) inocularam 3000 e 3500 ovos de *M. exigua* e avaliaram, respectivamente, 120 dias e 100 dias após as inoculações. Nestas três pesquisas, as parcelas utilizadas nos experimentos foram recipientes de plástico de 300 ml com uma planta. Ribeiro et al. (2005) avaliaram 90 dias após as inoculações de 3000 ovos mais juvenis de *M. exigua* em recipiente plástico de 500 ml com uma planta. Gonçalves (1998) numa avaliação 100 dias após a inoculação de *M. exigua* na cultivar Mundo Novo LCP 379-19, concluiu que o melhor nível de inóculo testado foi 2000 ovos por planta em recipiente de 300 ml. A espécie *M. exigua* usada nesses trabalhos é menos agressiva do que *M. paranaensis* conforme Gonçalves e Silvarolla (2001). Assim, é possível que a diminuição do grau de resistência das cultivares IPR-100 e Tupi IAC 1669-33, nos níveis de inóculo mais elevados, pode ser devida à maior agressividade de *M. paranaensis* e ao recipiente usado com baixo volume (120 mL). É provável que a quantidade de ovos e juvenis usadas nas pesquisas com *M. incognita* e *M. paranaensis* deva ser menor do que a usada para *M. exigua*, para evitar o descarte de genótipos com nível de resistência moderado. O nível de inóculo para testes de resistência ao nematóide *M. paranaensis* poderia ser 1000 ovos, já que neste nível tanto IPR-100 quanto Tupi foram classificadas como moderadamente resistentes.

Sera et al. (2006) utilizando metodologia similar a este trabalho também relataram a possibilidade da ocorrência de diminuição do grau de resistência em porta-enxertos de café robusta inoculados com os nematóides *M. paranaensis* e raças 1 e 2 de *M. incognita*.

Apesar da classificação das cultivares IPR-100 e Tupi IAC 1669-33 como suscetíveis nos níveis de inóculo 1500 e 2000 ovos, estas apresentaram FR, RFR e ISH muito inferiores do que o padrão suscetível Mundo Novo, indicando que mesmo nesses níveis de inóculo as duas cultivares são resistentes.

A moderada resistência da cultivar Tupi IAC 1669-33 observada nesta pesquisa é suficientemente boa para as condições de campo, pois Mata et al. (2000b) observaram que a cultivar IPR-100 considerada moderadamente resistente apresentou produção normal em área altamente infestada por *M. paranaensis* em Londrina, PR. Entretanto, é possível que em altos níveis de inóculo em campo podem ser necessárias outras medidas de controle para as cultivares IPR-100 e Tupi IAC 1669-33.

Conclusões

As cultivares Tupi IAC 1669-33 e IPR-100 apresentaram moderada resistência ao *Meloidogyne paranaensis* nos níveis de inóculo 500 e 1000 ovos por planta.

Nos níveis 1500 e 2000 ovos essas duas cultivares foram suscetíveis.

Referências Bibliográficas

Carneiro, R.M.D.G.; Almeida, M.R.A. (2000) Distribution of *Meloidogyne* spp. on Coffee in Brazil: identification, characterization and intraspecific variability. In: Mejoramiento sostenible del café arábica por los recursos genéticos, asistido por los marcadores moleculares, com énfasis en la resistencia a los nemátodos, 2000, Turrialba. *Publicación Especial*. CATIE / IRD, Turrialba. p. 43-48.

Cruz, C.D.(2001) *Programa Genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística*. Viçosa: UFV. 648p.

Fassuliotis, G. The role of the nematologist in the development of resistant cultivars. In: SASSER, J. N.; CARTER, C. C. *An advanced treatise on Meloidogyne: biology and control*. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 1985, v. 2. p. 233-240.

Fazuoli, L.C.; Costa, W.M.da; Gonçalves, W.; Lima, M.M.A.de. (1984) Café Icatu como fonte de resistência e/ou tolerância ao nematóide *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 11, 1984, Londrina. *Resumos ...* p.247-248.

Fazuoli, L.C.; Lima, M.M.A.de; Gonçalves, W.; Costa, W.M.da. (1987) Melhoramento do cafeeiro visando resistência a nematóides: utilização de porta-enxertos resistentes. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6, Piracicaba, 1987. *Anais ...* São Paulo: AEASP. p. 171-180.

Gonçalves, W. (1998) Efeito de diferentes níveis de inóculo na avaliação precoce da reação do cafeeiro a *Meloidogyne exigua*. *Nematologia Brasileira*, v. 22, n. 1, p. 75-78.

Gonçalves, W.; Lima, M.M.A.de; Fazuoli, L.C. (1988) Resistência do cafeeiro a nematóides: III – Avaliação da resistência de espécies de *Coffea* e de híbridos interespecíficos a *Meloidogyne incognita* raça 3. *Nematologia Brasileira*, v. 12, p. 47-54.

Gonçalves, W.; Pereira, A.A. (1998) Resistência do cafeeiro a nematóides IV – Reação de cafeeiros derivados do Híbrido de Timor a *Meloidogyne exigua*. *Nematologia Brasileira*, v. 22, n. 1, p. 39-50.

Gonçalves, W.; Ramiro, D.A.; Gallo, P.B.; Giomo, G.S. (2004) Manejo de nematóides na cultura do cafeeiro. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO – CAFÉ, 10, Mococa, 2004. *Anais ... Mococa: Instituto Biológico*. p. 48-66.

Gonçalves, W.; Silvarolla, M.B. (2001) Nematóides parasitos do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Tecnologias de produção de café com qualidade..* p. 199-268.

Gonçalves, W.; Silvarolla, M.B.; Lima, M.M.A.de. (1998) Estratégias visando a implementação do manejo integrado dos nematóides parasitos do cafeeiro. *Informe Agropecuário – Cafeicultura: Tecnologia para Produção*, Belo Horizonte: EPAMIG, v. 19, n. 193. p. 36-47.

Krzyzanowski, A.A.; Figueredo, R.; Santiago, D.C.; Favoreto, L. (2001) Levantamento de espécies e raças de *Meloidogyne* em cafeeiros no Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2, 2001, Vitória. *Resumos ...*, Brasília: EMBRAPA. p. 81.

Mata, J.S.da; Sera, T.; Altéia, M.Z.; Petek, M.R.; Azevedo, J.A.; Fadelli, S; Colombo, L.A. (2000a) Cafeeiros arábica híbridos para resistência ao nematóide *Meloidogyne paranaensis* e para a ferrugem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 26, 2000, Marília. *Trabalhos apresentados*. p. 273-274.

Mata, J.S.da; Sera, T.; Azevedo, J.A.; Altéia, M.Z.; Colombo, L.A.; Sanches, R.S.; Petek, M.R.; Fadelli, S. (2000b) Seleção para resistência ao nematóide *Meloidogyne paranaensis* EMN-95001: IAPARLN 94066 de “Catuaí x Icatu” em área altamente infestada. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1, 2000, Poços de Caldas. *Resumos expandidos*. Brasília: EMBRAPA. p. 515-518.

Ribeiro, R.C.F.; Pereira, A.A.; Oliveira, C.H.; Lima, R.D. de. (2005) Resistência de progênies de híbridos interespecíficos de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* a *Meloidogyne exigua*. *Nematologia Brasileira*, v. 29, n. 1, p. 11-16.

Santos, J.M.dos. (2001) Os nematóides de galha que infectam o cafeeiro no Brasil. In: REUNIÃO ITINERANTE DE FITOSSANIDADE DO INSTITUTO BIOLÓGICO, 4. In: Encontro sobre doenças e pragas do cafeeiro, 5, 2001, Ribeirão Preto. *Anais ... Ribeirão Preto: Instituto Biológico*. p. 10-20.

Sasser, J.N.; Carter, C.C.; Hartman, K.M. (1984) *Standardization of host suitability studies and reporting of resistance to root-knot nematodes*. Raleigh: NCSU Graphics. 7 p.

Sera, G.H.; Sera, T.; Azevedo, J.A.de; Mata, J.S.da; Ribeiro-Filho, C.; Doi, D.S.; Ito, D.S.; Fonseca, I.C.de B. (2006) Porta-enxertos de café robusta resistentes aos nematóides *Meloidogyne paranaensis* e *M. incognita* raças 1 e 2. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 27, n. 2, p. 171-184.

Silvarolla, M.B.; Gonçalves, W.; Lima, M.M.A. (1998) Resistência do cafeeiro a nematóides V – Reprodução de *Meloidogyne exigua* em cafeeiros derivados da hibridação de *Coffea arabica* com *C. canephora*. *Nematologia Brasileira*, v. 22, n. 1, p. 51-59.

Taylor, A.L. (1971) *Introduction to research on plant nematology, an FAO guide to study and control of plant parasitic nematodes*. FAO, UN, Rome. PL:CP/5-rev.1.

Taylor, A.L.; Sasser, J.N. (1978) *Biology: identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species)*. Raleigh, USA: NCSU & USAID. 111p.