

EFEITO DA TEMPERATURA NA BIOLOGIA DE TRÊS RAÇAS DE
Meloidogyne incognita (TYLENCHIDA - MELOIDOGYNIDAE)
EM CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) E ESTIMATIVA DO
NÚMERO DE GERAÇÕES PARA O ESTADO DE SÃO PAULO.

ANARIO JAEHN

Orientador: Prof. Dr. Luiz Gonzaga E. Lordello

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz",
da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Ciências - Área de Concentração:
Entomologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro, 1989

OFERECIMENTOS

A minha esposa, pelo seu amor e o contínuo compartilhar de minha vida profissional.

A minha filha Alicia, que é a razão do nosso viver.

Ao meu pai In memoriam desde 13/09/1988.

A minha irmã Belmira, que apesar do extremo esforço em querer viver em nosso mundo, já pertence mais a Deus do que aos homens.

A Deus, por mais esta etapa vencida.

AGRADECIMENTOS

A Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP Botucatu, pela oportunidade oferecida ao meu aprimoramento profissional,

Ao Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, pela ampliação de meus conhecimentos,

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas contribuições oferecidas.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. Luiz Gonzaga E. Lordello, pela orientação do trabalho e incentivador de minha profissão.

Ao Prof. Dr. José Roberto Postali Parra pelas sugestões iniciais.

A Maria Terezinha T. Tornero, pela orientação estatística e sugestões.

A Maria de Fátima Almeida Silva, pelo auxílio nas atividades laboratoriais.

Ao Prof. Augusto F. da Eira pelas críticas e sugestões.

Ao Prof. Dr. Ailton Rocha Monteiro pelas sugestões no aprimoramento do trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na realização deste trabalho.

INDICE

	Página
RESUMO	1
SUMMARY	4
1. INTRODUÇÃO	06
2. REVISÃO DE LITERATURA	07
2.1. Importância dos nematóides de galhas na cafeicultura	07
2.2. Raças de <i>Meloidogyne incognita</i>	09
2.3. Biologia de <i>Meloidogyne</i> spp. em cafeeiros	11
2.4. Efeito da temperatura sobre a biologia de <i>Meloidogyne incognita</i>	13
2.4.1. Eclosão de larvas	13
2.4.2. Sobrevivência e migração de larvas	16
2.4.3. Penetração e desenvolvimento	17
2.4.4. Ciclo total e postura	20
2.4.5. Machos	22
2.5. Influência da temperatura sobre o cafeeiro	22
2.6. Constante térmica	24
3. MATERIAL E METODOS	26
3.1. Preparo das mudas de cafeeiro	26
3.2. Multiplicação e preparação do inóculo de M.	

incognita	27
3.3. Identificação dos biótipos	27
3.4. Obtenção de ovos e larvas pré-parasitas	28
3.5. Delineamento Experimental	28
3.6. Inoculação	29
3.7. Coleta e coloração das raízes	30
3.8. Biologia em diferentes temperaturas	32
3.8.1. No Laboratório	32
3.8.2. Em condições de campo	32
3.9. Biologia	33
3.9.1. Eclosão de larvas "in vitro"	33
3.9.2. Fases do desenvolvimento	35
3.10. Análise estatística da produção de ovos	35
3.11. Determinação da constante térmica das raças 1, 2 e 4 de <i>M. incognita</i>	35
3.12. Determinação do número provável de gerações anuais das raças 1, 2 e 4 de <i>M. incognita</i> , com base na temperatura	36
3.12.1. Estimativa direta através do número de dias para completar o ciclo	36
3.12.2. Estimativa baseada nas isotermas mé- dias anuais do Estado de São Paulo	36
4. RESULTADOS	39
4.1. Biologia de <i>M. incognita</i> , raças 1, 2 e 4 em dife- rentes temperaturas	39
4.1.1. Fase de ovo "in vitro"	39
4.1.1.1. Raça 1	39
4.1.1.2. Raça 2	42
4.1.1.3. Raça 4	45
4.1.2. Penetração e desenvolvimento	51
4.1.2.1. Raça 1	52
4.1.2.2. Raça 2	56
4.1.2.3. Raça 4	61

4.1.3. Ciclo biológico total	68
4.1.3.1. Raça 1	70
4.1.3.2. Raça 2	70
4.1.3.3. Raça 4	71
4.1.4. Postura	71
4.1.5. Machos	74
4.2. Constante térmica	74
4.3. Determinação do número provável de gerações das raças 1, 2 e 4 de <i>M. incognita</i>	75
4.3.1. Estimativa direta através do número de dias para completar o ciclo	75
4.3.2. Estimativa baseada nas isotermas mé- dias anuais do Estado de São Paulo	76
5. DISCUSSÃO	81
5.1. Raças de <i>M. incognita</i>	81
5.2. Biologia de <i>M. incognita</i> , raças 1, 2 e 4 em dife- rentes temperaturas	82
5.2.1. Fase ovo "in vitro"	82
5.2.2. Sobrevivência e migração de larvas	84
5.2.3. Penetração	85
5.2.4. Desenvolvimento	86
5.2.5. Ciclo biológico total	87
5.2.6. Produção de ovos	88
5.3. Constante térmica	89
5.4. Determinação do número provável de gerações das raças 1, 2 e 4 de <i>M. incognita</i>	89
5.4.1. Confronto entre estimativa direta e baseada em constante térmica	89
5.4.2. Estimativa baseada nas isotermas anuais do Estado de São Paulo	89
6. CONCLUSOES	90
7. LITERATURA CITADA	91
8. APENDICE	100

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
<p>1. Porcentagem média diária e total acumulado de larvas eclodidas e período de incubação "in vitro" de ovos de <i>M. incognita</i>, raça 1, a 20, 24, 28 e 32^o C. Umidade do solo (Us) próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas</p>	40
<p>2. Porcentagem média diária e total acumulado de larvas eclodidas e período de incubação "in vitro" de ovos de <i>M. incognita</i>, raça 2, a 20, 24, 28 e 32^o C. Umidade do solo (Us) próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas</p>	43
<p>3. Porcentagem média diária e total acumulado de larvas eclodidas e período de incubação "in vitro" de ovos de <i>M. incognita</i>, raça 4, a 20, 24, 28 e 32^o C. Umidade do solo (Us) próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas</p>	46
<p>4. Porcentagem média diária e total acumulado de larvas eclodidas e período de incubação "in vitro" de ovos de <i>M. incognita</i>, raças 1, 2 e 4, à temperatura de campo (Tc) (média 21,9^o C +/- 1,9^o C; máxima 26,5^o C e mínima 18,9^o C).</p>	

Umidade do solo (Us) próxima à saturação. Fotoperíodo entre 13 e 14 horas	49
5. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 1, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em câmara de crescimento a 20 +/- 0,5 ^o C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	51
6. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 1, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em câmara de crescimento a 24 +/- 0,5 ^o C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	52
7. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 1, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em câmara de crescimento a 28 +/- 0,5 ^o C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	53
8. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 1, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em câmara de crescimento a 32 +/- 0,5 ^o C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	54
9. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 1, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em temperatura de campo (média 21,9 ^o C; desvio padrão 1,9 ^o C; máxima 26,5 ^o C e mínima 18,9 ^o C). Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo variável entre 13 e 14 horas	55
10. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 2, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em câmara de crescimento a 20 +/- 0,5 ^o C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	56

11. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 2, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em câmara de crescimento a $24 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	57
12. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 2, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em câmara de crescimento a $28 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	58
13. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 2, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em câmara de crescimento a $32 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	59
14. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 2, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em temperatura de campo (média $21,9^{\circ}$ C; desvio padrão $1,9^{\circ}$ C; máxima $26,5^{\circ}$ C e mínima $18,9^{\circ}$ C). Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo variável entre 13 e 14 horas	60
15. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 4, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em câmara de crescimento a $20 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	62
16. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 4, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em câmara de crescimento a $24 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	63
17. Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 4, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em	

	câmara de crescimento a $28 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	64
18.	Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 4, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em câmara de crescimento a $32 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	65
19.	Fases de desenvolvimento de <i>M. incognita</i> , raça 4, em raízes de <i>C. arabica</i> "Mundo Novo" 376/4, em temperatura de campo (média $21,9^{\circ}$ C; desvio padrão $1,9^{\circ}$ C; máxima $26,5^{\circ}$ C e mínima $18,9^{\circ}$ C). Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo variável entre 13 e 14 horas	66
20.	Resumo das principais fases do ciclo biológico de <i>M. incognita</i> , raças 1, 2 e 4, em função da temperatura	68
21.	Análise de variância do número de ovos produzidos pelas dez primeiras fêmeas, transformados em $\ln x$ nas temperaturas de 20, 24, 28 e 32° C e temperatura de campo (T_c C) para as raças 1, 2 e 4 de <i>M. incognita</i>	72
22.	Comparação das médias do número de ovos produzidos pelas dez primeiras fêmeas, transformados em $\ln x$ nas temperaturas de 20, 24, 28 e 32° C e temperatura de campo (T_c C) para as raças 1, 2 e 4 de <i>M. incognita</i>	73
23.	Estimativas do número de gerações (A) baseada em K e $T_b = 10^{\circ}$ C, (B) diretamente do experimento em temperaturas constantes, e (C) diretamente do experimento de campo (T_c), conforme temperatura do solo para as raças 1, 2 e 4 de <i>M. incognita</i>	75

24. Temperatura do ar, temperatura do solo nas profundidades de 5 a 40 cm do nível do solo, estimativas do número de gerações por ano (A) em K e $T_b = 10^{\circ} C$, e diretamente pelo número de dias em temperaturas constantes de 20, 24 e 28^o C das câmaras de crescimento para completar o ciclo (B) para as raças 1, 2 e 4 de *M. incognita* 77

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Porcentagem diária acumulada de eclosão de larvas de <i>M. incognita</i> , raça 1, a 20, 24, 28 e 32 ^o C e temperatura de campo (Tc). Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	41
2. Porcentagem diária acumulada de eclosão de larvas de <i>M. incognita</i> , raça 2, a 20, 24, 28 e 32 ^o C e temperatura de campo (Tc). Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	44
3. Porcentagem diária acumulada de eclosão de larvas de <i>M. incognita</i> , raça 4, a 20, 24, 28 e 32 ^o C e temperatura de campo (Tc). Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	47
4. Porcentagem total de larvas eclodidas de <i>M. incognita</i> , raças 1, 2 e 4, submetidas a 20, 24, 28 e 32 ^o C e temperatura de campo (Tc). Us próxima à saturação. Fotoperíodo das câmaras de crescimento de 14 horas e do campo 13-14 horas	50
5. Duração dos estádios intermediários e ciclo total, em dias, das raças 1, 2 e 4 de <i>M. incognita</i> submetidas a 20, 24, 28 e 32 ^o C e temperatura de	

campo (Tc). Us próxima à saturação. Fotoperíodo das câmaras de crescimento de 14 horas e Tc entre 13-14 horas	67
6. Ciclo biológico total, em dias, de ovo a ovo das raças 1, 2 e 4 de <i>M. incognita</i> submetidas a 20, 24, 28 e 32 C e temperatura de campo (Tc). Us próxima à saturação. Fotoperíodo das câmaras de crescimento de 14 horas e Tc entre 13-14 horas	69
7. Número provável de gerações anuais de <i>M. incognita</i> raças 1, 2 e 4 com base nas suas necessidades térmicas, em regiões do Estado de São Paulo que possuem as mesmas isotermas anuais	79
8. Número mínimo e máximo de gerações por ano referente às temperaturas calculadas para 5 a 40 cm de profundidade do solo, baseando-se nas constantes térmicas com médias de 534, 580 e 718 graus dias, respectivamente, para as raças 1, 2 e 4 de <i>M. incognita</i>	80

LISTA DE APENDICES

Apêndice	Página
1. Número de ovos das 10 primeiras fêmeas das raças 1, 2 e 4 de <i>M. incognita</i> submetidas a 20, 24, 28 e 32 ^o C e temperatura de campo (Tc). Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas	100
2. Temperaturas médias diárias do ar da Fazenda Lageado, município de Botucatu, no período do experimento de 24 de novembro de 1986 a 20 de janeiro de 1987	101

EFEITO DA TEMPERATURA NA BIOLOGIA DE TRÊS RAÇAS DE *Meloidogyne incognita* (TYLENCHIDA - MELOIDOGYNIDAE) EM CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) E ESTIMATIVA DO NÚMERO DE GERAÇÕES PARA O ESTADO DE SÃO PAULO.

Autor: ANARIO JAEHN

Orientador: Prof. Dr. LUIZ GONZAGA E. LORDELLO

RESUMO

A biologia das raças 1, 2 e 4 de *M. incognita* foi estudada em mudas de cafeeiro arábico "Mundo Novo" 376/4. O ensaio para cada raça foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos ou seja, 4 em temperaturas constantes em câmaras de crescimento a 20, 24, 28 e 32^o C, e um em temperatura ambiente de campo (média de 21,9^o C, com desvio padrão de 1,9^o C, mínima de 18,9^o C e máxima de 26,5^o C).

O trabalho constou de 2 partes: uma sobre a viabilidade dos ovos das raças "in vitro", nas mesmas condições e temperaturas acima citadas e, outra sobre a biologia propriamente dita.

Para a biologia inocularam-se em média 5.000 ovos e eventuais larvas por recipiente. Aos 16 dias iniciou-se a coleta que continuou até aos 60 dias, à razão de duas repetições a cada 4 dias, por raça e temperatura, totalizando 360 plantas.

Quanto à eclosão total de larvas "in vitro", para a raça 1 foi observada eficiência acima de 80% em todas as temperaturas das câmaras de crescimento, diferindo apenas entre si quanto ao número de dias para o seu nascimento. Para as raças 2 e 4 a eficiência variou entre 70 e 80% nos intervalos de temperatura entre 20 e 28^o C, e que também

diferiram entre si quanto ao período de nascimento. Na temperatura de campo a eficiência de eclosão foi sensivelmente mais baixa, sendo que seu período de incubação foi ainda mais longo. A porcentagem de nascimento total foi de apenas 67,7% para a raça 1; 46,6% para a 2; e 53,5% para a 4.

Quanto à porcentagem de penetração do número de larvas nas raízes, as temperaturas mais baixas (20, 24^o C e temperatura de campo), foram as mais favoráveis, enquanto que as mais elevadas (28 e 32^o C) reduziram o período de penetração. Quando comparados com a raça 1, a raça 2 teve 67% e a 4, apenas 52% de eficiência do número de larvas que penetraram nas raízes.

Para o desenvolvimento do nematóide nas raízes as temperaturas de 28 e 32^o C foram igualmente favoráveis para as raças 1 e 2 e, embora com menor tempo, também para a raça 4. Nestas temperaturas o período de crescimento foi sensivelmente reduzido.

A exemplo da redução do período de desenvolvimento, o ciclo total também teve comportamento similar às temperaturas de 28 e 32^o C para as 3 raças. No tocante à pré-postura, para as raças 1, 2 e 4 foram necessários 28, 32 e 36 dias, respectivamente.

Para o tratamento de campo (Tc) em função das oscilações de temperatura e necessidades da constante térmica (K) os períodos de postura prolongaram-se para 36, 40 e 52 dias, respectivamente, para as raças 1, 2 e 4.

As exigências térmicas (K) das raças 1, 2 e 4 foram, respectivamente, 534, 580 e 718 graus dias.

A estimativa do número de gerações nas diferentes isotermas do Estado de São Paulo na profundidade do solo entre 5 e 40 cm, mostrou que a raça 1 pode reproduzir-se à razão de 6,0 a 12,3 gerações anuais; a raça 2, entre 5,5 a 11,7 e, a raça 4, entre 4,5 a 9,4.

Foi concluído que as três raças estudadas

embora tenham o melhor desenvolvimento na mesma faixa térmica (28-32^o C) apresentaram constantes térmicas diferentes. Portanto também são distintas em sua biologia pelo parâmetro temperatura.

EFFECT OF TEMPERATURE IN THE BIOLOGY OF THREE RACES OF *Meloidogyne incognita* (TYLENCHIDA - MELOIDOGYNIDAE) ON COFFEE (*Coffea arabica* L.) AND ESTIMATION OF THE NUMBER OF GENERATIONS FOR THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

Author: ANARIO JAEHN

Adviser: Prof. Dr. LUIZ GONZAGA E. LORDELLO

SUMMARY

The biology of the races 1, 2 and 4 of *Meloidogyne incognita* 376/4 coffee seedlings was studied. The experiment was set up in completely randomized design with 5 treatments, being 4 at constant temperatures (20, 24, 28 and 32° C) in growing chambers, and one at field temperature (mean of 21.9° C; standard deviation 1.9° C; minimum of 18.9° C and maximum of 26.5° C). The results were as follows: The total hatching of larvae of race 1 showed an efficiency higher than 80% at all temperatures in the growing chambers, although differing among themselves as to the number of days to hatch. For races 2 and 4 the highest efficiency ranged from 70 to 80% at temperature intervals between 20 and 28° C, and also differing among themselves as to the hatching period. At field temperature the efficiency of hatching was lower and the period even longer. The percentage of total hatching was 67.7% for race 1, 46.6% for race 2, and 53.3% for race 4. The lower temperatures (20, 24° C and field temperature) favoured the percentage of penetration of the larvae into the roots, while the higher ones (28 and 32° C) stimulated the speed of penetration. Compared to race 1, races 2 and 4 presented, respectively, 67% and 52% of efficiency of the number of penetrating larvae. Concerning the nematode development in the

roots, the temperatures of 28 and 32^o C were equally favourable for races 1 and 2, and, although with lower speed, for race 4 as well. At these temperatures (28 and 32^o C) the growing period was sensibly reduced. This reduction was also observed in the life cycles of the three races at 28 and 32^o C. The beginning of the egg laying periods were 28 days for race 1, 32 days for race 2, and 36 days for race 4. Due to temperature oscillation and the requirements of the thermal constant (K), the egg laying periods, in the field conditions, were 36, 40 and 52 days for races 1, 2, and 4, respectively. The thermal requirements of the races 1, 2 and 4 were 534, 580 and 718 degree days, respectively. The estimated number of generations at different isotherms of the State of São Paulo, at soil depth between 5 and 40 centimeters, indicated that the race 1 could reproduce at the rate of 6.0 to 12.3 generations per year; race 2 between 5.5 and 11.7, and race 4 between 4.5 and 9.4 generations per year.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Tylenchida - Meloidogynidae) foi e continua sendo motivo de preocupação para os nematologistas de muitos países e atualmente constitui um sério entrave para a cafeicultura nacional.

Este fitoparasito encontra-se amplamente disseminado tanto nas zonas temperadas, como nas tropicais. Determina grande destruição do sistema radicular, eliminando praticamente todas as raízes laterais e causando aberturas no cortex. Sua ação é destruidora, revelando-se como o maior inimigo da cultura.

Acredita-se que somente um manejo adequado poderá reduzir os seus prejuízos, o que implica na necessidade de se conhecer a ação dos parâmetros ecológicos sobre o seu desenvolvimento. Sendo a temperatura (TAYLOR e SASSER, 1978) um fator ecológico dos mais importantes, procurou-se estudar a biologia comparada, em diferentes temperaturas, de 3 raças de *M. incognita* em *Coffea arabica* L. "Mundo Novo" 376/4 e estimar o número provável de gerações em regiões cafeeiras do Estado de São Paulo, que possui atualmente 20,8% da população cafeeira do Brasil (IBC-MIC, 1986).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância dos nematóides de galhas na cafeicultura

No início da década de 1970, com as publicações de LORDELLO e MELLO FILHO (1970) e LORDELLO e HASHIZUME (1971) foi relatada a ocorrência da mais nociva espécie de nematóide de galhas para o cafeeiro em diferentes Estados do país, *Meloidogyne incognita*. Segundo LORDELLO (1972), os gêneros dos nematóides mais prejudiciais à cafeicultura são *Meloidogyne Goeldi*, 1887 e *Pratylenchus Filipjev*, 1936.

ARRUDA (1960 a, b) relatou os efeitos depressivos causados por *M. exigua* Goeldi, 1887 em cafeeiro, primeiro em mudas de viveiro, depois em plantas com um ano de campo.

ARRUDA e REIS (1962) verificaram significativa redução na produção de café da ordem de 50% nas duas primeiras colheitas de plantas artificialmente infestadas por *M. exigua*.

FELDMESSER (1971) informou que, no Hawaii, as perdas eram da ordem de 5%. Estimou estes prejuízos no ano agrícola de 1967-1968 em 77.300 dólares. BARRIGA (1976) relatou que, na Colômbia, as perdas devidas às espécies *M. exigua* e *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 eram estimadas entre 600 e 800 milhões de dólares ao ano.

Segundo LORDELLO (1976), no Brasil os

nematóides causavam uma redução na produção de café da ordem de 20%. Considerando essa informação, GONÇALVES et alii (1978) estimaram uma perda da ordem de 25,58 milhões de sacas de café beneficiado no período de 1969 a 1978 para os Estados de São Paulo e Paraná. FADEL et alii (1979), através de um levantamento, concluíram que aproximadamente 1,8% do total de 360 milhões de cafeeiros de 81 municípios do norte paranaense, na área de ação de Divisão de Assistência à Cafeicultura do Instituto Brasileiro do Café, em Londrina, PR (DACAF PR-1), estavam infestados por *M. incognita* e *M. coffeicola* Lordello & Zamith, 1960. Na mesma época, para a área de ação da Divisão de Maringá, PR (DACAF PR-2) segundo dados de levantamento aerofotogramétrico do IBC, não publicados, 60% da cafeicultura dessa região (aproximadamente 450 milhões de covas) estavam instalados principalmente em solos arenosos "arenito de caiué", que são os mais sujeitos à incidência de nematóides. Assim, milhões de covas instaladas na região norte do Paraná, neste tipo de solo, poderiam estar atacadas.

No Estado de São Paulo, DI PIETRO et alii (1981) realizaram um levantamento preliminar elaborado pela CODEC-IBC. Dos 972,675 milhões de cafeeiros estimados existentes na época, 580,993 milhões (59,73%) foram considerados sadios, 334,756 milhões (34,42%) atacados por *M. incognita*, 51,174 milhões (5,26%) por *M. exigua* e 5,000 milhões (0,59%) por *Meloidogyne* spp.

Acredita-se que, no programa de renovação da cafeicultura do IBC-GERCA, na década de 1970-1980, o principal meio de disseminação foi o plantio de mudas infestadas, oriundas de viveiros sem controle técnico. No ano agrícola de 1975-76, na regional do IBC de Maringá, PR, foram condenadas 5.400.000 mudas (JAEHN et alii, 1977), 1.403.160 no período de 1976-79 na regional de Londrina, PR (FADEL et alii, 1979) e 3.321.952 mudas no ano agrícola de 1976-77 no Estado de São Paulo (GONÇALVES et alii, 1978). Mesmo assim, como o controle

fitossanitário rígido não foi observado em todas as regiões cafeeiras, muitas lavouras foram implantadas com mudas não certificadas.

STOYANOV (1972) cita que, em Cuba, *M. incognita* também causa danos em viveiros e as suas mudas infestadas devem ser eliminadas.

2.2. Raças de *Meloidogyne incognita*

Os estudos desenvolvidos pelo Projeto Internacional de *Meloidogyne*, IMP (International *Meloidogyne* Project), revelaram a ocorrência de quatro raças de *M. incognita*. Foram caracterizadas como raças apenas as populações da espécie que em numerosos experimentos mostraram ter preferências significativamente diferentes daquelas estabelecidas como normais da espécie e que apresentaram ampla distribuição geográfica (SASSER e TRIANTAPHYLLOU, 1977; TAYLOR e SASSER, 1978).

A identificação das raças é realizada por meio de ensaios com hospedeiros padronizados. A raça 1 não se reproduz bem quer em fumo (*Nicotiana tabacum* L.) cv NC 95 quer em algodão (*Gossypium hirsutum* L.) cv Deltapine 16. A raça 2 se reproduz bem em fumo mas não em algodão. A raça 3 não se reproduz bem em fumo mas o faz em algodão. A raça 4 se reproduz bem nas duas plantas. Para caracterizar o grau de reprodução foi adotada a seguinte escala de notas, de acordo com o número de galhas e ootecas: Nota 0 (zero) = nenhuma galha e ooteca; Nota 1 = 1 - 2; Nota 2 = 3 - 10; Nota 3 = 11 - 30; Nota 4 = 31 - 100 e Nota 5 = mais de 100 galhas e ootecas. Quando a nota média de ooteca atinge 4 ou mais considera-se que o nematóide se reproduz bem no hospedeiro diferencial. Quando a nota média está entre 0 e 2 considera-se que a reprodução não é satisfatória.

Os ensaios devem ser realizados em ambiente com temperatura variando de 24 a 30 °C (média de 25 °C)

utilizando-se inóculo de 10.000 ovos por vaso (TAYLOR e SASSER, 1978).

Temperaturas mais elevadas podem "quebrar" a resistência e alterar as respostas. Segundo IBRAHIM (1982), algumas populações de *M. incognita* do Egito, classificadas como raças 1 e 3 na Universidade Estadual de Carolina do Norte, sede do IMP, tinham reagido como raças 2 e 4, respectivamente, em seu país e isso provavelmente seria devido às condições de altas temperaturas verificadas nos meses de verão do Egito.

VILLALBA-GAULT et alii (1982) definiram como raça 5 uma população obtida de *Brassica* sp. que crescia como planta daninha em cafezal na Colombia e que pelo padrão de perineal pertencia a *M. incognita* mas não infestava pimentão (*Capsicum frutescens* L.) cv California Wonder, dando assim as mesmas reações de *M. arenaria* raça 2. TAYLOR e SASSER (1978) haviam classificado uma população de *M. incognita* oriunda do Peru como raça 4, embora ela não se reproduzisse em pimentão.

No Brasil ocorrem as raças 1, 2, 3 e 4 de *M. incognita* (TAYLOR et alii, 1982) e todas elas tem sido verificadas em cafeeiro. Os autores registraram a raça 3 em duas amostras de cafeeiros do Paraná.

MEDINA FILHO et alii (1981) detectaram 6 populações da raça 2, uma da 3 e uma da 4 em cafezais do Estado de São Paulo.

LORDELLO et alii (1987) identificaram como raça 1 a população de *M. incognita* de um cafezal de Cafelândia, SP onde realizaram estudo de recuperação com nematicidas.

GONÇALVES e FERRAZ (1987) e GONÇALVES et alii (1988) identificaram como raça 3 a população de *M. incognita* obtida de cafezal de Garça, SP e que utilizaram em estudo de resistência de progênies de cafeeiros, filiadas as espécies *C. congensis* Pierre, *C. canephora* Pierre e *C. arabica*.

LORDELLO e LORDELLO (1987) em ensaios realizados em vasos verificaram que todas as sete linhagens de

C. arabica L. foram infestadas pelas raças 1 e 2 e que as raças 3 e 4 apresentaram baixa infestação e algumas reações de imunidade, principalmente à raça 4.

A raça 5 proposta por VILLALBA-GAULT et alii (1982) e que parasita cafeeiro arábico cultivar Caturra na Colombia não foi ainda assinalada no Brasil.

A nível mundial a raça 1 foi a mais frequente de *M. incognita* nas amostras estudadas pelo IMP, perfazendo 32,18 % do total das populações. As raças 2, 3 e 4 foram registradas em 4,53; 4,83 e 0,91 %, respectivamente. Ficaram sem determinação a nível de raça 4,23 % das populações de *M. incognita*. Assim essa espécie totalizou 46,68 % enquanto *M. javanica* chegou a 39,73 % (TAYLOR et alii, 1982). Para cafeeiro, especialmente no Brasil, o número de populações estudadas é ainda pequeno para se saber a frequência das raças.

2.3. Biologia de *Meloidogyne* spp. em cafeeiros

São poucos os trabalhos relativos a biologia de espécies de *Meloidogyne* em cafeeiro.

MENDES et alii (1977) inocularam plântulas de cafeeiro "Mundo Novo" no estádio "palito-de-fósforo" com larvas de *M. exigua*, restringindo o período para penetração a 24 horas. Observaram que a penetração dá-se, geralmente, na região do meristema terminal e a migração ocorre inter e intracelularmente em direção ao pleroma, onde localiza a região labial, deixando o resto do corpo estendido no periblema. Em virtude do baixo índice de infestação não puderam realizar observações sobre a sequência cronológica do ciclo de vida do parasito. Assim concentraram seu estudo ao desenvolvimento das "células gigantes" ou "sincitios" e às alterações histopatológicas.

LORDELLO et alii (1977) provaram que o grau de

infestação de plântulas de cafeeiro arábico por *M. exigua* era maior no estádio "orelha-de-onça" do que nos estádios "palito-de-fósforo".

NAKASONO et alii (1980) verificaram que ocorreram duas fases no desenvolvimento do sistema radicular de plântulas de cafeeiro arábico cultivar Mundo Novo transplantadas e que as larvas de *M. exigua* só penetraram em raízes que surgiram na segunda fase.

JAEHN (1980) estudou os efeitos de nitrogênio e de potássio na infestação, crescimento e reprodução de *M. incognita* em mudas de cafeeiro arábico "Mundo Novo". Verificou que os nematóides encontravam-se quase sempre nas raízes laterais lisas. A omissão de nitrogênio determinou menor número de raízes laterais, de parasitos, de ovos por ooteca e total de ovos. Dose dupla de nitrogênio resultou em número total de ovos maior. A omissão de potássio não afetou o número de raízes lisas e o número total de nematóides mas causou diferenças com relação aos estádios de desenvolvimento. Dose dupla de potássio também não afetou o número de raízes lisas e o número total de ovos mas teve influência sobre os estádios.

LORDELLO (1982) estudou o desenvolvimento de *M. exigua* em raízes de cafeeiros arábicos cv Mundo Novo, em três ambientes: casa de vegetação, sala de temperatura constante e cafezal localizados no Centro Experimental de Campinas do Instituto Agrônomo de Campinas. Verificou que o tempo necessário ao desenvolvimento foi influenciado pela temperatura. Estimou a temperatura base ou limiar de desenvolvimento em 15°C e em 6.545, 6.403 e 6.788 unidades de calor nos três ambientes, respectivamente, para o desenvolvimento do segundo estádio larval até fêmeas com ovos.

TRONCONI et alii (1985) estudaram influência da temperatura na reprodução de *M. exigua* em mudas de café, mantidas em câmaras de crescimento às temperaturas constantes de 16, 20, 24 e 28°C . Ao se observar o número de ovos por sistema radicular, estabeleceram uma regressão quadrática pela

qual na temperatura de $22,29^{\circ}$ C ocorre a máxima reprodução com 11.070 ovos por sistema radicular. As temperaturas de 20° e 24° C foram as mais favoráveis para a oviposição.

2.4. Efeito da temperatura sobre a biologia de *Meloidogyne incognita*

Os estudos de biologia dos nematóides filiados ao gênero *Meloidogyne* que foram realizados antes da revisão do gênero por CHITWOOD (1949), entre os quais o excelente trabalho de TYLER (1933), não podem ser referidos com segurança a nível de espécie.

2.4.1. Eclosão de larvas

BERGESON (1959) estudando a influência da temperatura do solo na sobrevivência de *M. incognita* acredita concluiu que 10° C (50° F) aproximava-se do ótimo para sobrevivência de ovos e larvas que alcançava mais de um ano. Os ovos foram mais resistentes que as larvas às temperaturas inferiores a 10° C mas sobreviveram somente de 25 a 50 % em relação aos que o fizeram a 10° C. A sobrevivência dos ovos como tais a $15,5^{\circ}$ C (60° F) ou acima foi questionável pois na maioria havia eclosão das larvas durante os tempos de exposição a essas temperaturas. As temperaturas superiores a $15,5^{\circ}$ C ou seja $21,1^{\circ}$ C, $26,6^{\circ}$ C e $32,2^{\circ}$ C utilizadas em seu trabalho, a eclosão atingiu o pico entre o quarto e o sétimo dia. A $15,5^{\circ}$ C a taxa de eclosão permaneceu quase constante. Ocorreu apreciável eclosão de larvas durante todo o período de 47 dias em que manteve ovos a $15,5^{\circ}$ C.

HIDAKA e TANAKA (1967) estudaram a eclosão de larvas de *M. incognita* mantendo em água estéril a 28° C massa de ovos produzidas em fumo *N. tabacum*. Contando as larvas eclodidas a partir da 20 a. até 88 a. horas, em intervalos de

4 horas, verificaram que a eclosão foi bem uniforme durante todo o período, com média de 200 larvas por massa de ovos.

SHEPPERSON e JORDAN (1974) obtiveram fêmeas adultas de *M. incognita* de folhas de begônia, removeram-lhes as ootecas e incubaram tais fêmeas em gota pendente de "água-solo", a 27° C. Fêmeas que sobreviveram (60 % até 3 semanas e 4 % até 30 dias) colocaram ovos no estágio de uma célula; a eclosão da primeira larva ocorreu após 8 dias.

LINGE (1976) trabalhando com *M. incognita* em feijão alado, *Psophocarpus tetragonolobus* L., na Papua, Nova Guiné, verificou que as larvas eclodiam mais rapidamente de ootecas mantidas a 25° C; um tanto menos eclodiam a 30° C e 37° C (47,1 e 51,1 %, respectivamente, após três dias). A 5 e 15° C as eclosões acumuladas após 7 dias foram de 3,3 e 31,9 %, respectivamente.

FREIRE e FERRAZ (1977), no Brasil, estudaram o efeito da temperatura e das excreções radiculares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), cvs Rico 23 e 37-R na eclosão de larvas de *M. incognita* e de *M. javanica*. As excreções não afetaram a eclosão de larvas, enquanto que a temperatura teve notável influência. O máximo de eclosão foi registrado a 28° C, seguindo-se, em ordem decrescente de eficiência, as temperaturas de 24, 32, 20 e 16° C.

VRAIN e BARKER (1978) estudaram a influência de baixas temperaturas no desenvolvimento de ovos de *M. incognita* e de *M. hapla*, colocando ootecas em solos mantidos a 10, 12, 16 e 20° C. Grande número de ovos das duas espécies não se desenvolveu normalmente, morrendo em todas as temperaturas. As porcentagens de ovos anormais ou mortos a 16 ou 20° C estiveram entre 20 e 30 % para as duas espécies no fim do período de desenvolvimento. A 10 e 12° C, entretanto, as porcentagens de ovos mortos ou anormais de *M. incognita* foram muito altas (47 a 66 %), enquanto que as de *M. hapla* mantiveram-se na mesma faixa encontrada nas temperaturas superiores. Não houve eclosão de larvas de *M. incognita* de

ovos mantidos a 10° C e o desenvolvimento foi vagaroso a 12° C, tornando-se mais rápido a 16° e 20° C.

VRAIN (1978) expos massas de ovos e larvas de segundo estágio de *M. incognita* e *M. hapla* em solo a temperaturas variando de 20° a -8° C. A temperatura foi abaixada em intervalos de dois dias para 16° , 12° , 8° , 4° , 0° , -4° e -8° C e os nematóides mantidos a 4° , 0° , -4° ou -8° C por 18, 14, 10 ou 6 dias, respectivamente. As larvas no interior dos ovos de ambas as espécies foram mais resistentes às baixas temperaturas do que os estádios embrionários. Nos ovos de *M. incognita*, 7,5 % de embriões e 48 % de estádios larvais sobreviveram 14 dias a 0° C, enquanto 9 % de embriões e 90 % de estádios larvais em ovos de *M. hapla* sobreviveram 10 dias a -4° C. Larvas de segundo estágio das duas espécies permaneceram infestantes no solo a 4° ou 0° C, mas foram danificadas a -4° e -8° C.

EDONGALI e FERRIS (1981) estudaram o efeito da salinidade e temperatura do solo em que se desenvolveram o hospedeiro, tomando as ootecas produzidas e as incubando em soluções de NaCl e CaCl_2 a 3,5 e 5,0 mmhs/cm ou em água, a temperatura de $25 \pm 2^{\circ}$ C. Verificaram que os ovos produzidos em plantas crescidas em temperaturas maiores podem ser menos viáveis devido a menor percentagem de eclosão. A 35° C houve pouca eclosão e a capacidade de infestação das larvas diminuiu.

STEPHAN (1982) verificou que *M. incognita* raça 1, de material proveniente dos Estados Unidos da América, teve maior percentagem de eclosão, após 6 dias, em ovos incubados a 25° C do que *M. incognita* raça 2, procedente da Nigéria, a 27° C. Segundo figura apresentada, a raça 2 iniciou a eclosão em temperatura acima de 10° C, enquanto que a eclosão da raça 1 iniciou-se acima de 8° C e manteve-se maior que a da raça 2 até 20° C.

GUIRAN (1980) verificou que o resfriamento a

4^o C de massas de ovos de *M. incognita* aumentava com o tempo de exposição a porcentagem de ovos em diapausa (embriões não diferenciados), de larvas que não nasciam e de ovos mortos.

2.4.2. Sobrevivência e migração de larvas

A primeira ecdise ocorre dentro do ovo, seguida da eclosão da larva de segundo estágio (L2) conhecida como larva migrante, infestante ou ainda pré-parasita (LORDELLO, 1981).

Segundo NORTON (1978), a temperatura do solo é um dos fatores ecológicos mais importantes que afetam a sobrevivência e migração de larvas de *Meloidogyne*.

BERGERSON (1959) verificou que algumas larvas de *M. incognita* acrita sobreviveram e foram infestantes após 12 meses em solo mantido a 10^o C (50^o F). Entre 10 e 15,6^o C (60^o F) a atividade das larvas e a utilização de suas reservas nutritivas provavelmente aumentava tanto que sua duração de vida na ausência de alimento diminuía em pelo menos 50 %. A 15,6^o C e 26,7^o C (80^o F) todas as larvas não eram mais infestantes após 4 meses. A 26,7^o C o declínio na capacidade de infestação foi muito rápido já nos dois primeiros meses.

VAN GUNDY et alii (1967) verificaram que a diminuição na capacidade de infestação de *M. javanica* era associada com a diminuição na mobilidade e nas reservas do corpo quando era mantida sem alimentação em solo e em água a 27^o C. A sobrevivência da larva infestante foi maior em solo do que na água e era associada com a retenção das reservas do corpo. A motilidade e a capacidade de infestação "in vitro" foi de 32 dias e pareceu ser independente até ter sido perdida cerca de 50-60 % das reservas. O principal material de reserva no intestino era lipídio: 30 % do peso seco total. Em secção transversal do intestino de *M. javanica*, lipídio ocupava 53 % da área total, enquanto proteína ocupava 23-24 %. A perda

total em peso seco em larvas de 10 dias de vida foi de aproximadamente 52 %, sendo 18 % em lipídios e 34 % em materiais não lipídicos. Isto correspondeu a perda de 60 % em lipídios totais. As reservas foram gastas mais rapidamente a temperaturas mais elevadas, quer em solo seco, quer em soluções oxigenadas. Por outro lado, as reservas do corpo foram conservadas a baixas temperaturas, tanto em solos úmidos, como em soluções com baixas concentrações de oxigênio. Faltam informações mas em *M. incognita* deve ser de forma semelhante.

PROT e VAN GUNDY (1981) estudaram a migração vertical de larvas de *M. incognita* para raízes de tomateiro *L. esculentum* em solo a 14, 16, 18, 20 e 22 ° C. Na temperatura mais baixa, 14 ° C, somente cerca de 2 % das larvas migravam 20 cm e penetravam nas raízes do tomateiro. A 18 ° C a porcentagem aumentou para 6-8 % e a 20 e 22 ° C, para 30 %. Comparada com *M. hapla* a 14, 18 e 22 ° C, verificou-se que esta era capaz de migrar a temperatura mais baixa. A 18 ° C, 17 % de *M. hapla* migrou 20 cm em 10 dias. Isso foi significativamente maior que os 3 % de *M. incognita*. A 14 e 22 ° C não houve diferenças significantes entre as migrações de larvas de segundo estágio das duas espécies.

STEPHAN e ESTEY (1982) testaram em casa de vegetação a migração de larvas de 2o. estágio de *M. hapla* em 3 classes de solo (areia barrenta, barro arenoso e barro argiloso-arenoso). Observaram que nestes tipos de solo não há migração ou penetração de larvas nas raízes em temperaturas de solo abaixo de 15 ou acima de 35 ° C.

2.4.3. Penetração e desenvolvimento

JAEHN et alii (1983) verificaram que larvas de *M. incognita* em cafeeiro penetram pela ponta das raízes, região não pilífera, à semelhança do que acontece com *M. exigua*, conforme foi demonstrado por MENDES et alii (1977) e

NAKASONO et alii (1980).

HOLTZMANN (1965) relatou que variedades e seleções de tomateiro, relativamente resistentes a *M. incognita* a 20 e 25 ° C, tinham a resistência diminuída a 30 e 34,5 ° C, permitindo uma maior porcentagem de penetração e desenvolvimento. Em variedades suscetíveis *M. incognita* variou em sua capacidade de penetrar e desenvolver a cada temperatura. A penetração foi maior a 25 e 30 ° C enquanto que o desenvolvimento foi maior a 30 ° C.

DROPKIN (1963) relatou que *M. incognita* acrita inoculada em soja (*Glycines max* (L.) Merr) var. Adams em temperaturas entre 21,5 e 25 ° C desenvolveu para maturidade em maiores números do que nas temperaturas entre 31,5 e 35 ° C mas na variedade Chief mais larvas atingiram a maturidade nas temperaturas mais elevadas.

HU (1966) observou que 20-30 ° C era a faixa de temperatura ótima para a invasão de raízes de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) por larvas de *M. incognita* e *M. javanica* e que não se observava formação de galhas abaixo de 16 ° C.

DROPKIN (1969) verificou que a resistência de plântulas de tomateiro "Nematex" a *M. incognita* acrita caía progressivamente à medida que a temperatura crescia de 28 para 33 ° C. A 25 e 28 ° C muito poucas larvas cresceram (4 e 2 %, respectivamente) em contraste com os 52 e 87 % verificados a 32 e 33 ° C, respectivamente. Temperaturas elevadas no início da infestação determina o curso de desenvolvimento do parasito, tal que plantas inoculadas e mantidas a 32 ° C por 2 ou 3 dias e subsequentemente mantidas a 27 ° C por um mês, continham abundante galhas e ovos. Em tomateiro suscetível, "Enterprise" a temperatura teve pouco efeito na proporção de larvas que cresceram após a penetração.

Para IRIZARRY et alii (1971) em um experimento em casa de vegetação, a elevação de temperatura do solo de 25

para 30° C induziu a um aumento de penetração de larvas de *M. incognita* em *Phaseolus vulgaris* L.

JATALA e RUSSELL (1972) relataram que a penetração, o grau de desenvolvimento e a população total de *M. incognita* em raízes de batata doce (*Ipomoea batatas* Lam) das variedades Allgold (suscetível) e Nemagold (resistente), crescendo em câmaras com temperaturas diurnas (16 horas) de 24, 28 e 32° C e noturna (8 horas) de 20° C, foram progressivamente maiores nos ambientes mais quentes.

NGUNDO e TAYLOR (1975) estudando a penetração de larvas de *M. incognita* e *M. javanica* em raízes de feijoeiros (*P. vulgaris* L.) concluíram que, aparentemente, era influenciada tanto pela idade das larvas como pela temperatura prevalecente. Quando as larvas eram recém nascidas maiores percentagens de *M. incognita* penetraram em raízes dos cultivares Kikara, Canadian Wonder, Masterpiece, Marathon e Premier, do que *M. javanica* em câmara de crescimento a temperatura de 29° C (diurna) e 23° C (noturna) mas não houve diferenças significativas quando o experimento foi conduzido em condições de temperatura baixa e flutuante (21-24° C).

Segundo VRAIN et alii (1978) larvas de *M. incognita* e *M. hapla* invadem raízes de trevo (*Melilotus alba* Lam) e se desenvolvem a 20, 16 e 12° C mas não a 8° C. A temperatura mínima calculada para o desenvolvimento de larvas de *M. incognita* foi 10,08° C e para *M. hapla* 8,8° C.

LORDELLO (1982) classificando as fases de desenvolvimento de *M. exigua* em raízes de cafeeiro em casa de vegetação, com a temperatura variando entre 14 e 44° C, com média de 25,8° C, observou as primeiras larvas L2 e L3 aos 16,5 dias, a L4 aos 22,5 dias e a primeira fêmea a 32,5 dias. Em sala de temperatura constante, com média de 22,1° C, encontrou a primeira larva de L2 aos 12,5 dias, a L3 aos 20,5 dias e a L4 aos 24,5 dias e a primeira fêmea aos 38,5 dias; e em ambiente de cafezal onde a temperatura variou de 13 a

39^o C, durante o experimento, com média de 22,4^o C, notou a primeira larva L2 aos 8,5 dias, a L3 aos 24,5 dias e a L4 aos 28,5 dias.

ABDEL-HAMID et alii (1983) inoculando plântulas de algodoeiro em vaso com larvas de *M. incognita*, obtidas após incubação de ovos por 72 horas a 25 +/- 5^o C, verificaram a primeira larva de segundo estágio (L2) nas raízes três dias depois, e a primeira larva de terceiro estágio (L3) no sétimo dia. O maior número de L2 nas raízes foi notado no dia 15 e o de L3 nos dias 17-19. O estágio L4 ocorreu entre os dias 11 e 24 e as primeiras fêmeas maduras entre os dias 25 e 35.

2.4.4. Ciclo total e postura

O primeiro trabalho de biologia estudando o ciclo completo de *Meloidogyne* sp, afetado pela temperatura foi efetuado em tomateiro por TYLER (1933). A 31,5^o C as cinco primeiras fêmeas fizeram postura entre 17 e 22 dias, variando entre 1 e 25 o número de ovos por ooteca; a 28^o C, após 17 dias foram encontradas as três primeiras fêmeas com apenas 1 ovo por ooteca; a 24^o C, o ciclo completo foi entre 25 e 27 dias, encontrando 25 fêmeas com o número de ovos por ooteca variando entre 15 e 150; e a 20^o C, foram necessários 31 dias encontrando uma fêmea com 15 ovos.

THOMASON e LEAR (1961) determinaram a influência da temperatura do solo na produção de ovos de *Meloidogyne* spp, incluindo seis populações de *M. incognita* acrita. A 15-16^o C somente algumas massas de ovos foram produzidas em 35 dias. O número aumentou consideravelmente a 20-21^o C. A produção máxima ocorreu entre 25-32^o C. Algumas massas de ovos contendo ovos viáveis foram produzidas por populações de *M. incognita* acrita e *M. javanica* javanica a 35^o C.

DAVIDE e TRIANTAPHYLLOU (1967) registraram que

larvas de *M. incognita* inoculadas em tomateiro cv Rutgers atingiram o estágio adulto sem ovos aos 10 dias quando a temperatura era de 30 e 35^o C. Nessas temperaturas apareceram com ovos aos 13 dias. A 20^o C as fêmeas sem ovos foram observadas aos 19 dias e as com ovos aos 30 dias. A 15^o C aos 38 e 60 dias, respectivamente.

DROPKIN (1969) inoculando e mantendo tomateiro "Nematex" com *M. incognita* acrita a 32^o C por 2 a 3 dias e subsequentemente incubada a 27^o C por um mês, obteve grande produção de ovos. Assim demonstrou que a resistência em tomateiro a *Meloidogyne* poderia ser revertida por elevação da temperatura.

JATALA e RUSSEL (1972) trabalhando com *M. incognita* em batata doce "Allgold" (suscetível) e "Nemagold" (resistente) às temperaturas diurnas (16 horas) de 24, 28 e 32^o C, mantendo a temperatura noturna (8 horas) em 20^o C, notaram as primeiras fêmeas com ovos aos 23, 20 e 19 dias, respectivamente, para as duas variedades.

DEMENT'EVA (1975) descreveu que na Rússia, *M. incognita* em raízes de tomateiro, cultivado em solo naturalmente infestado, quando a temperatura do solo flutua entre 19 e 24^o C, desenvolveu-se em 39 a 40 dias, da invasão radicular até a segunda geração de larvas infestantes. Quando a temperatura do solo ficava na faixa de 16 a 22^o C o ciclo se dava em 48 a 49 dias.

MATHUR e VARAPRASAD (1979) inocularam plantas de beterraba açucareira (*Beta vulgaris* L.) com larvas de *M. incognita* e, em temperatura ambiente média de 20^o C, obtiveram ciclo completo (larva a larva nascida) 39 dias depois.

EDONGALI e FERRIS (1981) examinaram raízes de tomateiro infestado com *M. incognita* aos 7, 14, 21 e 28 dias após infestação e registraram que a reprodução foi afetada pela temperatura e salinidade. A temperatura de 30^o C foi a melhor para o crescimento do tomateiro e para o parasito do que 25 e 35^o C. A reprodução ocorreu já na terceira semana em

todos os tratamentos.

ABDEL-HAMID et alii (1983) verificaram que o ciclo completo de *M. incognita* acrita em algodoeiro (*G. barbadense*) se deu entre 33-38 dias a $25 \pm 5^{\circ}$ C.

Para *M. exigua*, em cafeeiros, LORDELLO (1982) observou que seu ciclo se completava em média de 25,3 dias para temperatura média de $25,8^{\circ}$ C em casa de vegetação; média de 37,3 dias para temperatura média de $22,1^{\circ}$ C em sala de temperatura constante; e média de 38 dias para temperatura ambiente média (cafezal) de $22,4^{\circ}$ C.

2.4.5. Machos

São poucos os trabalhos que citam a influência da temperatura na formação de machos. Normalmente são apontados outros fatores envolvidos tais como: competição intraespecífica (TRIANANTAPHYLOU, 1960), nutrição do hospedeiro (McCLURE e VIGLERCHIO, 1966); DAVIDE e TRIANTAPHYLLOU, 1967), e aumento de inóculo (ISHIBASHI e KONDO, 1976).

DAVIDE e TRIANTAPHYLLOU (1967) registraram que os machos de *M. incognita* em tomateiro constituíam menos de 1% da população desenvolvida em ambientes de 20, 25, 30 e 35° C e aproximadamente 6,7% em 15° C. Os autores chegaram a observar 53,5% de machos na população quando inocularam 50.000 larvas por planta, em ensaio realizado durante um mês à temperatura entre 25 e 30° C.

Segundo Webber e Fox (1971) citados por GUIRAN e RITTER (1979), *M. incognita* produziu 9-14 vezes mais machos em tomateiro cultivado a 32° C do que a 26° C.

2.5. Influência da temperatura sobre o cafeeiro

Em mudas recém germinadas de cafeeiro, a temperatura ótima para crescimento da raiz está entre 26 e

32° C, segundo Mês (sem data) citado por FRANCO (1970). Nestas condições o crescimento médio diário da raiz era de 4,2 a 4,5 mm.

FRANCO (1958) em estudos feitos em estufa, com cafeeiro var. bourbon vermelho, notou que as temperaturas do solo de 26° C durante o dia e 20° C durante a noite (testemunha) deram os melhores resultados, quer para o crescimento das raízes, quer para o da parte aérea, do que temperaturas mais baixas (13, 18 e 23° C) ou mais elevadas (28, 33, 38 e 48° C) no ambiente radicular. A partir de 38° C as plantas morreram. A 13° C o crescimento quase cessou. Também verificaram que os cafeeiros tiveram crescimento maior quando vegetaram em estufa com temperaturas de 26-20° C (diurna e noturna, respectivamente) do que nas com as temperaturas de 30-23° C ou 30-30° C.

Segundo FRANCO (1970), Nunes et alii (1969), trabalhando com cafeeiro de aproximadamente um ano de idade, mediram o crescimento das folhas nas temperaturas de 32-25° C, 25-20° C e 20-12° C, tendo encontrado o maior crescimento nas temperaturas de 25-20° C.

Estudos sobre as temperaturas diurna e noturna ótimas para o crescimento do cafeeiro foram feitos no "fitotron" do laboratório do Instituto de Tecnologia da California. Mês (sem data) e Went (1957), citados por FRANCO (1970) observaram que as temperaturas diurna e noturna ótimas foram respectivamente, de 30 e 23° C logo após a germinação.

ALFONSI (1979) estudou as relações entre as temperaturas médias mensais do ar e do solo. Concluiu através da regressão linear que a temperatura do solo entre 5 e 40 cm de profundidade aumenta em média 3° C a mais que a do ambiente.

2.6. Constante térmica

Graus dias ou graus horas são unidades de calor usadas para medir também o desenvolvimento de *Meloidogyne*. TYLER (1933) considerou que, cada grau Celsius agindo durante uma hora pode ser considerado uma unidade de calor. Para cada estágio ou geração do nematóide são somadas as temperaturas diárias, superiores a uma temperatura base específica para cada espécie, obtendo-se assim os graus dias ou graus horas.

A primeira referência sobre a biologia de *Meloidogyne* sp. afetada pela temperatura, é de TYLER (1933). Raízes de tomateiros infestadas cresceram em duas condições: uma em solução nutritiva e a outra em solo. Estas plantas foram infestadas e incubadas em câmaras de crescimento mantidas à temperaturas constantes. Através do cálculo de hipérbole, a autora determinou a temperatura base de 9 e 10 ° C. Como constante térmica, foi estimado o valor de 6.500 a 8.000 unidades de calor para a maior velocidade de desenvolvimento do segundo estágio larval até fêmeas com postura; e mais 5.000 graus horas até o novo nascimento de larvas. Foi encontrado um total de 11.500 a 13.000 graus horas ou 479 e 541 graus dias.

Décadas mais tarde, novos valores de temperatura base e constante térmica foram estimados para os nematóides de galhas. MILNE e DU PLESSIS (1964) determinaram 7,44 ° C como limiar de desenvolvimento para *M. javanica* em fumo (*N. tabacum* L). Como constante térmica foram determinados 9.361 graus horas ou 390 graus dias para o desenvolvimento do segundo estágio até a oviposição.

Para *M. incognita* a temperatura base foi estimada por DAVIDE e TRIANTAPHYLLOU (1967) em 10,4 ° C em tomateiro. Segundo DROPKIN (1963) este nematóide requer 8.280 unidades de calor ou 345 graus dias em algodão e 12.000 unidades de calor ou 500 graus dias em soja, a fim de completar o ciclo desde o segundo estágio, tomando-se como

temperatura base de 10° C calculados por TYLER (1933). Para este nematóide, GOTOH et alii (1973) estimaram uma temperatura base de 12° C em raízes de bálsamo (*I. balsamina*) e a energia térmica necessária de 265 e 410 graus dias, respectivamente, para os inícios de oviposição e emergência de larvas. Para ovos incubados no solo até o nascimento de larvas VRAIN e BARKER (1978) estimaram através de regressão linear, a temperatura base de $8,26^{\circ}$ C.

Segundo STARR e MAI (1976), em alface, *M. hapla* requeria como temperaturas bases 10° , 7° e 5° C, respectivamente, e 6.293, 8.780 e 10.624 graus horas ou 262, 365 e 443 graus dias para o desenvolvimento de larvas a fêmeas com ovos. Para VRAIN et alii (1978) esse nematóide necessita como limiar de desenvolvimento $8,8^{\circ}$ C e um acúmulo de 8.500 a 11.250 graus horas ou 354 a 469 graus dias, para seu desenvolvimento e oviposição em raízes de trevo, *Melilotus alba*.

Para *M. exigua* em cafeeiro, LORDELLO (1982) estimou a temperatura base em 15° C e a constante térmica em 6.545, 6.403 e 6.788 unidades de calor ou 273, 267 e 283 graus dias para os ambientes de casa de vegetação, sala de temperatura constante e cafezal, respectivamente, considerando o desenvolvimento de larvas de segundo estágio até fêmeas com postura.

3. MATERIAL E METODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Departamento de Defesa Fitossanitária da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho do "Campus" de Botucatu - São Paulo.

3.1. Preparo das mudas de cafeeiro

Foi utilizada a variedade de café "Mundo Novo" 376/4 de *Coffea arabica* L., semeado em areia lavada e esterilizada em autoclave (110° C durante 2 horas).

Paralelamente, foi preparado o substrato de plantio, envolvendo a mistura de 1.500 kg de solo "latossolo vermelho escuro", 500 kg de estêrco de gado curtido e peneirado, 200 kg de areia grossa lavada, 0,5 kg de calcário dolomítico, 0,8 kg de sulfato de amônio (20%), 1,5 kg de super fosfato simples (20%) e 0,3 kg de cloreto de potássio (50%). Esse substrato foi esterilizado em autoclave (110° C durante 2 horas) e, alguns dias após, colocado em sacos de polietileno preto com 500 ml de capacidade, para o plantio de plântulas de café na fase de "orelha de onça".

Foram preparadas 1.000 mudas e mantidas em uma casa telada com 50% de sombra, recebendo irrigações, adubações e tratos fitossanitários, sempre que necessário, até atingirem

o desenvolvimento adequado à instalação do experimento. Utilizaram-se mudas o mais possível uniformes.

3.2. Multiplicação e preparação do inóculo de *M. incognita*

Simultaneamente ao preparo das mudas foi preparado o inóculo. Foram utilizadas, com vistas à instalação do experimento, populações de 3 raças de *M. incognita*, provenientes da Seção de Nematologia do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), SP, e multiplicadas em tomateiros "Rutgers".

As mudas da solanácea foram cultivadas em vasos de argila de 5 litros com solo esterilizado em autoclave (110° C durante 2 horas). Inicialmente, cada raça do nematóide foi infestada em uma planta mantida em vaso e deste obteve-se inóculo para infestar outras plantas com aproximadamente 20 dias e também mantidos em vasos. Adicionaram-se aos novos vasos aproximadamente 10.000 ovos e eventuais larvas extraídas da primeira planta, 60 dias após a infestação. Os vasos de cada raça inoculada foram mantidos em casa de vegetação, em diferentes locais para evitar contaminações.

3.3. Identificação dos biótipos

Paralelamente à multiplicação do inóculo, foram conduzidas em casa de vegetação na faixa de temperaturas entre 24 e 30° C, plantas testes de hospedeiros diferenciais em vasos de argila de 5 litros, com solo esterilizado em autoclave (110° C durante 2 horas). As plantas utilizadas foram fumo "NC 95" e algodão "Deltapine 16".

Foram testadas 2 repetições com cada planta teste e 2 plantas/vaso para cada raça perfazendo um total de 12 vasos. Estas plantas, com 40 dias de idade, foram inoculadas com aproximadamente 10.000 ovos e eventuais larvas

e, 60 dias após, as raízes de cada planta teste foram cuidadosamente removidas do solo e lavadas em água corrente. Em seguida, foram examinadas individualmente e cuidadosamente sob um estereomicroscópio para quantificar o número de massas de ovos, coloridas com floxine B a 0,015 % (150 mg/litro). Foi adotado o critério de TAYLOR e SASSER (1978) para a classificação das raças.

3.4. Obtenção de ovos e larvas pré-parasitas

Confirmados os biótipos 1, 2 e 4, as plantas de tomateiro infestadas com cada raça, foram colhidas 60 dias após a inoculação. Foram tomadas as precauções necessárias para evitar a mistura de raças, manipulando-as individualmente.

As plantas foram cortadas ao nível do colo e levadas ao laboratório, onde as raízes foram separadas dos vasos, lavadas em água corrente e fragmentadas em partes de 2 a 3 cm. Os ovos e eventuais larvas foram retirados agitando-se, manualmente, os fragmentos, durante 4 minutos em uma solução a 1,0% de hipoclorito de sódio (0,52 % de cloro ativo) (BIRD et alii, 1983). Para separar os ovos, essa mistura foi passada em sequência de 6 peneiras sobrepostas (modelo "Granutest"), sendo uma, número 20 (abertura de 0,84 mm) para reter os fragmentos maiores, outra de número 200 (abertura de 0,074 mm) para reter fragmentos menores e 4 de número 400 (abertura de 0,037 mm) para reter os ovos e eventuais larvas. Após intensiva lavagem com água para remover o hipoclorito, os ovos foram recolhidos em copo de vidro de 1.000 ml. Essa suspensão foi diluída e mantida em contínua agitação e oxigenada com auxílio de uma bomba de aquário, para retirar alíquotas homogêneas destinadas à contagem de ovos e eventuais larvas.

Para avaliação do número médio de ovos e

eventuais larvas presentes por ml desta suspensão foi baseada em 3 alíquotas de 1 ml/raça, contadas com auxílio de lâminas de "Peters" visando realizar 3 contagens/lâmina para obtenção do número médio de exemplares. Os copos de vidro com as suspensões de cada raça foram revestidos com papel alumínio e guardado em geladeira a 8^o C, para aguardar o momento da inoculação, que se realizou no dia seguinte.

Para a continuidade dos trabalhos, os equipamentos utilizados foram desinfestados com água quente visando a eliminação de qualquer inóculo remanescente.

3.5. Delineamento experimental

O experimento obedeceu a um modelo estatístico inteiramente casualizado, com 5 tratamentos (temperaturas) e 12 épocas de coleta, com 2 repetições por coleta e por raça, totalizando 360 parcelas. As coletas foram realizadas aos 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 52, 56 e 60 dias após a inoculação.

Os intervalos de coleta foram definidos em 4 dias em função de : limitação de espaço físico nas câmaras climatizadas para incubação de um maior número de plantas; o período ser suficiente para detectar todas as fases da biologia. Além disso, a dificuldade e morosidade em retirar os exemplares do nematóide das raízes da planta e determinação das diferentes fases de desenvolvimento.

As condições das câmaras climatizadas foram as mesmas tanto para incubação de ovos "in vitro" como para o estudo do ciclo biológico do nematóide no cafeeiro, que foram conduzidos simultaneamente.

3.6. Inoculação

As mudas de cafeeiro foram levadas ao laboratório quando atingiram de 6 a 8 pares de folhas, para a

inoculação com ovos e eventuais larvas pré-parasitas de *M. incognita*. A suspensão de ovos e larvas, obtida e diluída no dia anterior, foi inoculada às raízes à razão de 5.000 exemplares/muda (TAYLOR et alii, 1982), através de 3 furos realizados no substrato com bastão de vidro tendo 10 cm de profundidade, equidistantes e localizados a 2 - 3 cm do colo da planta. Todas as raças dos 5 tratamentos foram inoculadas no mesmo dia. Juntamente com o café foram inoculados 2 vasos de tomateiro para cada raça e temperatura, para verificar a viabilidade dos ovos inoculados no ensaio.

Durante a condução do experimento registraram-se diariamente as temperaturas do solo e das câmaras. A umidade do solo (Us) sempre foi mantida próxima à saturação e com fotoperíodo de 14 horas e intensidade aproximada de 10.000 lux, ao nível das folhas.

3.7. Coleta e coloração das raízes

Para avaliação do desenvolvimento do nematóide, foram removidas em cada coleta, 2 mudas por raça e por tratamento, devidamente etiquetadas. As plantas removidas das câmaras e do campo foram seccionadas ao nível do colo, em laboratório. As raízes, retiradas do substrato, foram lavadas cuidadosamente em água corrente até a completa remoção das partículas de solo. Em seguida, foram imersas em uma solução de uma parte de fucsina ácida a 1% para 20 partes de lactofenol, e aquecidas à fervura durante um minuto. O tempo de fervura normalmente recomendado é de 2 minutos, mas foi reduzido porque em testes preliminares verificou-se que a coloração adquirida pelas raízes lenhosas foi muito intensa dificultando a posterior descoloração para o reconhecimento dos nematóides.

Em seguida, as raízes foram lavadas uma por uma em água corrente e transferidas individualmente para vidros de

100 ml contendo lactofenol puro até cobrir as raízes. Esses frascos foram vedados com uma porção de algodão hidrófilo e levados para uma autoclave até atingir a temperatura de 120 C (correspondendo a uma pressão de 1 atmosfera). Imediatamente após ser atingida esta temperatura a autoclave foi desligada. Após o resfriamento, os frascos foram retirados. Esse procedimento similar descrito por ALVES e BERGESON (1967), acelerou a descoloração das raízes de café, que são lenhosas.

As raízes parcialmente descoloridas foram examinadas individualmente com auxílio de um microscópio estereoscópico e dissecadas com agulhas histológicas, para localização e remoção dos espécimes. Conforme JAEHN (1980), a localização dos nematóides deve ser dirigida para as extremidades das raízes novas, na região de diferenciação do meristema, onde ainda não ocorrem pêlos absorventes.

Os diversos estádios de desenvolvimento do parasito foram reconhecidos e classificados de acordo com o critério de TRIANTAPHYLLOU e HIRSCHMANN (1960) e SIDDIQUI e TAYLOR (1970), considerando-se as seguintes formas:

- L2a = larva infestante do segundo estágio sem alteração de forma;
- L2b = larva de segundo estágio em forma de "salsicha";
- L3 = larva de terceiro estágio, após a segunda ecdise, com resquícios de cauda, sem estilete e dentro de 2 cutículas (SIDDIQUI e TAYLOR, 1970);
- L4 = Larva de quarto estágio, após a 3a. ecdise, sem estilete, sem cauda e dentro de três cutículas;
- F1 = Fêmea jovem, sem ovos, após a quarta ecdise;
- F2 = Fêmea com ooteca;
- M = Machos

Os exemplares dos estádios L2a, L2b, F1, F2 e M foram observados em microscópio estereoscópico e os estádios L3 e L4 em lâminas com glicerina para a sua posterior observação em microscópio.

E como muitas vezes foi difícil distinguir os estádios L3 e L4 entre si, eles foram colocados numa única coluna nas tabelas dos resultados.

3.8. Biologia em diferentes temperaturas

3.8.1. No laboratório

O trabalho foi conduzido em 4 câmaras de crescimento climatizadas. As mudas infestadas foram mantidas nestes 4 ambientes (tratamentos), com temperaturas constantes reguladas para $20 \pm 0,5$, $24 \pm 0,5$, $28 \pm 0,5$, e $32 \pm 0,5$ °C, respectivamente, com umidade relativa do ar variando de $60 \pm 10\%$ para 20 °C, $70 \pm 10\%$ para 24 e 28 °C e $80 \pm 10\%$ para 32 °C com o substrato da planta umedecido a cada 2 dias para mantê-lo próxima à capacidade de campo.

Em cada câmara foram colocados termômetros com bulbo de mercúrio no substrato ao nível das raízes e um termohigrógrafo para registrar os parâmetros do ambiente.

3.8.2. Em condições de campo

O quinto tratamento foi instalado no campo sem fixar as variáveis climáticas. Este esteve sujeito portanto, às variações ambientes como sol, chuva etc. e as mudas sempre foram umedecidas quando necessário. As 24 mudas infestadas com cada raça foram mantidas isoladas, dentro de caixas de "eternit" de 250 litros, parcialmente enterradas no solo e contendo solo esterilizado. Sobre as caixas foi instalada uma armação de cantoneira de 1 m de altura com tela de nylon branca, para reduzir a interferência de agentes externos. As caixas foram mantidas bem distantes para evitar mistura de raças.

Os dados de temperatura ambiente foram obtidos

do posto meteorológico distante mais ou menos 200 m do local, no Departamento de Ciências Ambientais da F.C.A.-UNESP.

A temperatura média diária foi calculada segundo a fórmula adotada pelo Instituto Agrônomo da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.

$$T = \frac{T7 + T14 + 2T21}{4}$$

onde:

- T = temperatura média diária
- T7 = temperatura ambiente às 7 horas
- T14 = temperatura ambiente às 14 horas
- T21 = temperatura ambiente às 21 horas

Os tratamentos envolvendo as 3 raças em 5 condições climáticas (4 na câmara climatizada e 1 de campo) foram conduzidos simultaneamente para diminuir as causas de variação e nos permitir uma melhor interpretação e comparação de resultados.

Para uma nova confirmação dos dados da raça 4, os tratamentos foram reinstalados tanto no laboratório, às mesmas temperaturas, como no campo, 6 meses após, onde novamente foram registradas as temperaturas ambientes.

3.9. Biologia

3.9.1. Eclosão de larvas "in vitro"

Simultaneamente ao ensaio com plantas, foi conduzido, nas mesmas condições ambientes de laboratório, o estudo do período de incubação e viabilidade dos ovos "in vitro".

Dessa forma, a partir das suspensões diluídas de cada raça, foram retiradas alíquotas, para contagem em lâmina de "Peters". Para a incubação foram considerados todos os ovos e eventuais larvas contidas na lâmina. O inóculo foi transferido para uma camada de algodão de acordo com o método

de "Baermann modificado". Para cada temperatura foram confeccionados 2 conjuntos (2 repetições) de "Baermann modificado" por raça e temperatura, totalizando 30 parcelas.

Embora envolvendo o mesmo princípio, o equipamento para o método de "Baermann modificado" utilizado consistiu de um copo de plástico de 100 ml, com diâmetro de 5 cm e 7 cm de altura. Dentro deste copo foi acoplado outro menor, de plástico descartável, cujo fundo foi substituído por uma tela fina, e cuja borda superior se ajustou ao perímetro interno do copo plástico. O algodão hidrófilo revestiu o fundo de tela e a lateral do copo interno.

Uma vez transferido todo o conteúdo da lâmina de "Peters" para o algodão, adicionou-se água ao copo maior até o nível da tela para o embebedimento do algodão.

Cada conjunto foi revestido com papel alumínio e convenientemente fechado para evitar a entrada de luz, etiquetado e distribuído ao acaso em bandeja da câmara de crescimento.

As larvas, tendo geotropismo positivo, foram recolhidas a cada 24 horas juntamente com o copo de água identificado por raça e temperatura e substituído por outro com a mesma identificação e igual quantidade de água. Esta operação só foi interrompida com o cessamento do nascimento de larvas.

Foi calculada a porcentagem média diária e total acumulada de larvas eclodidas que atravessaram a tela, por raça e temperatura. Esta porcentagem diária de cada parcela foi calculada com base na seguinte fórmula:

$$\% \text{ eclosão} = \frac{\text{Número de larvas no Baermann}}{\text{No. total de ovos e eventuais larvas incubadas}} \times 100$$

% eclosão acumulada = somatória da % eclosão média diária

3.9.2. Fases do desenvolvimento

Em cada tratamento (temperatura) foram estudados os seguintes parâmetros biológicos das 3 raças de *M. incognita*.

a) Fases de larva

- Duração do 2o. estágio
- Duração dos 3o. e 4o. estágios.

b) Fase adulta

- Período para formação de fêmeas sem ovos
- Período para formação de fêmeas com ovos

c) Ciclo total

- Período compreendido entre a incubação de ovos até o surgimento dos primeiros ovos da geração seguinte.

d) Postura inicial das 10 primeiras fêmeas

3.10. Análise estatística da produção de ovos

Os dados do número de ovos obtidos das 10 primeiras fêmeas com ovos, de cada raça e temperatura, foram transformados em $\ln x$ para a realização da análise de variância sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

3.11. Determinação da constante térmica das raças 1, 2 e 4 de *M. incognita*.

Para o cálculo da constante térmica utilizou-se a expressão proposta por Reamur (1735) e citada por SILVEIRA NETO et alii (1976). Tal expressão foi primeiramente utilizada em trabalhos nematológicos por TYLER (1933), que estimou o limiar de desenvolvimento ("Threshold", temperatura base) para *Meloidogyne* sp. em 10° C. Esse valor é aqui adotado.

A equação é:

$$K = y (t - T_b)$$

onde:

K = constante térmica expressa em graus-dias

y = número de dias para o ciclo total

t = temperatura (câmara de crescimento ou campo)

T_b = temperatura base (10°C).

Assim, com os dados de temperatura e período de duração do ciclo total observados, utilizando a equação acima, calculou-se a demanda de energia térmica, em graus-dias necessária ao desenvolvimento e reprodução do nematóide.

Este procedimento foi aplicado para as raças 1,2 e 4.

3.12. Determinação do número provável de gerações anuais das raças 1,2 e 4 de M. incognita, com base na temperatura

As considerações seguintes se basearam em parte no estudo de PARRA (1981).

3.12.1. Estimativa direta através do número de dias para completar o ciclo

Para cada temperatura constante e de campo (T_c) estimou-se o número provável de gerações por ano. Estas estimativas basearam-se no número de dias para completar o ciclo total tanto na câmara de crescimento quanto no campo, apenas dividindo-se o total de dias do ano (365) pelo número de dias obtidos nas respectivas temperaturas.

3.12.2. Estimativa baseada nas isotermas médias anuais do Estado de São Paulo

As temperaturas do ar correspondentes às

temperaturas do solo para o desenvolvimento do nematóide a 5, 10, 20 e 40 cm de profundidade foram obtidos utilizando-se a equação:

$$Y_s = b_0 + b_1 x$$

onde

Y_s = temperatura do solo a s cm de profundidade

x = temperatura do ar

b_0 , b_1 = coeficientes linear e angular da reta estimada e propostas por ALFONSI (1979), ou seja:

$$Y_5 = -5,031 + 1,40x \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{10} = -3,949 + 1,35x \quad r^2 = 0,99$$

$$Y_{20} = -3,013 + 1,29x \quad r^2 = 0,98$$

$$Y_{40} = -0,646 + 1,18x \quad r^2 = 0,95$$

Foram escolhidas as isotermas médias anuais acima de 17°C , por serem regiões aptas para a cafeicultura (CAMARGO et alii, 1974) e não superior a 23°C , que é a maior para o Estado de São Paulo.

Calculou-se o número provável de gerações tomando como base as constantes térmicas do ciclo total (K); a temperatura do solo na profundidade de 5 a 40 cm na faixa da isoterma ($t_s^{\circ}\text{C} = s$) e a temperatura base ($T_b = 10^{\circ}\text{C}$) através do uso das equações:

$$Y_s = \frac{K}{s - T_b}$$

onde

Y_s = número de dias estimado para o ciclo total no solo, na faixa da isoterma.

$$G = \frac{365}{Y_s}$$

onde

G = número de gerações/ano no solo, na faixa da isoterma.

Estabeleceram-se intervalos para o número provável de gerações, das 3 raças, nas diferentes regiões do Estado de São Paulo, correspondentes ao menor e maior número de gerações obtidas nas profundidades de 5 a 40 cm para cada faixa de isoterma considerada.

A decisão tomada em relação às profundidades de 5 a 40 cm do nível do solo está ligada à ocorrência de maior concentração do sistema radicular do cafeeiro nesta região (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFE - IBC, 1981) e a distribuição vertical dos nematóides no solo estar relacionada principalmente com a das raízes (WALLACE, 1963).

4. RESULTADOS

4.1. Biologia de *M. incognita*, raças 1, 2 e 4, em diferentes temperaturas

4.1.1. Fase de ovo "in vitro"

O período de incubação e viabilidade dos ovos de *M. incognita*, raças 1, 2 e 4, obtido nas diferentes temperaturas pode ser observado nas Tabelas e Figuras 1, 2, 3 e 4.

4.1.1.1. Raça 1

- Nas câmaras de crescimento

Na Tabela 1, observa-se que, à temperatura constante de 20^o C, do total de ovos incubados, o período de incubação foi de 12 e 18 dias, para atingir, respectivamente, 50,7 e 80% de eclosão acumulada. Com 19 dias esta eclosão cessou com 85,1% de larvas nascidas. Segundo a Figura 1, o nascimento acumulado foi mais ou menos uniforme durante todo o período.

A 24^o C o desenvolvimento e nascimento de larvas já foi mais acelerado, sendo que 50% das larvas

Tabela 1. Porcentagem média diária e total acumulado de larvas eclodidas e período de incubação "in vitro" de ovos de *M. incognita*, raça 1 a 20, 24, 28 e 32 °C. Umidade do solo (Us) próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Temperaturas (°C)	20(*)		24		28		32	
Dias de Incubação	diária	acum.	diária	acum.	diária	acum.	diária	acum.
01	6,3	6,3	2,6	2,6	5,6	5,6	5,1	5,1
02	2,2	8,5	3,1	5,7	6,6	12,2	4,8	9,9
03	2,3	10,8	3,0	8,7	6,6	18,8	3,2	13,1
04	3,6	14,4	4,4	13,1	6,6	25,4	6,9	20,0
05	6,4	20,8	8,3	21,4	8,8	34,2	8,7	28,7
06	3,7	24,5	7,3	28,7	6,5	40,7	11,4	40,1
07	2,5	27,0	5,5	34,2	5,1	45,8	10,2	50,3
08	3,0	30,0	9,4	43,6	7,0	52,8	1,1	51,4
09	4,8	34,8	6,2	49,8	11,5	64,3	15,7	67,1
10	5,7	40,5	9,9	59,7	8,0	72,3	7,6	74,7
11	5,9	46,4	9,1	68,8	8,2	80,5	1,5	76,2
12	4,3	50,7	11,2	80,0	1,6	82,1	1,1	77,3
13	2,4	53,1	1,1	81,1	1,0	83,1	1,5	78,8
14	4,2	57,3	2,2	83,3	0,9	84,0	0,9	79,7
15	6,0	63,3	1,3	84,6	0,7	84,7	0,4	80,1
16	5,7	69,0	0,5	85,1	0,0	84,7	0,5	80,6
17	5,0	74,0	0,1	85,2	0,4	85,1	0,3	80,9
18	6,0	80,0	-	-	0,1	85,2	0,5	81,4
19	5,1	85,1	0,2	85,4	0,1	85,3	-	81,4
20	0,1	85,2	-	-	-	-	0,3	81,7
21	0,1	85,3	-	-	-	-	-	-
22	0,0	85,3	-	-	-	-	-	-

(*) A 20°C foram inoculados 1814 e 1871 ovos, respectivamente, para 2 repetições; a 24°C, 1676 e 1692 ovos; a 28°C, 1312 e 1761 ovos; e a 32°C, 1432 e 1617 ovos.

nasceram entre 9 e 10 dias e 80% em 12 dias. Daí em diante a curva da Figura 1 praticamente se estabiliza até aos 16 dias, quando então a eclosão total atinge 85,1 %.

A temperatura de 28 °C foi a que mais acelerou o nascimento de larvas. Em apenas 11 dias, 80,5 % das larvas já tinham eclodido; daí as remanescentes nasceram nos 5 dias seguintes, atingindo 85,1 % em 17 dias (Fig. 1).

A temperatura de 32 °C, a mais elevada do

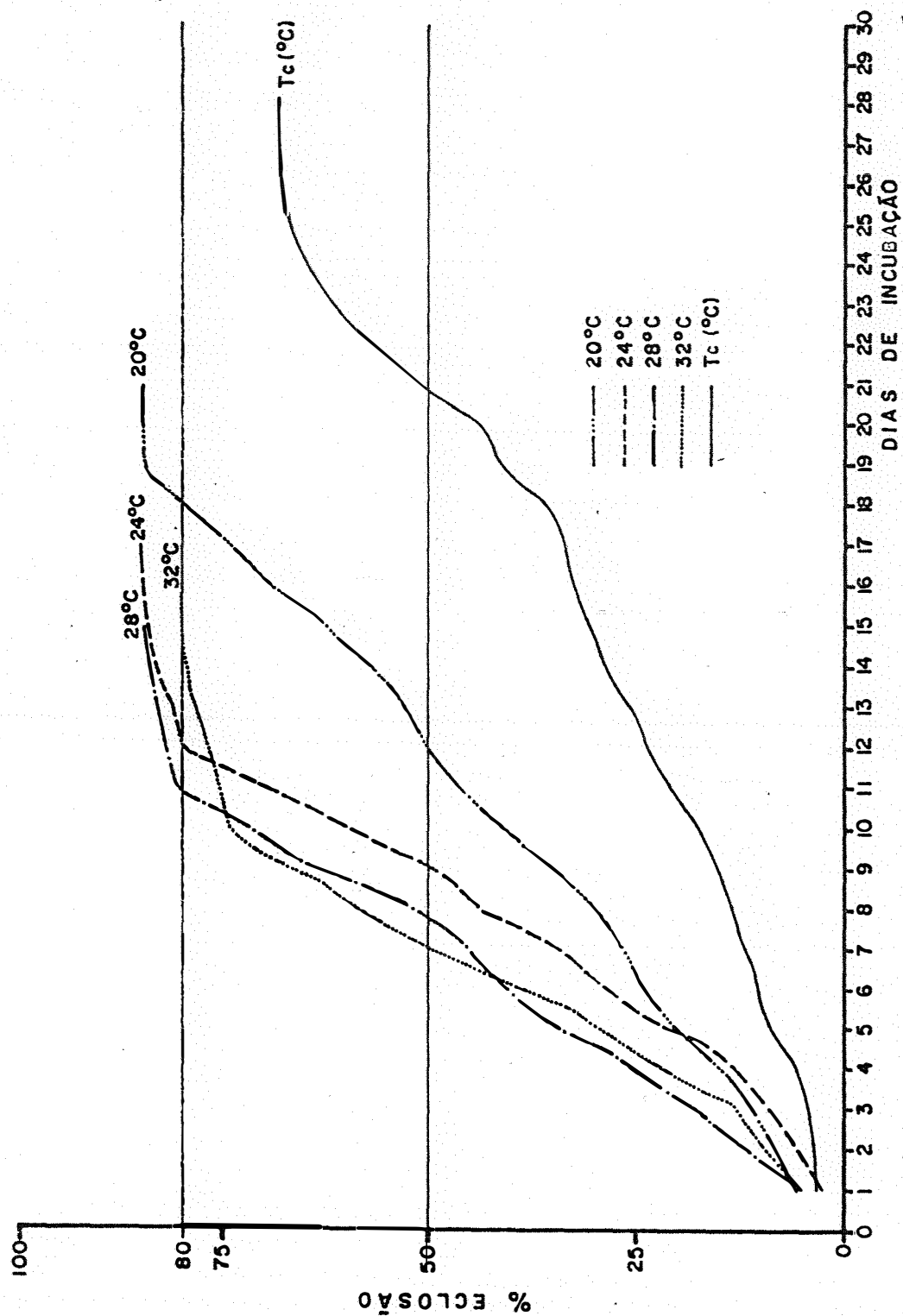


Figura 1. Porcentagem diária acumulada de eclosão de larvas de M. incognita, raça I, a 20, 24, 28 e 32°C e temperatura de campo (Tc). Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

experimento, também mostrou ser favorável à eclosão de larvas. Foram necessários 7 e 15 dias para que ocorressem, respectivamente, 50,3 e 80,1 % de larvas nascidas, quando então cessou a eclosão (Tab. 1; Fig. 1).

Pela observação das curvas da Fig. 1 nota-se que a temperatura para eclosão (maior percentagem no menor tempo) de larvas da raça 1 é de 28^o C, praticamente não diferindo de 24 e 32^o C.

Nas temperaturas constantes da câmara de crescimento, não houve diferenças para a porcentagem total de larvas nascidas (Fig. 1). A diferença ocorreu apenas para o período de incubação.

- No campo

As variações de temperatura do ambiente afetaram sensivelmente o comportamento desta raça. A média registrada no termohigrógrafo durante o experimento foi de 21,9^o C com desvio padrão de 1,9^o C, com uma temperatura máxima de 26,5^o C e mínima de 18,9^o C. O período foi de 21 dias para atingir 50% de eclosão acumulada e de 29 dias para cessar o nascimento cujo total foi de 67,7 % de larvas contadas, em relação ao total de ovos incubados (Tab. 4; Fig. 1).

4.1.1.2. Raça 2

- Nas câmaras de crescimento

A 20^o C, o período de incubação foi de 13 dias para 50.9% de nascimento de larvas, e 21 dias para 71%, quando cessou a eclosão (Tab. 2). Segundo a Fig. 2, o nascimento foi mais ou menos uniforme neste período.

A 24^o C houve uma redução no período de

nascimento. Em 9 dias a eclosão acumulada de larvas atingiu 51,5 % e em 16 dias, 72,6 %, quando então foi considerado encerrada a fase de incubação (Tab. 2; Fig. 2).

Tabela 2. Porcentagem média diária e total acumulado de larvas eclodidas e período de incubação "in vitro" de ovos de *M. incognita*, raça 2 a 20, 24, 28 e 32^o C. Umidade do solo (Us) próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Temperaturas (oC)	20(*)		24		28		32	
Dias de Incubação	diária	acum.	diária	acum.	diária	acum.	diária	acum.
01	7,2	7,2	5,1	5,1	8,3	8,3	4,3	4,3
02	3,7	10,9	5,4	10,5	5,4	13,7	4,1	8,4
03	3,0	13,9	3,0	13,5	5,5	19,2	5,0	13,4
04	2,8	16,7	4,2	17,7	5,0	24,2	4,8	18,2
05	4,5	21,2	7,3	25,0	7,7	31,9	7,0	25,2
06	2,7	23,9	6,7	31,7	5,8	37,7	6,6	31,8
07	2,7	26,6	6,7	38,4	6,0	43,7	6,0	37,8
08	3,0	29,6	5,6	44,0	13,9	57,6	6,2	44,0
09	4,7	34,3	7,5	51,5	7,5	65,1	4,1	48,1
10	5,6	39,9	8,1	59,6	6,0	71,1	3,1	51,2
11	4,4	44,3	3,7	63,3	2,5	73,6	1,8	53,0
12	4,0	48,3	3,4	66,7	2,1	75,7	1,3	54,3
13	2,6	50,9	4,6	71,3	1,7	77,4	1,4	55,7
14	4,7	55,6	1,0	72,3	0,9	78,3	1,0	56,7
15	5,3	60,9	0,2	72,5	0,5	78,8	0,9	57,6
16	2,5	63,4	0,1	72,6	0,6	79,4	1,7	59,3
17	2,9	66,3	-	-	0,3	79,7	0,4	59,7
18	3,1	69,4	-	-	-	-	0,1	59,8
19	1,4	70,8	-	-	-	-	-	-
20	0,1	70,9	-	-	-	-	-	-
21	0,1	71,0	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) A 20oC foram inoculados 1177 e 1108 ovos, respectivamente, para 2 repetições; a 24oC, 1261 e 1112 ovos; a 28oC, 1031 e 907 ovos; e a 32oC, 1208 e 1202 ovos.

A temperatura de 28^o C também foi a mais favorável para eclosão de larvas da raça 2. Foi o menor período de incubação, necessitando-se 8 e 17 dias para

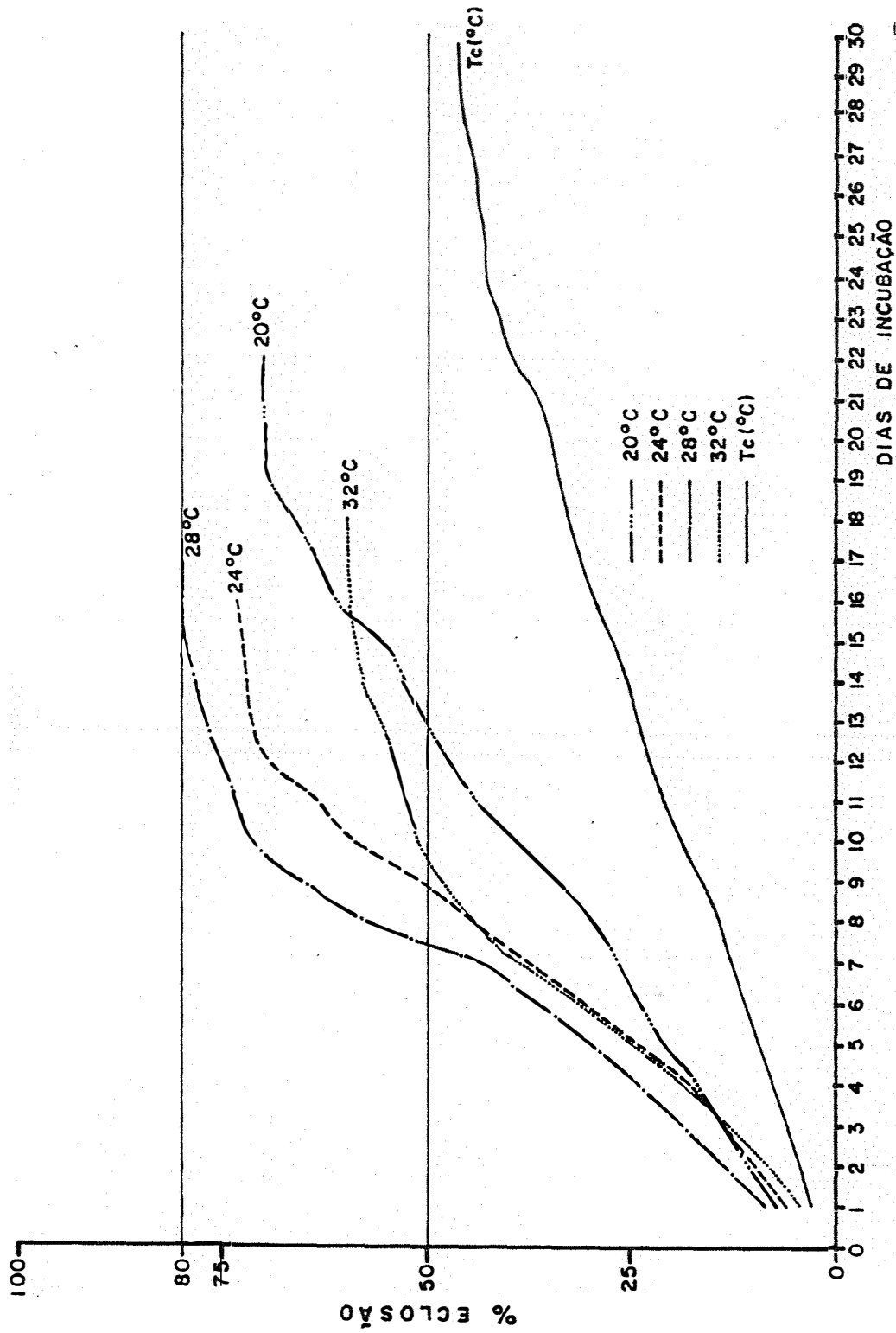


Figura 2. Porcentagem diária acumulada de eclosão de larvas de M. incognita, raça 2, a 20, 24, 28 e 32°C e temperatura de campo (Tc). Us próximo à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

atingir, respectivamente, 57,6 e 79,7 % de eclosão acumulada, quando cessou o nascimento de larvas (Tab. 2; Fig. 2).

A temperatura elevada de 32^o C afetou a raça 2. Até o final da incubação, que foi de 18 dias, nasceram apenas 59,8% de larvas em relação ao total de ovos incubados; este baixo desempenho provavelmente indica efeito deletério dessa temperatura (Tab. 2; Fig. 2).

Associando eclosão total com período de incubação (Fig. 4) a temperatura mais favorável para incubação foi a de 28^o C; seguidas pelas de 24, 20 e 32^o C. O desempenho quanto à eclosão de larvas na raça 2 foi inferior à 1.

- No campo

As variações de temperatura registradas foram as mesmas para a raça 1. Para eclosão de larvas, a raça 2 foi mais afetada do que a 1, nas mesmas condições. Em 29 dias nasceram somente 46,0 % de larvas em relação ao total de ovos incubados (Tab. 4; Fig. 2). Um desempenho menor quando se compara com a eficiência das câmaras de crescimento.

4.1.1.3. Raça 4

- Nas câmaras de crescimento

A 20^o C, o período de incubação exigiu 11 e 22 dias, respectivamente, para o nascimento de 50.4 e 74% de larvas, que coincidiu com o final do nascimento (Tab. 3). Para a porcentagem diária acumulada, a eclosão foi mais ou menos uniforme neste período (Fig. 3).

Elevando-se a temperatura para 24^o C, o tempo de nascimento foi reduzido para 9 e 18 dias, respectivamente, com o nascimento de 51.5 e 70% do total de ovos incubados (Tab. 3; Fig. 3).

Tabela 3. Porcentagem média diária e total acumulado de larvas eclodidas e período de incubação "in vitro" de ovos de *M. incognita*, raça 4 a 20, 24, 28 e 32^o C. Umidade do solo (Us) próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Temperaturas (oC)	20(*)		24		28		32	
	diária	acum.	diária	acum.	diária	acum.	diária	acum.
01	6,7	6,7	7,3	7,3	7,3	7,3	3,7	3,7
02	4,1	10,8	3,3	10,6	7,8	15,1	7,3	11,0
03	2,3	13,1	6,6	17,2	9,2	24,3	9,1	20,1
04	3,8	16,9	8,1	25,3	8,2	32,5	7,8	27,9
05	6,5	23,4	9,4	34,7	9,8	42,3	9,0	36,9
06	6,3	29,7	5,3	40,0	7,5	49,8	7,1	44,0
07	2,2	31,9	5,2	45,2	5,2	55,0	4,8	48,8
08	5,0	36,9	3,9	49,1	4,1	59,1	3,6	52,4
09	4,0	40,9	2,4	51,5	6,3	65,4	2,4	54,8
10	4,0	44,9	7,4	58,9	4,0	69,4	2,2	56,6
11	5,5	50,4	3,8	62,7	1,9	71,3	0,8	57,4
12	4,3	54,7	2,5	65,2	0,9	72,2	1,0	58,4
13	3,2	57,9	1,5	66,7	0,4	72,6	0,8	59,2
14	0,1	61,0	1,7	68,4	0,4	73,0	0,4	59,6
15	5,5	66,5	0,4	68,8	0,5	73,5	0,3	59,9
16	3,0	69,5	0,6	69,4	0,2	73,7	0,1	60,0
17	1,3	70,8	0,3	69,7	0,1	73,8	0,5	60,5
18	1,9	72,7	0,3	70,0	0,0	73,8	0,1	60,6
19	0,8	73,5	-	-	0,0	73,8	-	-
20	0,5	73,8	-	-	0,1	73,9	-	-
21	0,1	73,9	-	-	-	-	-	-
22	0,1	74,0	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) A 20oC foram inoculados 1206 e 1191 ovos, respectivamente, para 2 repetições; a 24oC, 1216 e 1361 ovos; a 28oC, 1180 e 1258 ovos; e a 32oC, 1656 e 1552 ovos.

Na temperatura de 28^o C, a embriogênese foi a mais acelerada da raça e, conseqüentemente este foi o menor período de incubação. Até aos 6 e 11 dias nasceram, respectivamente, 49,8 e 71,3% de larvas do total de ovos incubados. Dos ovos remanescentes, algumas larvas ainda nasceram até aos 20 dias (73,9%) (Tab. 3; Fig. 3). Também foi

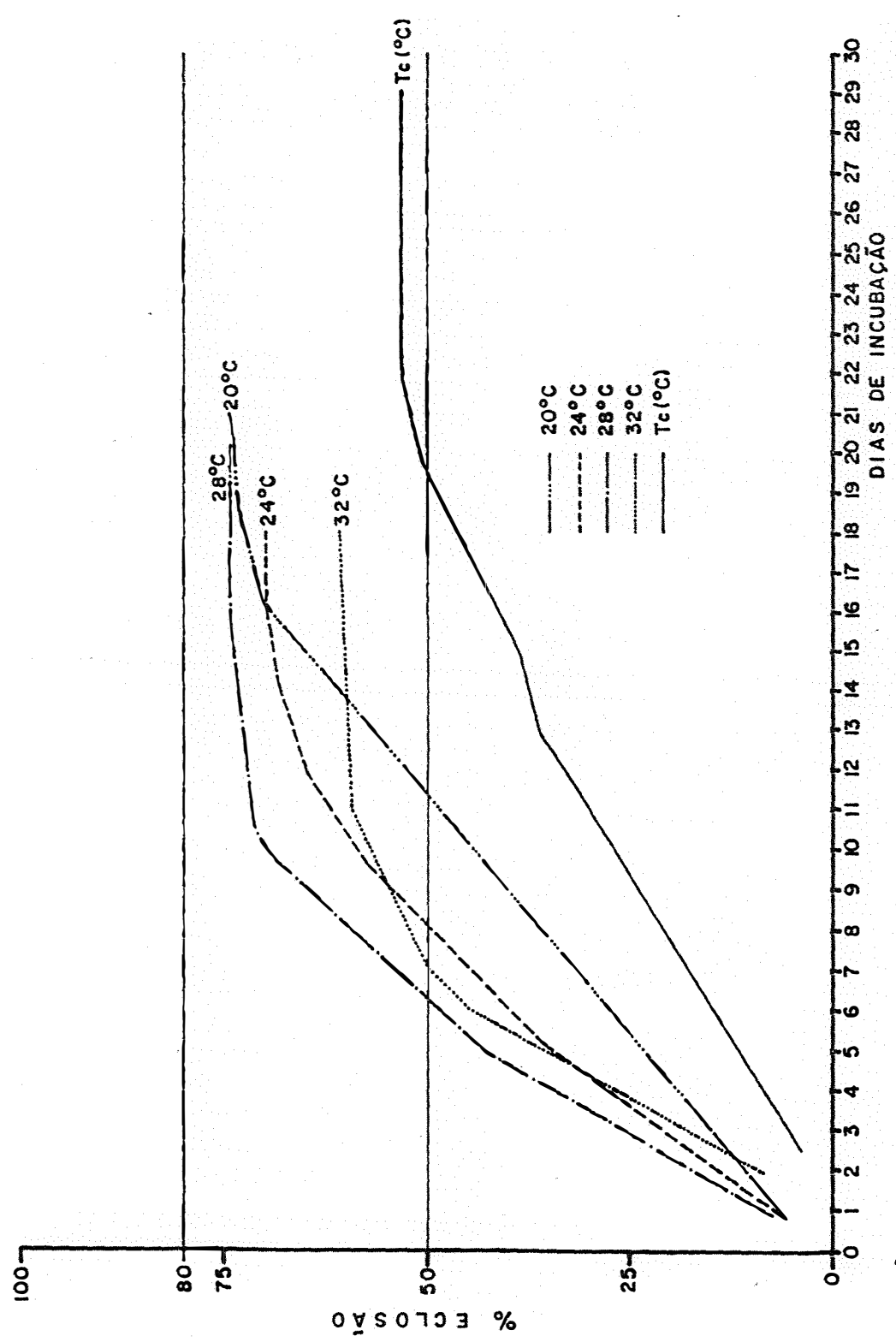


Figura 3. Porcentagem diária acumulada de eclosão de larvas de M. incognita, raça 4, a 20, 24, 28 e 32°C e temperatura de campo (Tc). Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

esta temperatura que proporcionou melhor desempenho no estímulo do desenvolvimento e nascimento de larvas desta raça.

A 32^o C, o período de incubação foi sensivelmente alterado pela temperatura elevada. Nasceram somente 60.6% do total de ovos incubados e o período foi aumentado para 18 dias (Tab. 3; Fig. 3). Nesta condição, o desempenho de nascimento desta raça foi o menor dentre as temperaturas mantidas constantes neste trabalho.

As temperaturas de 20 e 28^o C não alteraram o período de incubação, quanto ao número total de larvas nascidas. Nenhum tratamento atingiu 80% de eclosão. A temperatura de 28^o C foi favorável para acelerar a embriogênese e conseqüentemente reduziu o período de incubação.

- No campo

O ambiente foi o mesmo das raças anteriores. A eficiência de nascimento de larvas também foi considerada baixa, com 53,5% e um período alongado para 29 dias (Tab. 4; Fig. 3).

Tabela 4. Porcentagem média diária e total acumulado de larvas eclodidas e período de incubação "in vitro" de ovos de *M. incognita*, raças 1, 2 e 4 à temperatura de campo (Tc) (média 21,9^o C +/- 1,9^o C; máxima 26,5^o C e mínima de 18,9^o C). Umidade do solo (Us) próxima à saturação. Fotoperíodo entre 13 e 14 horas.

Raças	1(*)		2		4	
Dias de Incubação	diária	acumul.	diária	acumul.	diária	acumul.
01	3,7	3,7	3,3	3,3	6,2	6,2
02	0,2	3,9	1,5	4,8	0,9	7,1
03	0,7	4,6	1,0	5,8	1,8	8,9
04	1,0	5,6	1,9	7,7	1,0	9,9
05	3,3	8,9	1,9	9,6	0,4	10,3
06	1,1	10,4	1,3	10,9	2,5	12,8
07	1,5	11,9	1,8	12,7	4,7	17,5
08	1,8	13,7	2,1	14,8	5,8	23,3
09	1,6	15,3	1,5	16,3	4,6	27,9
10	3,5	17,5	2,8	19,1	3,6	31,5
11	3,5	21,0	2,3	21,4	3,3	34,8
12	2,8	23,8	1,6	23,0	2,8	36,2
13	1,5	25,3	1,3	24,3	1,3	37,5
14	3,5	28,8	1,2	25,5	0,9	38,4
15	1,4	30,2	2,1	27,6	3,0	41,4
16	2,2	32,4	1,9	29,5	1,3	42,7
17	1,0	33,4	1,6	31,1	3,8	46,5
18	1,8	35,2	1,5	32,6	2,5	49,0
19	5,8	41,0	1,1	33,7	1,6	50,6
20	2,4	43,4	0,8	34,5	1,2	51,8
21	7,8	51,2	1,7	36,2	1,2	53,0
22	6,1	57,3	4,2	40,4	0,1	53,1
23	4,5	61,8	1,1	41,5	0,1	53,2
24	3,4	65,2	1,5	43,0	0,1	53,3
25	2,0	67,2	0,8	43,8	0,0	53,3
26	0,1	67,3	0,2	44,0	0,1	53,4
27	0,1	67,4	0,6	44,6	0,0	53,4
28	0,2	67,6	1,4	46,0	0,1	53,5
29	0,1	67,7	0,0	46,0	-	-
30	-	-	-	-	-	-

(*) Na raça 1 foram incubados 1563 e 1665 ovos, respectivamente para 2 repetições; raça 2, 968 e 1266 ovos; e raça 4, 2031 e 1349 ovos.

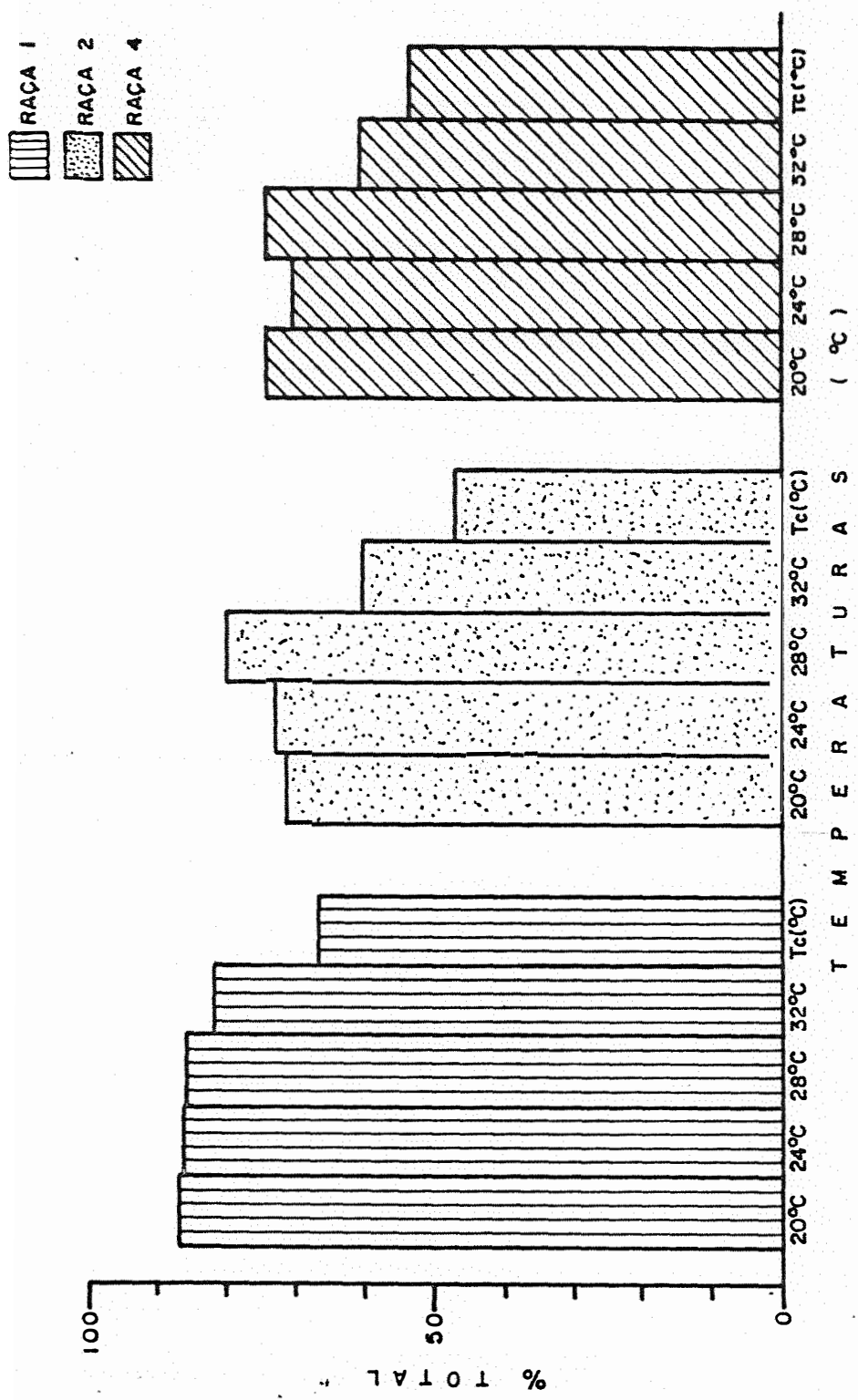


Figura 4. Porcentagem total de larvas eclodidas de M. incognita, raças 1, 2 e 4 submetidas a 20, 24, 28 e 32°C e temperatura de campo (Tc). Us próxima à satu-ração. Fotoperíodo das câmaras de crescimento de 14 horas e do campo 13-14 horas.

4.1.2. Penetração e desenvolvimento

A duração das diferentes fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raças 1, 2 e 4, obtidas em cafeeiro, nas diferentes temperaturas pode ser observada nas Tabelas de 5 a 20 e Figura 5.

Tabela 5. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 1, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a $20 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repe- ti- ções	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A B	- 12	- 1	- -	- -	- -	- -
20	A B	5 6	2 11	- 4	- -	- -	- -
24	A B	10 10	40 25	6 17	- -	- -	- -
28	A B	26 -	22 18	22 40	- -	- -	- -
32	A B	- -	8 65	7 19	- -	- -	- -
36	A B	- 4	68 37	78 29	- -	- -	- -
40	A B	38 3	6 7	18 52	- 1	- -	- 1
44	A B	2 1	5 12	71 66	15 -	- -	- -
48	A B	- -	4 4	27 20	11 4	2 1	1 -
Total 964		117	335	476	31	3	2

4.1.2.1. Raça 1

A 20^o C, o período compreendido desde o nascimento, migração, penetração e início de desenvolvimento das larvas infestantes foi de 16 dias, data pré estabelecida para a primeira coleta. Com o seu desenvolvimento nas raízes, a primeira larva L3/L4 foi extraída aos 20 dias e a primeira fêmea sem ovos aos 40 dias (Tab. 5; Fig. 5). Nesta condição somente a velocidade do desenvolvimento foi retardada e não o número de exemplares que penetraram nas raízes.

Tabela 6. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 1, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a 24 +/- 0,5^o C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repe- ti- ções	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	15	8	-	-	-	-
	B	8	5	-	-	-	-
20	A	11	9	-	-	-	-
	B	7	3	1	-	-	-
24	A	-	10	127	-	-	-
	B	-	1	1	-	-	-
28	A	1	8	18	-	-	-
	B	-	28	69	2	-	-
32	A	-	8	12	1	-	-
	B	-	4	2	-	-	-
36	A	-	42	66	4	1	-
	B	-	-	26	2	14	-
Total		42	126	322	9	15	-

A 24 e 28^o C, o comportamento, quanto à fase inicial, foi diferente do observado a 20^o C (Fig. 5). Nas fases intermediárias houve um incremento no desenvolvimento, quando a 28 dias foi observada a primeira fêmea sem ovos (Tab. 6 e 7). Este crescimento foi acelerado em 12 dias quando comparado a 20^o C.

Tabela 7. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 1, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a 28 +/- 0,5^o C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repe- ções	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	7	20	7	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
20	A	11	10	4	-	-	-
	B	2	2	14	-	-	-
24	A	4	22	50	-	-	-
	B	-	14	22	-	-	-
28	A	-	1	29	-	-	1
	B	-	-	5	3	-	-
32	A	-	-	44	22	27	1
	B	-	-	39	7	5	-
Total		24	69	214	32	32	2

A temperatura mais favorável encontrada para o desenvolvimento foi de 32^o C, tendo a primeira fêmea sem ovos sido extraída aos 24 dias (Tab. 8; Fig. 5). Por outro lado, o número de larvas que penetraram nas raízes foi menor.

Tabela 8. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 1, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a $32 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repe- ti- ções	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	-	-	-	-	-	-
	B	2	4	-	-	-	-
20	A	-	-	-	-	-	-
	B	7	53	35	-	-	-
24	A	-	-	31	12	-	-
	B	-	1	2	1	-	-
28	A	-	1	5	-	-	-
	B	-	-	10	1	1	-
Total		9	59	83	14	1	-
166							

Na temperatura de campo (T_c), o surgimento da primeira fêmea ocorreu aos 24 dias. O número de larvas que penetraram nas raízes foi semelhante ao obtido a 20° C (Tab. 9; Fig. 5).

Tabela 9. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 1, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na temperatura de campo (média 21,9^o C; desvio padrão 1,9^o C; máxima 26,5^o C e mínima 18,9^o C). Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo variável entre 13 e 14 horas.

Número de dias após infestação	Repe- ti- ções	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	14	2	-	-	-	-
	B	10	2	-	-	-	-
20	A	2	17	33	-	-	-
	B	5	32	11	-	-	-
24	A	-	27	240	1	-	-
	B	-	21	118	2	-	-
28	A	-	2	20	-	-	-
	B	-	10	88	-	-	-
32	A	6	30	73	10	-	1
	B	14	80	64	8	-	-
36	A	-	-	19	-	3	-
	B	-	-	48	-	8	-
Total		51	223	714	21	11	1

4.1.2.2. Raça 2

Quanto ao número total de larvas que penetraram nas raízes do café, esta raça mostrou eficiência de 67% quando comparado à raça 1 (Tab. 10 a 14).

Tabela 10. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 2, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a $20 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repe- ti- ções	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A B	5 4	2 -	-	-	-	-
20	A B	- 3	-	-	-	-	-
24	A B	9 19	13 5	1 -	-	-	-
28	A B	17 12	6 7	2 2	-	-	-
32	A B	5 -	46 7	2 6	-	-	-
36	A B	3 3	15 10	4 19	-	-	-
40	A B	- 7	13 2	5 20	- 2	-	-
44	A B	1 1	13 11	14 3	-	-	-
48	A B	- -	7 2	68 7	5 2	1 5	-
Total 416		89	159	153	9	6	-

Quanto ao desenvolvimento das diferentes fases do nematóide a 20^o C, o comportamento foi semelhante ao da raça 1; onde a primeira fêmea sem ovos também foi observada, aos 40 dias (Tab. 10; Fig. 5).

A 24^o C, a primeira fêmea sem ovos foi extraída a 32 dias da inoculação (Tab. 11; Fig. 5). Nesta situação, esta raça sofreu um atraso uniforme durante todo o seu desenvolvimento.

Tabela 11. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 2, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a 24 +/- 0,5^o C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repe- ti- ções	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	13	2	-	-	-	-
	B	14	2	-	-	-	-
20	A	-	-	-	-	-	-
	B	11	6	-	-	-	-
24	A	2	10	2	-	-	-
	B	1	-	-	-	-	-
28	A	-	18	3	-	-	-
	B	8	21	8	-	-	-
32	A	-	7	67	9	-	-
	B	-	-	10	2	-	-
36	A	-	24	11	2	-	-
	B	-	23	25	10	-	-
40	A	-	23	31	5	2	-
	B	-	27	47	14	3	-
Total		49	163	204	42	5	-
463							

A 28^o C e 32^o C, o tempo de desenvolvimento se assemelhou ao da raça 1, com as primeiras fêmeas ocorrendo aos 28 dias para 28^o C e 24 dias para 32^o C (Tabelas 12 e 13; Fig. 5).

Tabela 12. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 2, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a 28 +/- 0,5^o C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repetições	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	61	8	4	-	-	-
	B	23	9	10	-	-	-
20	A	5	5	-	-	-	-
	B	-	5	4	-	-	-
24	A	-	7	1	-	-	-
	B	-	3	2	-	-	-
28	A	-	20	33	2	-	-
	B	-	3	13	-	-	-
32	A	-	1	25	7	9	-
	B	-	1	81	14	22	2
Total 376		89	62	169	23	31	2

Tabela 13. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 2, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a $32 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repe- ti- ções	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	35	9	2	-	-	-
	B	32	18	3	-	-	-
20	A	7	4	1	-	-	-
	B	-	3	4	-	-	-
24	A	-	8	40	-	-	-
	B	-	3	22	3	-	-
28	A	-	4	2	-	-	-
	B	-	3	30	5	-	-
32	A	-	2	37	5	10	-
	B	-	1	2	-	3	-
Total 298		74	55	143	13	13	-

Na temperatura de campo (T_c), quando comparado com a raça 1, o atraso também foi notado em todo o seu ciclo (Tab. 14; Fig. 5).

Como será visto adiante, esta raça nas mesmas condições, exige mais energia térmica do que a raça 1 na realização das mesmas funções vitais.

Tabela 14. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 2, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na temperatura de campo (média 21,9^o C; desvio padrão 1,9^o C; máxima 26,5^o C e mínima 18,9^o C). Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo variável entre 13 e 14 horas.

Número de dias após infestação	Repetições	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	23	-	-	-	-	-
	B	7	-	-	-	-	-
20	A	5	5	2	-	-	-
	B	9	7	-	-	-	-
24	A	-	19	6	-	-	-
	B	-	20	6	-	-	-
28	A	-	17	4	1	-	-
	B	-	38	34	2	-	-
32	A	6	7	7	-	-	-
	B	7	2	10	-	-	-
36	A	24	41	22	2	-	-
	B	-	27	26	-	-	-
40	A	5	10	21	1	7	-
	B	-	1	34	12	3	1
Total		86	194	172	18	10	1

4.1.2.3. Raça 4

Quanto ao número de larvas que penetraram nas raízes, a eficiência desta foi mais baixa do que as das outras 2 raças.

O seu desenvolvimento nas raízes de cafeeiro foi mais lento do que os das duas raças anteriores. A 20° C, foram necessários 44 dias da inoculação para se extrair a primeira fêmea sem ovos (Tab. 15; Fig. 5).

Apesar do baixo número de exemplares coletados, a temperatura de 24° C foi a mais favorável para a penetração. A primeira fêmea sem ovos foi observada aos 40 dias, portanto em um período maior do que para as outras raças (Tab. 16; Fig. 5).

A 28° C, com o incremento da temperatura a biologia foi favorecida, encontrando-se a primeira fêmea aos 36 dias da inoculação (Tab. 17; Fig. 5).

A melhor temperatura para o crescimento foi a de 32° C, sendo que o desenvolvimento foi acelerado, e aos 32 dias registrada a primeira fêmea sem ovos (Tab. 18; Fig. 5).

Tanto nas câmaras de crescimento, como no tratamento de campo, o número de exemplares extraído das raízes foi mais baixo e o crescimento mais lento em todos os tratamentos, do que os das outras raças. A primeira fêmea observada na temperatura de campo (Tc) ocorreu somente aos 40 dias (Tab. 19; Fig. 5).

A raça 4, quando submetida às mesmas condições das outras raças, mostrou ser a que mais exige calor para a sua biologia, como será visto adiante.

Tabela 15. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 4, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a $20 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repe- ti- ções	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	7	-	-	-	-	-
	B	5	2	-	-	-	-
20	A	19	18	-	-	-	-
	B	3	7	-	-	-	-
24	A	2	-	-	-	-	-
	B	5	4	-	-	-	-
28	A	-	2	3	-	-	-
	B	-	1	-	-	-	-
32	A	5	11	3	-	-	-
	B	-	2	1	-	-	-
36	A	-	12	6	-	-	-
	B	-	7	-	-	-	-
40	A	13	28	7	-	-	-
	B	8	23	4	-	-	-
44	A	-	-	1	4	-	-
	B	2	5	8	-	-	-
48	A	-	6	2	-	-	-
	B	-	12	1	-	-	-
52	A	-	6	1	5	-	-
	B	-	2	1	-	-	-
56	A	-	9	2	-	-	-
	B	-	4	1	-	1	-
Total		69	161	41	9	1	-

Tabela 16. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 4, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a $24 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repe- ti- ções	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	41	2	-	-	-	-
	B	11	-	-	-	-	-
20	A	17	9	-	-	-	-
	B	4	2	-	-	-	-
24	A	-	9	7	-	-	-
	B	7	6	-	-	-	-
28	A	-	1	-	-	-	-
	B	-	7	-	-	-	-
32	A	-	-	-	-	-	-
	B	12	2	9	-	-	-
36	A	23	6	7	-	-	2
	B	6	2	-	-	-	1
40	A	23	10	63	5	-	-
	B	29	7	12	-	-	-
44	A	-	39	17	6	-	-
	B	-	18	13	-	-	-
48	A	-	15	40	5	-	-
	B	-	15	31	-	-	-
52	A	-	7	14	-	15	-
	B	-	17	6	-	11	-
Total		177	174	219	16	26	3

Tabela 17. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 4, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a $28 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repetições	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	4	1	-	-	-	-
	B	12	3	-	-	-	-
20	A	3	9	5	-	-	-
	B	6	13	9	-	-	-
24	A	-	3	1	-	-	-
	B	-	1	6	-	-	-
28	A	-	12	6	-	-	-
	B	-	6	-	-	-	-
32	A	3	7	11	-	-	-
	B	8	6	1	-	-	-
36	A	-	7	12	1	-	-
	B	7	22	12	-	-	-
40	A	-	13	12	2	-	-
	B	-	19	18	1	-	-
44	A	-	7	4	2	-	-
	B	-	6	10	1	3	-
Total							
284		42	135	97	7	3	-

Tabela 18. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 4, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na câmara de crescimento a $32 \pm 0,5^{\circ}$ C. Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

Número de dias após infestação	Repe- ti- ções	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	6	-	-	-	-	-
	B	13	-	-	-	-	-
20	A	5	7	1	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
24	A	-	2	6	-	-	-
	B	-	3	-	-	-	-
28	A	-	2	5	-	-	-
	B	-	-	-	-	-	-
32	A	-	1	7	-	-	1
	B	-	7	29	3	-	-
36	A	-	12	14	-	-	-
	B	-	9	32	5	2	-
Total		24	43	94	8	2	1

Tabela 19. Fases de desenvolvimento de *M. incognita*, raça 4, em raízes de *C. arabica* "Mundo Novo" 376/4, na temperatura de campo (média 21,9^o C; desvio padrão 1,9^o C; máxima 26,5^o C e mínima 18,9^o C). Inoculação média de 5.000 ovos e eventuais larvas. Us próxima à saturação. Fotoperíodo variável entre 13 e 14 horas.

Número de dias após infestação	Repetições	Estádios do Nematóide					
		L2a	L2b	(L3 + L4)	F1	F2	M
16	A	10	-	-	-	-	-
	B	27	-	-	-	-	-
20	A	2	10	2	-	-	-
	B	10	9	1	-	-	-
24	A	-	9	2	-	-	-
	B	-	19	2	-	-	-
28	A	-	5	-	-	-	-
	B	-	7	-	-	-	-
32	A	-	2	5	-	-	-
	B	7	7	20	-	-	-
36	A	5	16	12	-	-	-
	B	-	11	2	-	-	-
40	A	-	7	-	2	-	-
	B	-	4	-	-	-	1
44	A	-	6	-	-	-	-
	B	-	13	-	1	-	-
48	A	-	7	19	-	-	-
	B	-	4	3	-	-	-
52	A	-	13	-	3	3	-
	B	-	-	13	-	9	1
Total		61	106	46	5	12	1

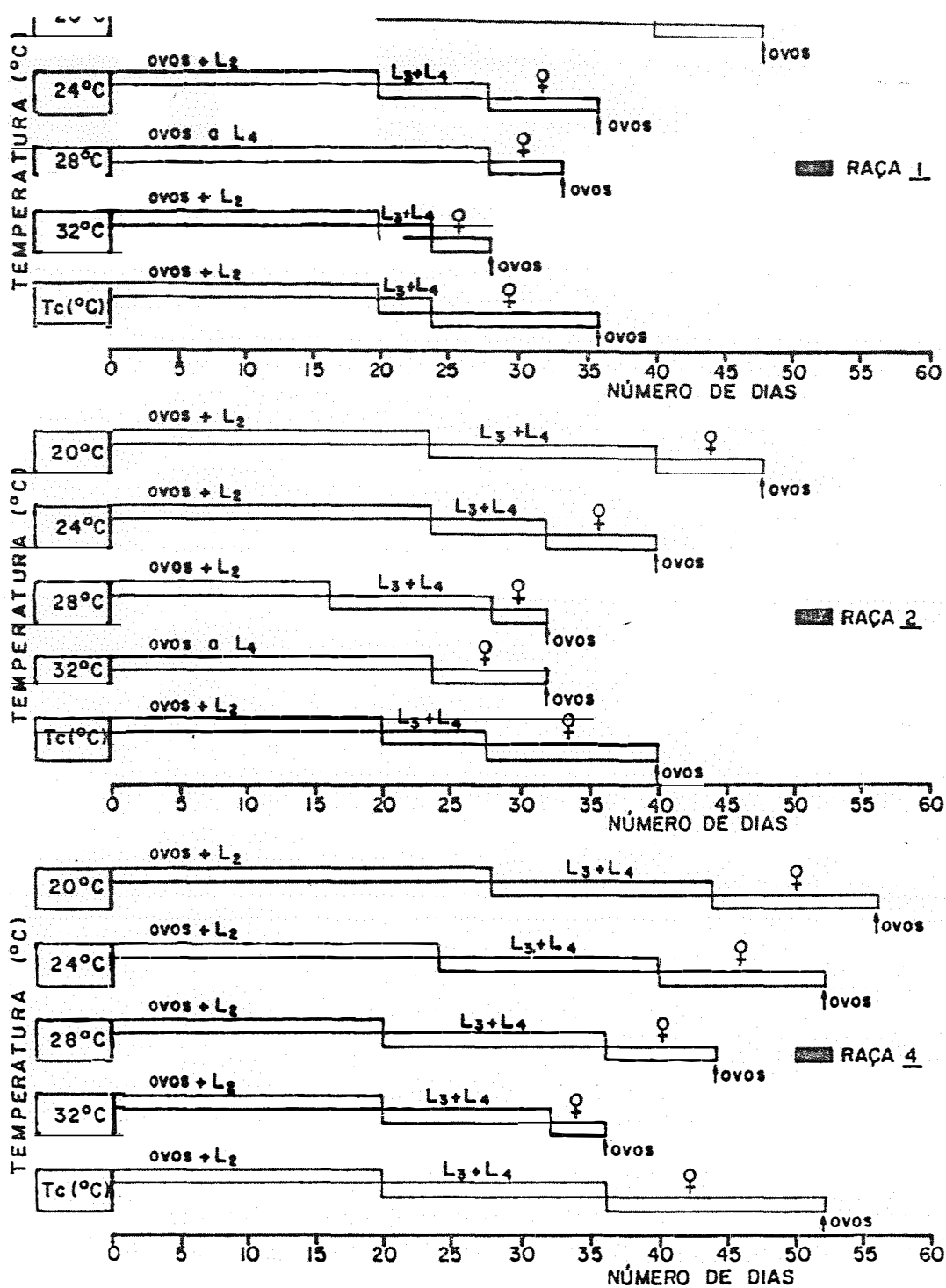


Figura 5. Duração dos estádios intermediários e ciclo total, em dias das raças 1, 2 e 4 de *M. incognita* submetidas a 20, 24, 28 e 32 °C e temperatura de campo (Tc). Us próxima à saturação. Fotoperíodo das câmaras de crescimento de 14 horas e Tc entre 13-14 horas. (adaptação de PARRA, 1981).

4.1.3. Ciclo biológico total

Os ciclos biológicos totais para as raças 1, 2 e 4, obtidos em cafeeiro, nas diferentes temperaturas, estão na Tabela 20 e Figura 6.

Tabela 20. Resumo das principais fases do ciclo biológico de *M. incognita*, raças 1, 2 e 4, em função da temperatura

Raças	Temperatura (°C)	ovo a adulto	Pré-oviposição *	ciclo biológico total	
1	20	40	8	48 dias	
	24	28	8	36 dias	
	28	28	4	32 dias	
	32	24	4	28 dias	
	Tc **	24	12	36 dias	
2	20	40	8	48 dias	
	24		32	8	40 dias
	28	28	4	32 dias	
	32	24	8	32 dias	
	Tc	28	12	40 dias	
4	20	44	12	56 dias	
	24	40	12	52 dias	
	28	36	8	44 dias	
	32	32	4	36 dias	
	Tc	40	12	52 dias	

* Pré-oviposição compreendendo período encontrado entre as fêmeas sem ovos e com ovos.

** Tc = temperatura de campo média $21,9^{\circ}\text{C} \pm 1,9^{\circ}\text{C}$

Mínima $18,9^{\circ}\text{C}$ e máxima $26,5^{\circ}\text{C}$.

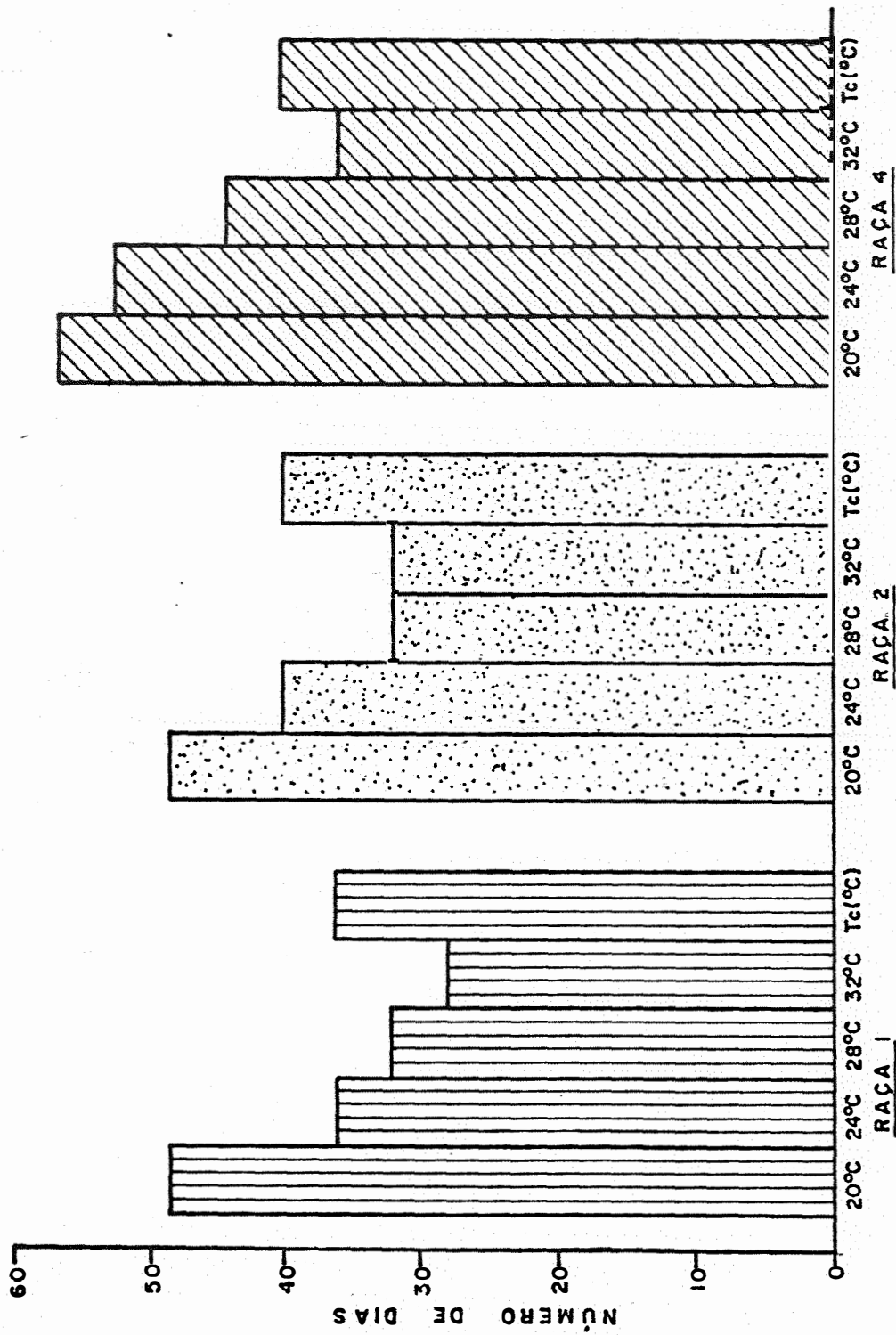


Figura 6. Ciclo biológico total, em dias, de ovo a ovo das raças 1, 2 e 4 de *M. in-cognita* submetidas a 20, 24, 28 e 32°C e temperatura de campo (Tc). Us próxima à saturação. Fotoperíodo das câmaras de crescimento de 14 horas e Tc entre 13-14 horas.

4.1.3.1. Raça 1

Sendo a temperatura de 32° C a mais favorável para o desenvolvimento, era esperado um menor período para o ciclo completo. Da incubação ao desenvolvimento e postura foram necessários 28 dias.

A segunda melhor temperatura foi a de 28° C. Com menos calor, o ciclo foi estendido para 32 dias.

Com o abaixamento da temperatura para 24° C foi detectada a primeira fêmea com ovos aos 36 dias.

A temperatura de 20° C foi a que mais afetou o ciclo, que foi prolongado para 48 dias, portanto o mais longo para a raça.

No tratamento de campo (Tc) que estava sujeito às variações de temperatura, a raça 1 também apresentou um comportamento semelhante àquele observado a temperatura constante de 24° C com um ciclo também de 36 dias.

4.1.3.2. Raça 2

Tanto as temperaturas de 28 como a de 32° C foram as melhores para a biologia deste biótipo. A primeira fêmea com postura, em ambas as condições, ocorreu aos 32 dias, com comportamento semelhante ao da raça 1.

Abaixando a temperatura para 24° C houve a necessidade de um maior tempo para o desenvolvimento do nematóide sendo o ciclo ampliado para 40 dias.

A temperatura de 20° C, ocorreu a biologia mais morosa da raça, necessitando de 48 dias, como ocorreu na raça 1.

A temperatura de campo, a primeira fêmea com postura foi observada aos 40 dias, novamente com um comportamento semelhante ao de 24° C observado na câmara de crescimento.

4.1.3.3. Raça 4

A temperatura de 32^o C foi a mais favorável até a reprodução resultando no ciclo biológico mais curto da raça, ou seja, de 36 dias.

A 28^o C, a segunda melhor temperatura para o seu crescimento, o tempo necessário para observar a primeira fêmea foi aumentado para 44 dias, portanto com um atraso de 8 dias quando comparado com a temperatura anterior.

Abaixando a temperatura para 24^o C, a biologia só foi encerrada aos 52 dias, período maior do que para as raças 1 e 2.

A 20^o C, observamos a fase mais difícil do trabalho. Na primeira condução do experimento, pelos exemplares extraídos das raízes não foi possível encerrar a biologia. Seis meses após, com a repetição desta parte do ensaio para um período de 80 dias, a primeira fêmea com ovos foi extraída das raízes do cafeeiro somente aos 56 dias, sendo assim o ciclo mais longo da raça e do trabalho.

Na temperatura de campo no verão, a sua biologia foi encerrada aos 52 dias, tal como aconteceu em câmara a 24^o C, comportamento semelhante ao que aconteceu com os outros biótipos.

4.1.4. Postura

Os dados referentes ao número de ovos das dez primeiras fêmeas coletadas, cujos dados originais se encontram no Apêndice 1, foram analisados estatisticamente de acordo com os dados das Tabelas 21 e 22.

A análise de variância do número de ovos, conforme Tabelas 21 e 22 mostrou que para a raça 1 a média de ovos foi menor na temperatura de campo do que a média para o conjunto de temperaturas estudadas. Este fato não ocorreu para as raças 2 e 4.

Tabela 21. Análise de variância do número de ovos produzidos pelas dez primeiras fêmeas, transformados em $\ln x$, nas temperaturas de 20, 24, 28 e 32 °C e temperatura de campo (Tc °C) para as raças 1, 2 e 4 de M. incognita.

Fonte de variação	1			2			4		
	gl	Q.M.	F	gl	Q.M.	F	gl	Q.M.	F
Temperaturas (Tc °C) vs demais	4	5,305420	5,93 **	4	1,659514	2,66 *	3	1,424310	0,96 ns
Efeito linear	1	10,230989	11,48 **	1	0,951899	1,53 ns	1	1,525543	1,03 ns
Efeito quadrático	1	1,942511	2,18 ns	1	2,552570	4,09 *	1	1,330604	0,90 ns
Desvio	1	2,992571	3,36 ns	1	0,176796	0,28 ns	1	1,416779	0,96 ns
Erro	1	6,070946	6,81 *	1	2,957964	4,74 *	-	-	-
	45	0,891168		45	0,623448		39	1,477559	
Média		3,84			4,13			3,17	
CV %		24,6			19,1			38,3	

* Teste F significativo à 5% de probabilidade

** Teste F significativo à 1% de probabilidade

ns Teste F não significativo

Observando a Tabela 21, não houve ajuste linear e quadrático para o número de ovos (transformados em $\ln x$) em função da temperatura, visto que, para as raças 1 e 2 há indicação de que os dados se ajustam a um polinômio de grau mais elevado, e que para a raça 4 não foram significativos.

A variabilidade do número de ovos não é a mesma para as raças 1, 2 e 4 o que é ilustrado pelo coeficiente de variação (CV), bem como pelo teste de Cochran sobre as variâncias, que foi significativo ao nível de 5%.

Tabela 22. Comparação das médias do número de ovos produzidos pelas dez primeiras fêmeas, transformados em $\ln x$, nas temperaturas de 20, 24, 28 e 32^o C e temperatura de campo (Tc^o C) para as raças 1, 2 e 4 de *M. incognita*.

Temperatura (oC)	1	2	4
20	3,32 bc *	4,05 ab	0,25 b **
24	4,76 a	3,65 b	3,70 a
28	3,92 abc	4,61 a	2,98 a
32	4,26 ab	4,48 ab	3,18 a
(Tc ^o C)	2,94 c	3,85 ab	2,83 a

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Valor encontrado e transformado referente a uma única fêmea com 13 ovos.

Conforme a temperatura, as 3 raças têm comportamentos diferentes quanto à comparação da média de ovos nas ootecas. Na Tabela 22, enquanto as médias nas temperaturas de 24, 28 e 32^o C são estatisticamente iguais para a raça 1; na raça 2 a temperatura de 24^o C apresentou média inferior à de 28^o C, e na raça 4 as médias não diferiram estatisticamente.

Na temperatura de campo (Tc) as médias do número de ovos das raças 1 e 2, não diferiram estatisticamente das médias na temperatura de 20^o C. No caso da raça 1 diferiu em relação a 24^o C, fato este que não ocorreu com a raça 2 (Tabela 22). A raça 4, submetida a diferentes temperaturas não apresentou diferenças significativas entre as médias dos ovos.

A Tabela 21 também ilustra a variabilidade

média estimada do número de ovos por ooteca para as 3 raças. A raça 4 mostrou maior variabilidade (CV = 38,3%) devido à baixa média e desvio padrão elevado, ou seja, respectivamente 23,80 e 3,37 ovos por ooteca. A raça 2 apresentou menor variabilidade (CV = 19,1%) devido à alta média e baixo desvio padrão, ou seja, respectivamente, 62,2 e 2,20 ovos por ooteca. Já a raça 1 apresentou variabilidade intermediária (CV = 24,6%) com média e desvio padrão intermediários, ou seja, 46,5 e 2,57 ovos por ooteca.

4.1.5. Machos

Em qualquer das raças estudadas e temperatura o aparecimento de machos foi muito reduzido (Tabelas 5 a 19).

4.2. Constante térmica

Tomando-se como temperatura base de 10°C , foi calculada a constante térmica (K) de acordo com o item 3.11, para cada temperatura constante, obtendo-se assim uma constante térmica média e desvio padrão em graus dias (GD) do ciclo total de cada raça:

$$K_{r_1} = 534 \pm 63 \text{ GD}$$

$$K_{r_2} = 580 \pm 92,7 \text{ GD}$$

$$K_{r_4} = 718 \pm 109,5 \text{ GD}$$

4.3. Determinação do número provável de gerações das raças 1, 2 e 4 de *M. incognita*.

4.3.1. Estimativa direta através do número de dias para completar o ciclo

O número de gerações destas 3 raças de *M. incognita*, calculado de acordo com o item 3.12.1, é apresentado na Tabela 23. Para as raças 1, 2 e 4 o número de dias necessários para completar o ciclo do tratamento de campo (T_c) foi respectivamente 36, 40 e 52 dias (Tabela 20) que correspondeu à temperatura mínima do ar de $18,9^{\circ}\text{C}$ para as 3 raças e temperaturas máximas de $26,1^{\circ}\text{C}$ para as raças 1 e 2, e $26,5^{\circ}\text{C}$ para a raça 4 (Apêndice 2).

Tabela 23. Estimativas do número de gerações (A) baseada em K e $T_b = 10^{\circ}\text{C}$, (B) diretamente do experimento em temperaturas constantes, e (C) diretamente do experimento de campo (T_c), conforme temperatura do solo para as raças 1, 2 e 4 de *M. incognita*.

Temperatura do solo ($^{\circ}\text{C}$)	1			2			4		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
20	6,8	7,6	-	6,3	7,6	-	5,1	6,5	-
24	9,6	10,1	-	8,8	9,1	-	7,1	7,0	-
28	12,3	11,4	-	11,3	11,4	-	9,2	8,3	-
T. Campo	= 7,8	-	10,1	= 7,2	-	9,1	= 5,8	-	7,0

As temperaturas correspondentes às profundidades de 5 a 40 cm do nível do solo foram obtidas através das equações de ALFONSI (1979) o que resultou em temperaturas

mínimas e máximas do solo, respectivamente, 21,4 e 31,5^o C para as raças 1 e 2 e para a raça 4, respectivamente, 21,4 e 32,1^o C.

Segundo a Tabela 23, o número de gerações foi variável em função da temperatura e da raça. As estimativas baseadas em K(A) mostraram que, para a raça 1 nas temperaturas de 20 a 28^o C o número de gerações foi de 6,8 a 12,3 gerações/ano; para a raça 2 de 6,3 a 11,3; e para a 4 de 5,1 a 9,2.

Já as estimativas baseadas diretamente do experimento das câmaras de crescimento (B) mostram que para as raças 1 e 2 nas temperaturas de 20^o C a 28^o C, o número de gerações foi de 7,6 a 11,4 gerações/ano; e para a 4 de 6,5 a 8,3.

Ainda na Tabela 23, para a estimativa baseada em K(A) referente à temperatura de campo, considerou-se um número menor provável de gerações para cada raça tomando a temperatura mínima do período, por desconhecer-se o tempo de exposição do nematóide a cada temperatura. Estas estimativas foram 7,8; 7,2 e 5,8, respectivamente, para as raças 1, 2 e 4.

As estimativas obtidas diretamente do experimento de campo foram 10,1; 9,1 e 7,0 gerações/ano, respectivamente, para as raças 1, 2 e 4.

4.3.2. Estimativa baseada nas isotermas médias anuais do Estado de São Paulo

O número de gerações das raças 1, 2 e 4 de *M. incognita* calculado de acordo com o item 3.12.2 é apresentado na Tabela 24 e Figura 7.

Tabela 24. Temperatura do ar, temperatura do solo nas profundidades de 5 a 40 cm do nível do solo, estimativas do número de gerações por ano (A) em K e $T_b = 10^{\circ}\text{C}$, e diretamente pelo número de dias em temperaturas constantes de 20, 24 e 28°C das câmaras de crescimento para completar o ciclo (B) para as raças 1, 2 e 4 de *M. incognita*.

Temp. do ar	Temp. do solo	R1		R2		R4	
		No. de gerações/ano (A)	No. de gerações/ano (B)	No. de gerações/ano (A)	No. de gerações/ano (B)	No. de gerações/ano (A)	No. de gerações/ano (B)
17 - 18	18,8--20,6	5,9--7,1		5,5--6,7		4,5--5,4	
18 - 19	20,2--21,8	6,8--7,9	7,6	6,4--7,4	7,6	5,2--6,0	6,5
19 - 20	21,5--23,0	7,7--8,7		7,2--8,1		5,8--6,6	
20 - 21	22,8--24,4	8,6--9,7		8,0--9,1		6,5--7,3	
21 - 22	24,1--25,8	9,5--10,6	10,1	8,9--9,9	9,1	7,2--8,0	7,0
22 - 23	25,3--27,2	10,3--11,5		9,6--10,8		7,8--8,7	
23 - 24	26,5--28,6	11,1--12,5	11,4	10,4--11,4	11,4	8,4--9,4	8,3

Na Tabela 24 os intervalos de temperatura do solo estão associados a intervalos de temperatura do ar e respectivos intervalos de estimativas do número de gerações/ano baseados em K(A), e estimativas pelo método direto (B). Assim para o intervalo de 17 a 19°C de temperatura do ar corresponderam a temperaturas de 18,8 a $21,8^{\circ}\text{C}$ entre 5 e 40 cm de profundidade do solo e estimativas de 5,9 a 7,9 gerações/ano pelo método de K, e 7,6 pelo método direto para a raça 1, enquanto tais valores foram 5,5 a 7,4 e 7,6 para a raça 2, e 4,5 a 6,0 e 6,5 para a raça 4.

Para a faixa de temperatura do solo de 26,5 a $28,6^{\circ}\text{C}$, os números de gerações estimado foi de 11,1 a 12,5

pelo método de K, e 11,4 pelo método direto da raça 1, enquanto tais valores foram 10,4 a 11,4 e 11,4 para a raça 2 e 8,4 a 9,4 e 8,3 para a raça 4.

Na Figura 8, nota-se que para a temperatura do ar de 20^o C, a estimativa do número de gerações para profundidades de 5 a 40 cm do nível do solo é mais precisa, variando de 8,7 a 8,8 gerações/ano para a raça 1 e não variando para as raças 2 e 4 cujas estimativas são, respectivamente, 8,1 e 6,6 gerações/ano.

Afastando-se de 20^o C, as estimativas do número de gerações tornam-se menos precisas.

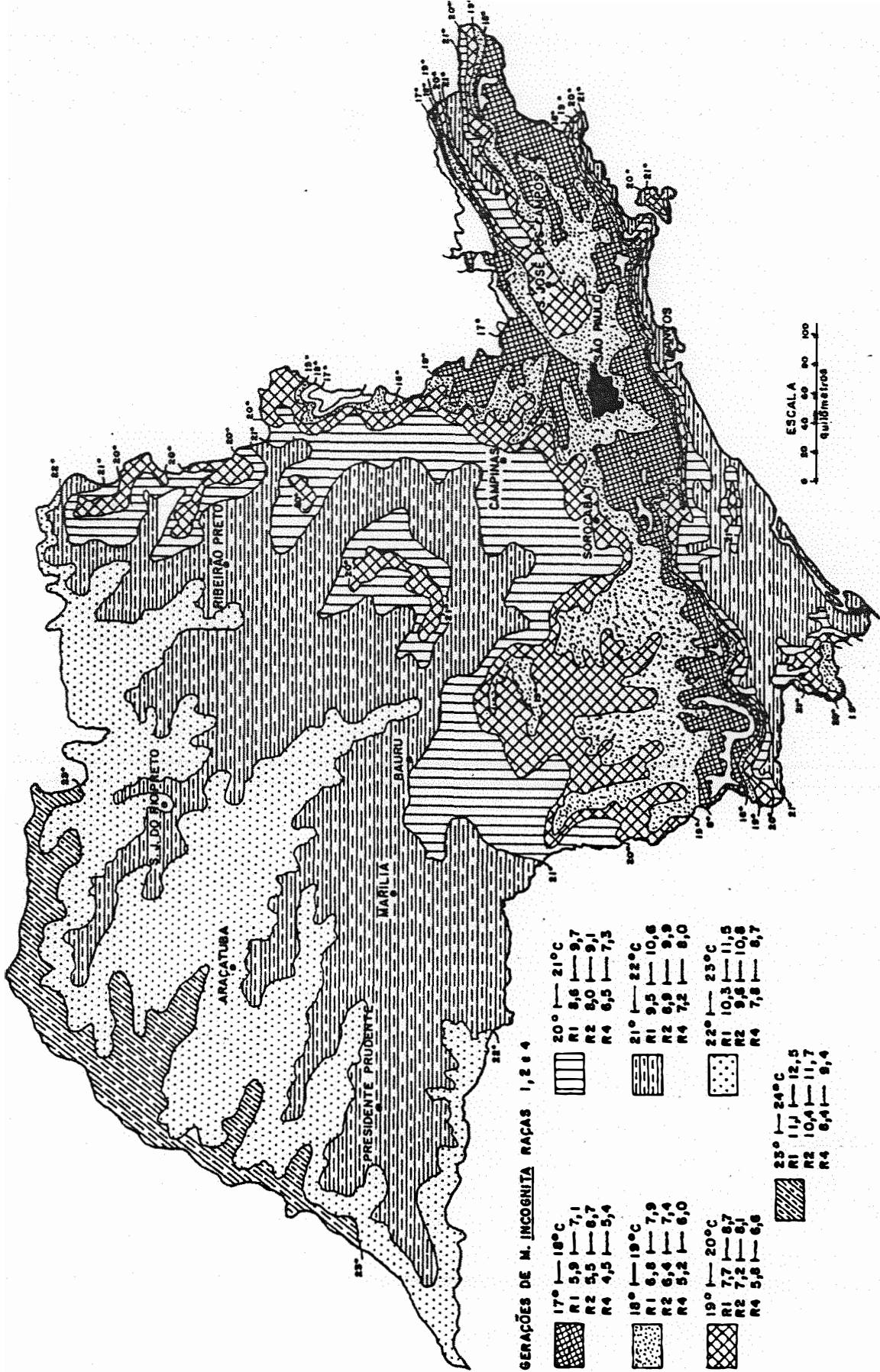


Figura 7. Número provável de gerações anuais de *M. incognita* raças 1, 2 e 4 com base nas suas necessidades térmicas, em regiões do Estado de São Paulo que possuem as mesmas isotermas anuais. (adaptação de PARRA, 1981).

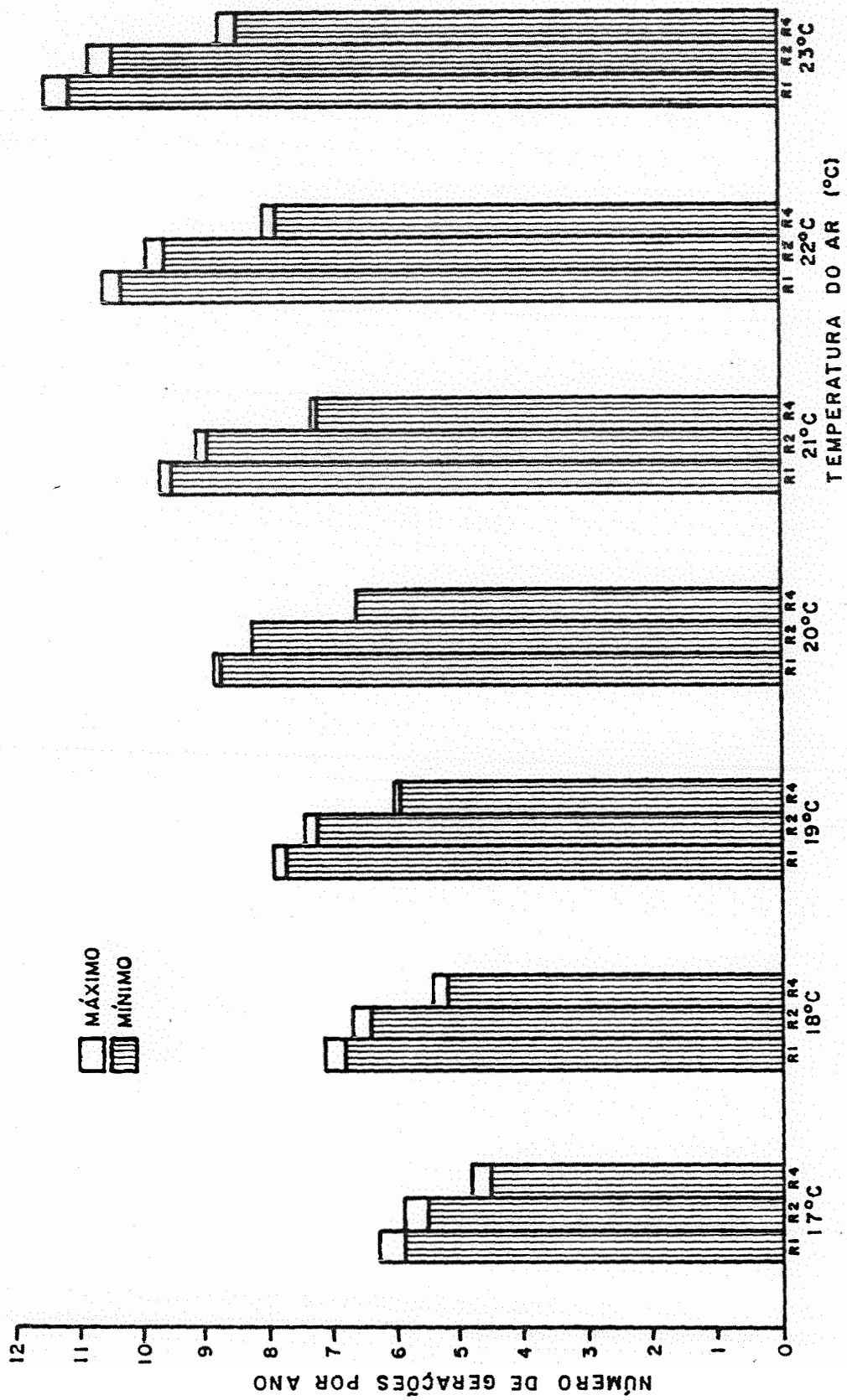


Figura 8. Número mínimo e máximo de gerações por ano referente às temperaturas de 5 a 40 cm de profundidade do solo, baseando-se nas constantes térmicas mê dias de 544, 580 e 718 graus dias, respectivamente, para as raças 1, 2 e 4 de M. incognita.

5. DISCUSSÃO

5.1. Raças de *M. incognita*

Os inóculos já previamente conhecidos e originários do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) foram testados em plantas testes padrões da Carolina do Norte (EUA) e confirmaram a presença de raças 1, 2 e 4.

A identificação de raças é um problema que merece atenção. Para isso, há a necessidade de conhecimento da real identidade das plantas testes e da segurança na avaliação do nível de infestação nessas, pois dependendo do número de ootecas ou galhas presentes, pode indefinir-se entre as reações negativa e positiva; também há a possibilidade de eventual mistura de raças. Ademais temperaturas elevadas podem alterar a reação dos hospedeiros, diminuindo a resistência (IBRAHIM, 1982).

Durante o desenvolvimento do trabalho, as 3 raças de *M. incognita* diferiram significativamente em seu comportamento frente à temperatura. Os biótipos 1 e 2 comportaram-se semelhantemente e se adaptaram melhor às variações de ambiente e clima, como pode ser verificado no estudo da biologia.

As raças em estudo já haviam sido constatadas em cafeeiro conforme destacamos no item 2.2 da revisão de

literatura.

5.2. Biologia de *M. incognita* em diferentes temperaturas

5.2.1. Fase ovo "in vitro"

Para VAN GUNDY (1985) a temperatura é o principal fator na indução do desenvolvimento embrionário e, com a energia obtida através do metabolismo, as larvas contidas no ovo têm a capacidade de escapar da casca e migrar.

A temperatura mais favorável à embriogênese está entre 25 e 30^o C para a maioria das espécies de *Meloidogyne* (BIRD e WALLACE, 1965). Os resultados obtidos estão nesse intervalo. A temperatura de 28^o C induziu uma maior velocidade de desenvolvimento embrionário e de eclosão de larvas das 3 raças de *M. incognita*, concordando com os dados de HIDAKA e TANAKA (1967) e FREIRE e FERRAZ (1978). Também está próxima dos resultados de BERGESON (1959), SHEPPERSON e JORDAN (1974), LINGE (1976) e STEPHAN (1982).

Nesta temperatura de 28^o C, a raça 1 foi a que produziu o maior número de larvas e teve o período de incubação mais curto, se considerarmos a eclosão total. Portanto, deve ser a mais viável das raças estudadas nesta temperatura. Em segundo lugar classificou-se a raça 2.

Com o mesmo critério, verifica-se que a segunda melhor temperatura para a eclosão de larvas, em todas as raças estudadas, foi a de 24^o C, concordando com os resultados de FREIRE e FERRAZ (1977) e estando muito próximo do obtido por LINGE (1976). Aqui também a raça 1 mostrou-se a mais viável.

A terceira melhor temperatura para eclosão de larvas para todas as raças foi a de 20^o C, e novamente a raça 1 mostrou-se a mais viável, sendo seguida pela raça 2.

A raça 1 foi também a que apresentou maior eclosão em câmara constante a 32^o C e em condições de campo. O inverso ocorreu com a raça 4.

Considerando apenas as porcentagens de eclosão acumulada total não houve praticamente diferenças entre as temperaturas de 20, 24 e 28^o C para todas as raças estudadas.

Pela exposição acima, observa-se que *M. incognita* possui um amplo intervalo de temperatura que favorece a embriogênese.

Para temperaturas elevadas como acima de 30^o C, WALLACE (1963) menciona que a atividade biológica dos nematóides é afetada e, a viabilidade dos ovos diminui com temperaturas acima de 35^o C (BIRD e WALLACE, 1965; TAYLOR e SASSER, 1978).

Os resultados da Figura 4 mostram que sob uma temperatura mais elevada (32^o C), os biótipos são afetados. Com mais calor, um maior número de larvas nasce nos primeiros dias de incubação porém, o número final de larvas eclodidas foi menor, tal como foi observado para as raças 2 e 4. Acelerando-se o metabolismo, aumenta o consumo de reservas de energia (WALLACE, 1963).

O estudo de biologia do nematóide em temperatura constante é obviamente uma condição artificial. No solo de ambiente "in natura", de acordo com os nossos registros, a temperatura oscila tanto durante o dia como à noite. Nesta condição talvez o parâmetro mais importante para o desenvolvimento embrionário seja a energia térmica acumulada que está em função da temperatura e tempo de exposição à mesma. No presente trabalho foram necessários até 29 dias para cessar o nascimento. As eclosões totais acumuladas para as raças 1, 2 e 4 foram respectivamente de 63,0; 46,6 e 53,5%, consideradas baixas. Estes dados são coerentes com os de Bishop (1953, 1955) citados por WALLACE, 1963 que obteve nas mesmas condições valores entre 45 e 63% de larvas nascidas.

Em nenhum tratamento, entretanto, houve nascimento total de larvas. Muitos ovos, quando submetidos a extremos de temperaturas baixas ou elevadas, podem não nascer

segundo VRAIN e BARKER (1978). Assim, entre 16 e 20^o C os autores obtiveram entre 20 e 30% de ovos dos quais não nasceram larvas enquanto que entre 10 e 12^o C essa porcentagem aumentou para 66%. Não foi citada a causa desta inviabilidade mas GUIRAN (1979) justifica que tais ovos não nascidos entram em diapausa e isso ocorre até em condições favoráveis para o desenvolvimento e eclosão. Mesmo em temperatura favorável para eclosão como a de 28^o C, o autor acima observou entre 10 a 20%, de ovos inviáveis e conseqüentemente, 90 a 80% de "normais". Esses resultados corroboraram com os do presente trabalho, não só na temperatura referida como também nas demais temperaturas testadas. Neste estudo, o número de ovos dos quais não eclodiram larvas foi menor para a raça 1 (entre 10 e 20%), intermediário para a raça 2 (20 a 30%) e maior para a raça 4 (30 a 40%) para as temperaturas constantes. Para as oscilações da temperatura de campo esta porcentagem se situou entre 32,3 e 54,0%.

Para LAMBERTI e TAYLOR (1979) também existe um mecanismo de diapausa dentro do ovo, razão pela qual não há eclosão de todas as larvas simultaneamente. Segundo WALLACE (1963) ovos também falham devido à idade da fêmea e do ovo, pela não indução à embriogênese e pela não diferenciação celular.

Finalizando, pelas presentes observações, para estudos de biologia com a raça 4, é sugerida uma quantidade de inóculo maior.

Neste estudo "in vitro" o comportamento das três populações foi diferente, indicando que, fisiologicamente são raças diferentes.

5.2.2. Sobrevivência e migração de larvas

Os ovos e eventuais larvas inoculados no substrato não foram distribuídos homogeneamente como seria o

ideal. A suspensão foi colocada no interior de 3 furos, de aproximadamente 10 cm de profundidade e equidistantes do colo do cafeeiro, para não danificar muito as raízes.

Por outro lado e como já foi mencionado, não existe um nascimento uniforme de larvas. Há ovos que estão, ou podem entrar em diapausa (GUIRAN, 1979) e os que, devido à sua idade e ou da fêmea que as produziram não mais se desenvolvem (WALLACE, 1963).

Como *M. incognita* é um parasito obrigatório, suas larvas, após o nascimento, devem vencer barreiras físicas do solo e migrar até a área de penetração das raízes. No entanto, muitas já consomem as suas energias de reserva antes de atingir o local desejado. O maior consumo de reserva da larva migrante ocorre quando a mesma troca de ambiente, atingindo o local da infestação e penetrando na raiz (WALLACE, 1966, 1968).

5.2.3. Penetração

Em cafeeiro, a área da ponta das raízes é temporariamente uma região não pilífera, de divisão meristemática e pouco endurecida que, segundo JAEHN (1980) é o local preferido para a penetração das larvas para *M. incognita*.

Não se encontraram na literatura dados comparativos sobre a penetração de *M. incognita* nas temperaturas em questão.

Segundo ROBERTS et alii (1981); VRAIN et alii (1978) temperaturas abaixo de 20° C são menos favoráveis à penetração de larvas nas raízes.

A 28 e 32° C o número de larvas que penetraram nas raízes foi menor assim como o período de penetração. Isso seria devido à exaustão mais rápida das suas reservas (VAN GUNDY et alii, 1967).

Em todas as raças e temperaturas o número de

nematóides observados nas raízes foi muito pequeno se comparado ao inóculo. Isso também foi registrado por LORDELLO (1982) para *M. exigua* em cafeeiro.

A raça 1 foi a que mais penetrou. Para a soma dos nematóides observados em todas as temperaturas, relativamente ao total da raça 1, o total da raça 2 foi de 67% e a da 4 de apenas 52%. Isso condiz com a maior porcentagem de eclosão da raça 1 verificada "in vitro".

Note-se também que as porcentagens totais de eclosão "in vitro" a 20, 24 e 28^o C foram praticamente iguais dentro de cada raça.

5.2.4. Desenvolvimento

Após a penetração de larvas de segundo estágio no tecido, inicia-se então a alimentação e desenvolvimento, com profundas modificações morfológicas (HUSSEY, 1985). O desenvolvimento pode ser afetado de diversas maneiras e, segundo LAMBERTI e TAYLOR (1979), pode depender das características genéticas do hospedeiro, espécies ou raças de nematóides de galhas e ou por condições ambientes como a temperatura, formando um interrelacionamento complexo.

No cafeeiro, em temperaturas elevadas, como a 28 e 32^o C, a biologia das fases iniciais foi mais favorecida para a velocidade de desenvolvimento das raças 1 e 2 e com menos intensidade para a raça 4.

Nas temperaturas mais baixas, como as de 20 e 24^o C, o comportamento das 3 raças estudadas foi afetado de forma semelhante em *M. exigua* em café, conforme observado por LORDELLO (1982). Nas temperaturas médias de 22,1^o C e 22,4^o C ele encontrou, respectivamente, 28,5 e 32,5 dias para o período entre a inoculação de larvas e fêmeas sem ovos, enquanto foram ora registrados 40 dias para o intervalo entre ovo e fêmea sem ovos das raças 1 e 2 e 44 dias para a raça 4

de *M. incognita*. O intervalo observado no presente trabalho foi maior devido à inoculação de ovos e não de larvas. Somando-se o período necessário para o desenvolvimento embrionário e eclosão das larvas, os números devem ficar mais próximos. Ademais são espécies diferentes. Excluindo o período de incubação, os presentes resultados podem ser comparados aos de TYLER (1933), que observou um período entre 18 e 20 dias para 24^o C e entre 26 e 31 dias para 20^o C. Infelizmente não se sabe com que espécie de *Meloidogyne* essa autora trabalhou.

O estudo da atividade dos nematóides em temperaturas constantes é obviamente artificial, pois, no campo, com a alternância diurna e noturna, a temperatura oscila sensivelmente (Bishop, 1953, citado por WALLACE, 1963). Outrossim embora ocorra desenvolvimento dos nematóides submetidos a estas condições, um dos fatores limitantes é a quantidade de energia que conseguem acumular durante o período. O comportamento observado no campo, durante o desenvolvimento das 3 raças, foi semelhante às temperaturas constantes de 20 e 24^o C. Ora, a temperatura média no campo foi de 21,9^o C com desvio padrão de 1,9^o C, portanto geralmente variando entre aquelas temperaturas. Com isso, parece válido que registrando-se as temperaturas num termógrafo e, conhecendo-se as necessidades térmicas do nematóide, há possibilidade de prever o seu desenvolvimento no campo.

5.2.5. Ciclo biológico total

O estudo do ciclo completo compreendeu desde o período de incubação de ovos no substrato até a formação de ovos da próxima geração. Este intervalo é adotado pelos nematologistas como uma medida mais fácil e segura para estudo de biologia dos nematóides de galhas.

As melhores temperaturas para *M. incognita*, em cafeeiro, até à postura, foram observadas a 28 e 32^o C.

Nestas temperaturas, os ciclos se completaram para as raças 1 e 2 em 28 e 32 dias, respectivamente, que são concordantes com JATALA e RUSSEL (1972) para *M. incognita* em batata doce.

A raça 4 possui uma constante térmica mais elevada. A temperatura de 32^o C, onde se desenvolveu mais rapidamente, necessitou de 36 dias para iniciar a postura.

Tais temperaturas (28 e 32^o C), as mais favoráveis à biologia das raças estudadas, também são ideais para o crescimento do cafeeiro conforme FRANCO (1970).

A temperatura de 20^o C foi a menos favorável para a condução do ciclo para as três raças. Segundo Nunes et alii (1969) citados por FRANCO (1970) temperaturas iguais ou abaixo de 20^o C retardam o crescimento do cafeeiro.

A 20^o C, as raças 1 e 2 necessitaram 48 dias contra 56 dias da raça 4. DAVIDE e TRIANTAPHYLOU (1967) também verificaram, em tomateiro, que a 20^o C o ciclo de *M. incognita* era mais longo que em temperatura mais elevada, tendência também notada no trabalho de JATALA e RUSSEL (1972) com batata doce.

Os ciclos mais curtos apresentados pelas raças 1 e 2 em cafeeiro podem ser devidos à melhor adaptação desses parasitos a tal hospedeiro, do que a raça 4. Isso concorda com os resultados obtidos por LORDELLO e LORDELLO (1987).

5.2.6. Produção de ovos

Os dados obtidos para o número de ovos para as três raças referem-se a produções parciais das 10 primeiras fêmeas, pois a postura foi interrompida no momento das coletas pela fixação dos materiais biológicos. Talvez por isso não foi possível detectar maiores diferenças estatísticas entre as posturas à diferentes temperaturas das raças 1 e 2. Na raça 4 a postura a 20^o C foi seguramente inferior à das demais condições, nisto concordando com o observado quanto ao ciclo.

5.3. Constante térmica

As exigências térmicas obtidas para as raças 1 e 2, respectivamente, de 534 e 580 GD se aproximam do valor obtido por TYLER (1933) de 541 GD para *Meloidogyne* sp. O valor obtido para a raça 4, 718 GD, foi maior.

5.4. Determinação do número provável de gerações anuais das raças 1, 2 e 4 de *M. incognita*

5.4.1. Confronto entre estimativa direta e baseada em constante térmica

Para as condições de câmara de crescimento, os números de gerações anuais estimadas pela constante térmica pouco diferiram dos obtidos nas mesmas condições pelo cálculo direto (no máximo 1,4 gerações/ano).

Para as condições de campo as diferenças foram maiores porém não maiores que 2,3 gerações/ano.

5.4.2. Estimativa baseada nas isotermas anuais do Estado de São Paulo

Nas áreas aptas para a cafeicultura que, segundo CAMARGO (1974) estão entre as isotermas de 17 e 23 °C, cada raça deve ter o seu próprio comportamento afetado pela temperatura e apresentar números diferentes de gerações.

Logicamente como a exigência térmica da raça 4 é maior que as das raças 1 e 2, estas terão mais gerações anuais, em cada isoterma considerada, caso a influência de outros fatores não alterem suas respostas, ou o façam nas mesmas proporções.

E de se esperar que o número de gerações anuais na natureza seja menor que o calculado pois o ciclo deve depender de outras condições como por exemplo presença de umidade e raízes adequadas.

6. CONCLUSOES

As três raças estudadas embora tenham o melhor desenvolvimento na mesma faixa térmica (28-32^o C) apresentaram constantes térmicas diferentes. Portanto também são distintas em sua biologia pelo parâmetro temperatura.

7. LITERATURA CITADA

- ABDEL-HAMID, M.E.; F.M. SALEM; H.R. HAMDIA e Y.A.G. OSMAN, 1983. Life cycle of *Meloidogyne incognita* acrita (Nematoda, Heteroderidae) in roots of cotton, *Gossypium barbadense* L. *Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 56 (8):153-154. (H. abst., 1984. Vol. 53(2):resumo no. 559).
- ALFONSI, R.R., 1979. Flutuação estacional da temperatura e da difusividade térmica para solo da região de Campinas, SP. Piracicaba, SP, 82 p. (Dissertação de mestrado).
- ALVES, L.M. e G.B. BERGESON (1967). A quick destaining procedure for showing contrast between nematodes and root tissue. *Pl. dis. Repr.*, 51:511-514.
- ARRUDA, H.V., 1960a. Efeito depressivo de nematóide sobre mudas de cafeeiros formados em laminados. *Bragantia*, 19: 15-17.
- ARRUDA, H.V., 1960b. Redução no crescimento de cafeeiros com um ano de campo devida ao parasitismo de nematóides. *Bragantia*, 19:179-182.
- ARRUDA, H.V. e A.J. REIS, 1962. Redução nas duas primeiras colheitas de café, devida ao parasitismo de nematóide. *Biológico*, 28:349.
- BARRIGA, R., 1976. Reports by regional investigators: B. South America. In: *International Meloidogyne Project. Proceedings of research planning conference on root-knot nematodes; Meloidogyne spp.*, 12-16 January, North Carolina

- State University, Raleigh, N.C., 7-9.
- BERGERSON, G.B., 1959. The influence of temperature on the survival of some species of the genus *Meloidogyne* in the absence of a host. *Nematologica*, 4:344-354.
- BIRD, A.F. e H.R. WALLACE, 1965. The influence of temperature on *Meloidogyne hapla* and *M. javanica*. *Nematologica*, 11:581-589.
- BIRD, D.W., Jr.; T. KIRKPATRICK e K.R. BARKER, 1983. An improved technique for clearing and staining plant tissue for detection of nematodes. *J. Nematol.*, 15:142-143.
- CAMARGO, A.P. de; H.S. PINTO; O. BRUNINI; M. PEDRO Jr.; A.A. ORTOLANI e R.R. ALFONSI, 1974. Clima do Estado de São Paulo. In: SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo, 1:51-87.
- CHITWOOD, B.G., 1949. Root-knot nematodes. I. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.*, 16:90-104.
- DAVIDE, R.G. e A.C. TRIANTAPHYLLOU, 1967. Influence of the environment on development and sex differentiation of root-knot nematodes. *Nematologica*, 13:102-109.
- DEMENT'EVA, S.P., 1975. The development of the gall nematode in open ground in Moldavia. In: *Problemy parazitologii, Material VIII nauchnoi konferentsii parazitologov UKSSR*, 145-146. (H. abst., 1979. 48(1):resumo no. 290).
- DI PIETRO; E.G. GUERRA NETO; V.L.V. de FREITAS e A. PASSOS, 1981. Levantamento preliminar da ocorrência de nematóides do gênero *Meloidogyne*, no Estado de São Paulo. Congresso Bras. Pesquisas Cafeeiras, 9o., 316-320. (resumos).
- DROPKIN, V.H., 1963. Effect of temperature on growth of root-knot nematodes in soybeans and tobacco. *Phytopathology*, 53:663-666.
- DROPKIN, V.H., 1969. The necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to *Meloidogyne* reversal by temperature.

- Phytopathology*, 59:1632-1637.
- EDONGALI, E.A. e H. FERRIS, 1981. Effect of salinity and temperature on reproduction and egg hatching of *Meloidogyne incognita* in tomato. *Nematol. mediterr.*, 9:123-132.
- FADEL, H.; F. CARNEIRO FILHO e B. CAPUTTO, 1979. Levantamento das lavouras cafeeiras infestadas por nematóides de gênero *Meloidogyne* na região de Londrina, PR e alguns aspectos econômicos. Congresso Bras. Pesquisas Cafeeiras. IBC-GERCA, Araxá, 7o., 57-58. (resumos).
- FELDMESSER, J., 1971. Estimated crop losses due to plant parasitic nematodes in the United States. *Soc. of Nematologists. Special Publ.*, no. 1, 7pp.
- FRANCO, C.M., 1958. Influência da temperatura no crescimento do cafeeiro. *IBEC*. pg 1-9.
- FRANCO, C.M., 1970. Apontamentos de fisiologia do cafeeiro. Secretaria da Agricultura, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 56 p. (mimeografado).
- FREIRE, F. das C.O. e S. FERRAZ, 1977. Resistência de cultivares de feijoeiro a *Meloidogyne incognita* e *M. javanica* e influência da temperatura e exudados radiculares sobre a eclosão de suas larvas. *Revista Ceres*, 24(133): 247-260.
- GONÇALVES, W. e L.C.C.B. FERRAZ, 1987. Resistência do cafeeiro a nematóides, II. Testes de progênies e híbridos para *Meloidogyne incognita* raça 3. *Nemat. Brasileira*. XI:125-142.
- GONÇALVES, W.; M.M.A. LIMA DE, 1988. Resistência do cafeeiro a nematóides: III. Avaliação da resistência de espécies de *Coffea* e de híbridos interespecíficos a *Meloidogyne incognita* raça 3. *Nemat. Brasileira*. XII:47-54.
- GONÇALVES, W.; R.A. THOMAZIELLO; M.V. de MORAES; J.A.R. FERNANDES; A.M. da COSTA; T. CORSI; C.A. JUNQUEIRA e L.A.O. LACERDA, 1978. Estimativas de danos ocasionados pelos nematóides do cafeeiro. Congresso Brasileiro Pesquisas Cafeeiras, 6o., 182-186. (resumos).

- GOTOH, A.; Z. SANO e N. MINAGAWA, 1973. Prediction of the time of emergence of the next generation of the southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, with thermal constants for development from infection. *Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu*, 19:124-127.
- GUIRAN, G. DE, 1979. A necessary diapause in root-knot nematodes. Observations on its distribution and inheritance in *Meloidogyne incognita*. *Revue Nématol.* 2(2):223-231.
- GUIRAN, G. de, 1980. Facteurs induisant chez *Meloidogyne incognita* un blocage du développement des oeufs considéré comme une diapause. *Revue Nématol.* 3(1):61-69.
- GUIRAN, G. DE e M. RITTER, 1979. Life cycle of *Meloidogyne* species and factors influencing their development, 173-191p. In: *Root-knot nematodes (Meloidogyne species) Systematics, Biology and Control*. Academic Press, London, 477p.
- HIDAKA, Z. e K. TANAKA, 1967. Effect of temperature on hatching of *Meloidogyne incognita* and larval penetration of host roots. *Proceedings of the Association for Plant Protection of Kyushu*, 13:7-9.
- HOLTZMANN, O.V., 1965. Effect of soil temperature on resistance of tomato to root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*). *Phytopathology*; 55:990-992.
- HU, C.H., 1966. Studies on root-knot nematodes of sugar cane. Effect of soil temperature on the activity of *Meloidogyne* spp. *Taiwan Sugar Exp. Repr.*, 42:23-40. (Hort. abs., 1969. 39(4):resumo no. 920).
- HUSSEY, R.S., 1985. Host parasite relationships and associated physiological changes. In: *An advanced treatise on Meloidogyne*, 143-153. Vol. I. *Biology and Control*, 1985. North Carolina State University, Raleigh, N.C., 422p.
- IBRAHIM, I.K.A., 1982. Species and races of root-knot nematodes and their relationships to economic host plants in northern Egypt. 66-84p. In: *Proc. Res. Plann. Conf. on root-knot nematodes Meloidogyne spp*, September 13-17, 1982.

- North Caroline State University, Raleigh, N.C., 196p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFE (IBC - MIC), 1981. Cultura do café no Brasil. Manual de recomendações. Ed. Setor de programação e gráfica/IBC-GERCA. Rio de Janeiro. 503 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFE (IBC - MIC), 1986. Estatísticas cafeeiras. Rio de Janeiro, RJ, 1(3):1-14.
- IRIZARRY, H.; W.R. JENKINS e N.F. CHILDERS, 1971. Interation of soil temperature and *Meloidogyne* spp on resistance of the common bean, *Phaseolus vulgaris* L., to root-knot disease. *Nematropica*, 1(2):41-42.
- ISHIBASHI, N. e E. KONDO, 1976. Considerations on the role of male adults od root-knot nematodes in the reproduction. *Japanese Journal of Nematology*, 6:35-38.
- JAEHN, A., A.R. MONTEIRO, L.G.E. LORDELLO; D. BARBIN e C.G.B. DEMETRIO, 1983. Efeito de nitrogênio e de potássio em *Meloidogyne incognita* (Kofoid e White, 1919) Chitwood, 1949, como parasito do cafeeiro. Reunião da Soc. Bras. Nematologia, Public., no.7, 189-208.
- JAEHN, A.; E.K. REBEL e J.B. MATIELLO, 1977. Estudo do efeito curativo de nematicidas em mudas de café infestadas com *Meloidogyne incognita*. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. Guarapari, ES, 18-21 de outubro, So.: 32-33. (Resumos).
- JATALA, P. e C.C. RUSSELL, 1972. Nature of sweet potato resistance to *Meloidogyne incognita* and the effects of temperature on parasitism. *Journal of Nematol.*, 4(1):1-7.
- LAMBERTI, F. e C.E. TAYLOR, 1979. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) systematics, biology and control. Academic Press, New York. 477p.
- LINGE, D.S., 1976. Studies on the root-knot of wingedbean (*Psophocarpus tetragonolobus* L. DC.) in Papua New Guinea. Departament of Agriculture, University of Papua New Guinea, 46p. [Tese] (H. abs., 1984. 48(3):resumo no. 1374).
- LORDELLO, L.G.E., 1976. Perdas causadas por nematóides. *Rev. Agricultura, Piracicaba*, 51(3-4):222.

- LORDELLO, L.G.E., 1981. Nematóides das plantas cultivadas. Ed. Nobel, São Paulo. 314p.
- LORDELLO, L.G.E. e A. de TOLEDO MELLO FILHO, 1970. Mais um nematóide ataca o cafeeiro. Rev. Agricultura, 45:102.
- LORDELLO, L.G.E. e H. HASHIZUME, 1971. Suscetibilidade da variedade Kouillou de Coffea canephora a um nematóide. Rev. da Agricultura, 46(4):157-158.
- LORDELLO, R.R.A., 1982. Desenvolvimento de Meloidogyne exigua Goeldi, 1887, em raízes de cafeeiros, em três ambientes. Piracicaba, SP, 43p. (Tese de mestrado).
- LORDELLO, R.R.A. e A.I.L. LORDELLO, 1987. Avaliação da resistência de cafeeiros às raças de Meloidogyne incognita. Bragantia, 46(1):59-64.
- LORDELLO, R.R.A.; L.C. FAZUOLI e W. GONÇALVES, 1977. Estudo da infestação de cafeeiro com M. exigua em dois estádios de desenvolvimento. Soc. Bras. Nemat. Publ. no. 2:201-205.
- LORDELLO, R.R.A.; A.I.L. LORDELLO e L.C.E. PEREIRA, 1987. Recuperação de cafeeiros parasitados por Meloidogyne incognita raça 1. In: XI Congresso Brasileiro de Nematologia. Viçosa, M.G., 16-20 fevereiro, 21 (resumos).
- MATHUR, V.K. e K.S. VARAPRASAD, 1979. Pathogenicity and life cycle of Meloidogyne incognita on sugarbeet in India. Nematologia Mediterranea, 7(2):199-202.
- McLURE, M.A. e D.R. VIGLIERCHIO, 1966. The influence of host nutrition and intensivity of infection on the sex ratio and development of Meloidogyne incognita in sterile agar cultures of excised cucumber roots. Nematologica, 12:248-258.
- MEDINA FILHO, H.P.; L.C. FAZUOLI e W.M. COSTA, 1981. Identificação das raças 2, 3 e 4 de Meloidogyne incognita parasitando cafeeiro. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. São Lourenço, MG, 27-30 outubro, 9o.:166-168 (resumos).
- MENDES, B.V.; S.FERRAZ e C. SHIMOYA, 1977. Observações

- histopatológicas de raízes de cafeeiro parasitadas por *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887. Soc. Brasil. Nematol. Publ. no. 2: 207-229.
- MILNE, D.L. e D.P. DU PLESSIS, 1964. Development of *Meloidogyne javanica* (Treub.) Chit. on tobacco under fluctuating soil temperature. South African Jour. Agr. Sci., 7:673-680.
- NAKASONO, K.; R.R.A. LORDELLO; A.R. MONTEIRO e L.G.E. LORDELLO, 1980. Desenvolvimento das raízes de cafeeiros novos transplantados e penetração de *Meloidogyne exigua*. Soc. Brasil. Nemat. Publ. (4):33-46.
- NORTON, D.C., 1978. Ecology of plant-parasitic nematodes. A Wiley-Interscience publication. 257p.
- NGUNDO, B.W. e D.P. TAYLOR, 1975. Some factors affecting penetration of bean roots by larvae of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. Phytopathology, 65:175-178.
- PARRA, J.R.P., 1981. Biologia comparada de *Perileucoptera coffeella* (GUERIN-MENEVILLE, 1842) (LEPIDOPTERA - LYONETIIDAE), visando ao seu zoneamento ecológico no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ, 96p. [Tese de Livre docência].
- PROT, J.C. e S.D. VAN GUNDY, 1981. Influence of photoperiod and temperature on migrations of *Meloidogyne* juveniles. Journal of Nematology, 13(2):217-220.
- ROBERTS, P.A.; S.D. VAN GUNDY e H.E. MCKINNEY, 1981. Effects of soil temperature and planting date of wheat on *Meloidogyne incognita* reproduction, soil populations and grain yield. J. Nematol., 13(3):338-345.
- SASSER, J.N. e A.C. TRIANTAPHYLLOU, 1977. Identification of *Meloidogyne* species and races. Journal of Nematology, 9:283(abstract).
- SHEPPERSON, J.R. e W.C. JORDAN, 1974. Observations on in vitro survival and development of *Meloidogyne*. Proc. Helminthol. Soc. Wash. 41:254.
- SIDDIQUI, I.A. e D.P. TAYLOR, 1970. The biology of

- Meloidogyne naasi. Nematologica, 16:133-143.
- SILVEIRA NETO, S.; O. NAKANO; D. BARBIN e N.A. VILLA-NOVA, 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Ed. Ceres, 419p.
- STARR, J.L. e W.F. MAI, 1976. Predicting on set of egg production by Meloidogyne hapla on lettuce from field soil temperatures. Journal of Nematology, 8(1):87-88.
- STEPHAN, Z.A., 1982. The influence of temperature and storage time on eggs of four species of Meloidogyne. Nematologia Mediterranea, 10(2):167-173.
- STEPHAN, Z.A. e R.H. ESTEY, 1982. Effect of soil texture moisture and temperature on the migration of Meloidogyne hapla larvae and their invasion of tomato roots. Phytoprotection, 63(1):6-9.
- STOYANOV, D., 1972. Breve estudio sobre los nemátodos parásitos del cafeto en Cuba. Revista de Agricultura, Cuba, 5(2):20-29.
- TAYLOR, A.L. e J.N. SASSER, 1978. Biology, identification and control of root-knot nematodes (Meloidogyne species). International Meloidogyne Project. North Carolina State University Raleigh, N.C. 27607, U.S.A., 111p.
- TAYLOR, A.L.; J.N. SASSER e L.A. NELSON, 1982. Relations of climate and soil characteristics to geographical distribution of Meloidogyne species in agricultural soils. International Meloidogyne Project. Raleigh, North Caroline, USA. 65p.
- THOMASON, I.J. e B. LEAR, 1961. Rate of reproduction of Meloidogyne spp as influenced by soil temperature. Phytopathology, 51:520-524.
- TRIANANTAPHYLLOU, A.C., 1960. Sex determination in Meloidogyne incognita Chitwood, 1949 and intersexuality in M. javanica (Treb, 1885) Chitwood, 1949. Ann. Inst. Phytopathol. Benaki, 3:12-31.
- TRIANANTAPHYLLOU, A.C. e H. HIRSCHMANN, 1960. Post infection development of Meloidogyne incognita Chitwood, 1949.

- Ann. Inst. Phytopathologique Benaki, 3:1-11.
- TRONCONI, N.M.; S. FERRAZ; J.M. DOS SANTOS e A.J. REGAZZI, 1986. Influência da temperatura na patogenicidade e reprodução de *Meloidogyne exigua* em mudas de cafeeiro. *Nemat. Brasileira*, 10:69-83.
- TYLER, J., 1933. Development of the root-knot nematode as affected by temperature. *Hilgardia*, 7(10):391-415.
- VAN GUNDY, S.D., 1985. Ecology of *Meloidogyne* spp. Emphasis on environmental factors affecting survival and pathogenity, 177-182 p. In: An advanced treatise on *Meloidogyne*. Vol. I. Biology and Control, 1985. North Carolina State University, Raleigh, N.C., 422 p.
- VAN GUNDY, S.D.; A.F. BIRD e H.R. WALLACE, 1967. Aging and starvation in larvae of *Meloidogyne javanica* and *Tylenchulus semipenetrans*. *Phytopathology*, 57:559-571.
- VILLALBA GAULT, D.A.; B.O. FERNANDES e A.C.A. BAEZA, 1982. Identificación de una nueva raza de *Meloidogyne incognita* en *Coffea arabica* variedad Caturra. *Cenicafé*, 33(3):91-101.
- VRAIN, T.C., 1978. Influence of chilling and freezing temperatures on infectivity of *M. incognita* and *M. hapla*. *J. Nematology*, 10(2):177-180.
- VRAIN, T.C. e K.R. BARKER, 1978. Influence of low temperature on development of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* eggs in egg masses. *J. Nematology* 10(4):311-313.
- VRAIN, T.C.; K.R. BARKER e G.I. HOLTZMAN, 1978. Influence of low temperature on rate of development of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* larvae. *Journal of Nematology*, 10(2):166-171.
- WALLACE, H.R., 1963. The biology of plant parasitic nematodes. Edward Arnold (Publishers) Ltd. London, 280p.
- WALLACE, H.R., 1966. The influence of aeration on survival and hatch of *Meloidogyne javanica*. *Nematologica*, 14:223-230.
- WALLACE, H.R., 1968. The influence of soil moisture on survival and hatch of *Meloidogyne javanica*. *Nematologica*, 14:231-242.

Apêndice 1. Número de ovos das 10 primeiras fêmeas das raças 1, 2 e 4 de *M. incognita* submetidas a 20, 24, 28 e 32^o C e temperatura de campo (Tc). Umidade do solo próxima à saturação. Fotoperíodo de 14 horas.

=====					
TEMPERATURAS (oC)					
RAÇAS	20	24	28	32	Tc *

1	56	68	116	136	147
	72	36	108	186	28
	32	79	56	52	11
	27	211	8	48	21
	22	178	18	38	16
	16	21	16	36	8
	34	497	291	67	16
	23	478	114	126	9
	26	117	128	162	4
	11	116	15	28	81

Média	31,9	180,1	87,0	87,9	34,1

2	12	143	56	116	128
	26	21	32	143	57
	64	9	118	311	31
	51	16	393	38	86
	66	23	221	23	26
	63	29	86	69	11
	82	47	73	266	47
	97	87	57	47	82
	123	93	143	97	116
	92	68	112	78	22

Média	67,6	53,6	129,1	118,8	60,6

4	13	82	583	11	4
	-	93	36	34	42
	-	26	31	4	11
	-	91	4	27	27
	-	62	8	14	39
	-	54	2	132	67
	-	13	16	143	8
	-	14	12	13	17
	-	47	37	157	5
	-	22	29	3	23

Média	-	50,4	75,8	53,8	24,3
=====					

* Tc = temperatura de campo.

Apêndice 2. Temperaturas médias diárias do ar da Fazenda Lageado, município de Botucatu, no período do experimento de 24 de novembro de 1986 a 20 de janeiro de 1987.

DIA	NOV	DEZ	JAN
01		19.9	24.6
02		20.5	23.7
03		22.5	21.4
04		22.0	22.8
05		23.4	22.9
06		23.9	25.5
07		22.1	26.3
08		21.5	26.5
09		19.0	25.9
10		23.0	25.3
11		23.7	24.0
12		22.9	24.5
13		23.6	25.1
14		22.9	26.1
15		22.5	25.7
16		22.7	25.4
17		22.5	23.6
18		20.4	23.3
19		18.9	22.6
20		22.1	22.3
21		22.3	
22		22.8	
23		21.1	
24	20.4	18.9	
25	26.1	19.2	
26	25.4	20.7	
27	23.2	22.6	
28	23.2	21.5	
29	22.2	20.7	
30	19.9	19.7	
31		21.1	

MEDIA: 21.9^o C
 DESVIO PADRAO: 1.9^o C