

EFEITOS DE NITROGÊNIO E DE POTÁSSIO EM
Meloidogyne incognita (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949,
COMO PARASITO DO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)

ANÁRIO JAEHN

Orientador: Prof. Dr. Luiz Gonzaga E. Lordello

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Julho, 1980

OFERECIMENTOS

A meus pais que, apesar de todos os sacrifícios, deixaram que seguisse meu caminho.

A meus irmãos, que me encorajaram.

A minha esposa, que me ama e compartilha deste caminho.

A Deus, por mais esta etapa vencida.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Brasileiro do Café (I.B.C.), pela oportunidade oferecida ao meu aprimoramento profissional.

Ao departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de S.P., pela ampliação de meus conhecimentos.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

- Ao Prof. Dr. Luiz Gonzaga E. Lordello, pela orientação e incentivo na realização do presente estudo.
- Ao Prof. Dr. Charles W. Laughlin, pela sugestão inicial.
- Ao Prof. Dr. Ailton R. Monteiro, pelas críticas e sugestões.
- Ao Prof. Dr. Renato Sarruge, e ao pesquisador Kazutoshi Nakasono, pela orientação na execução da prática experimental.
- Ao Prof. Dr. Décio Barbim e Clarice G.B. Demétrio, pela orientação estatística.
- Ao Prof. Dr. José Dias Costa, pelo fornecimento de insumos.
- Ao Prof. Gilberto Diniz de Oliveira, pela supervisão das análises químicas.
- À Eng^o Agr^o Neusa Soni Lambert, pelo auxílio nas atividades laboratoriais.
- A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na realização deste estudo.

ÍNDICE

	Página
1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
4. MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1. Obtenção, multiplicação e preparação de inóculo de <i>M. incognita</i>	10
4.2. Preparo dos vasos com mudas de cafeeiro	11
4.3. Delineamento experimental e tratamentos	12
4.4. Inoculação	14
4.5. Coleta, coloração e estudo do material	14
4.6. Análise estatística	15
4.6.1. Teste de qui-quadrado (x^2)	15
4.6.2. Análise de variância para Teste F e tes- tes de Tukey	17
5. RESULTADOS	19
5.1. Influência dos tratamentos no desenvolvimento ra- dicular	19
5.1.1. Efeito do nitrogênio	19
5.1.2. Efeito do potássio	21
5.2. Influência dos tratamentos sobre os nematóides.	25
5.2.1. Efeito do nitrogênio	25
5.2.2. Efeito do potássio	26

5.3. Influência dos tratamentos sobre a reprodução dos nematóides	35
5.3.1. Efeito do nitrogênio	35
5.3.2. Efeito do potássio	35
6. DISCUSSÃO	38
6.1. Influência dos tratamentos no desenvolvimento radicular	38
6.1.1. Efeito do nitrogênio	38
6.1.2. Efeito do potássio	38
6.2. Influência dos tratamentos sobre os nematóides.	39
6.2.1. Efeito do nitrogênio	39
6.2.2. Efeito do potássio	39
6.3. Influência dos tratamentos sobre a reprodução dos nematóides	40
6.3.1. Efeito do nitrogênio	40
6.3.2. Efeito do potássio	41
7. CONCLUSÕES	42
8. SUMMARY	43
9. LITERATURA CITADA	45

LISTA DE TABELAS

Tabela		página
1.	Volumes em ml das soluções estoques necessários para preparar 1 litro de solução nutritiva normal (1)	13
2.	Solução estoque de micronutrientes. Sais componentes e suas quantidades (g) por litro de solução	14
3.	Número de raízes lisas por sistema radicular em 18 épocas de coleta e 9 tratamentos com 2 repetições	20
4.	Quadrados médios da análise de variância e significância do Teste F para os dados de número de raízes lisas (transformados em \sqrt{x}) das 18 épocas de coleta	22
5.	Quadrados médios da análise de variância e significância do Teste F para os dados de número de raízes lisas (transformados em \sqrt{x}) na interação NxK. Desdobramento 1	23
6.	Quadrados médios da análise de variância e significância do Teste F para os dados de número de raízes lisas (transformados em \sqrt{x}) na interação N x K. Desdobramento 2	24

Tabela

página

7.	Médias e d.m.s. de Tukey para número de raízes lisas das épocas de coleta com interação nitrogênio x potássio (N x K) significativa	28
8.	Médias e d.m.s. de Tukey para número de raízes lisas nas épocas de coleta com interação nitrogênio x potássio (N x K) não significativa	29
9.	Quadrados médios e significância do teste F para a análise de variância em esquema "split-plot" para número de raízes lisas do cafeeiro, obtidos em 18 épocas de coleta com os 9 tratamentos (fatorial 3 x 3 dos níveis de nitrogênio e potássio)	30
10.	Números totais de espécimes de <i>M. incognita</i> observados em 18 épocas de coleta, em plantas de café submetidas a 3 níveis de nitrogênio e 3 de potássio. Totais de 2 repetições	31
11.	Valores do teste χ^2 para número de indivíduos observados em cada estágio e seu total, em 18 épocas de coleta, em cafeeiro de 9 tratamentos com 3 níveis de nitrogênio e 3 de potássio. Desdobramento de graus de liberdade para doses de potássio dentro de doses de nitrogênio	32

Tabela

página

12.	Valores do teste x^2 para número de indivíduos observados em cada estágio e seu total, em 18 épocas de coleta, em cafeeiro de 9 tratamentos com 3 níveis de nitrogênio e 3 de potássio. Desdobramento de graus de liberdade para doses de nitrogênio dentro de doses de potássio	33
13.	Dias decorridos da inoculação de larvas (l_2) à primeira observação dos estádios de <i>M. incognita</i> em cafeeiros, em 9 diferentes tratamentos ..	34
14.	Número de ovos por ooteca (mínimo, máximo e média) de <i>M. incognita</i> e total de ovos por tratamento em cafeeiro. Fatorial 3 x 3 de dose de nitrogênio e potássio	36
15.	Valores do x^2 para número total de ovos por tratamento e média por ooteca de <i>M. incognita</i> em cafeeiro. Fatorial 3 x 3 de doses de nitrogênio e de potássio. Desdobramento de graus de liberdade para doses de potássio dentro de doses de nitrogênio e vice-versa	37

1. RESUMO

Foram estudados os efeitos de deficiência ou excesso de nitrogênio e de potássio na infestação, crescimento e reprodução de *M. incognita* em mudas de cafeeiro arábico 'Mundo Novo' em vasos com areia lavada e irrigados com soluções nutritivas.

Os nematóides encontravam-se quase sempre em raízes laterais lisas.

Nos tratamentos com omissão de nitrogênio ocorreram menor número de raízes laterais, de parasitos, de ovos por ooteca e total de ovos. Com seu excesso, os resultados variaram segundo o estágio de desenvolvimento e a dose de potássio.

O número total de ovos foi maior nos tratamentos com dose dupla de nitrogênio e menor com a omissão. O mesmo se verificou com a média de ovos por ooteca dentro dos

tratamentos com omissão de potássio.

Nos tratamentos com omissão de potássio não se observou efeito significativo no número de raízes lisas e no número total de nematóides mas estes diferiram com relação aos estádios.

O excesso de potássio também não afetou significativamente o número de raízes lisas e o número total de ovos, mas teve influência sobre os estádios.

Com referência ao número total de ovos, observaram-se menores números com omissão de potássio dentro de todos os níveis de nitrogênio. O excesso de potássio resultou em menor número de ovos dentro das doses nula e normal de nitrogênio. A média de ovos foi menor na ausência de potássio dentro dos níveis nulo e normal de nitrogênio.

2. INTRODUÇÃO

Constituindo a cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) uma das nossas principais atividades econômicas, escolhemos um dos problemas que a atinge para objeto de nosso estudo: o nematóide de galhas, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949. Este presentemente constitui um dos mais sérios fatores adversos à cultura nas áreas produtoras de café no sul do País, principalmente em solos arenosos do norte do Estado do Paraná e do oeste do Estado de São Paulo. O cafeeiro exige altos níveis de nutrientes durante a vegetação e produção, principalmente nitrogênio e potássio. Com o decorrer dos anos, porém, os solos arenosos se depauperaram pela extração de seus nutrientes, pelos baixos teores de matéria orgânica, compactação, ausência de conservação, agravando-se assim o problema pela infestação por nematóides da espécie referida.

As pesquisas até o presente realizadas na cultura cafeeira visaram o controle desses fitoparasitas, por métodos químicos, culturais, genéticos, não tendo nenhum estudo sido ainda realizado visando conhecer seu ciclo biológico, o que é considerado fundamental para a nematologia. Foram estas razões que nos levaram a estudar o assunto, associando-o com nutrição, fazendo variar os parâmetros de nitrogênio e potássio.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Está bem definido que a condição nutricional do hospedeiro assume grande importância no desenvolvimento vegetativo e reprodução de fungos e bactérias que o parasitam (OTEIFA, 1951). Em nematologia também se encontram referências indicando a influência da nutrição do hospedeiro sobre o parasito mas pouco há em relação ao cafeeiro.

TYLER (1933), trabalhando com *Meloidogyne* sp. em raízes de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) vegetando em condições assépticas, declarou que o número de ovos depositados e o número, tamanho e vigor das larvas eram afetados pelas condições nutricionais e concluiu que o estado de saúde do hospedeiro era fator importante para o crescimento de seus parasitos. A autora observou que a porcentagem de machos aumentava com o aumento das condições adversas de nutrição e ela sugeriu que tais condições podem ser muito importantes nos está-

dios iniciais do ciclo vital, por alterar o equilíbrio de certos indivíduos.

LINFORD (1941), estudando o parasitismo de *Meloidogyne* sp. em partes aéreas de várias plantas, observou que os machos eram relativamente abundantes em folhas de feijão (*Vigna sinensis* Endl.), especialmente nas nervuras menores e perto das margens, onde o pequeno crescimento das fêmeas indicava nutrição deficiente.

OTEIFA (1951) verificou que em feijoeiro (*Phaseolus lunatus* L.), crescendo em vasos em casa de vegetação, infestado por *M. incognita*, os níveis médio e alto de nutriente potássio proporcionaram desenvolvimento de maior número de galhas, fêmeas e ootecas.

OTEIFA (1953) demonstrou experimentalmente que a nutrição potássica teve um efeito considerável no tempo necessário para que as fêmeas de *M. incognita*, parasitando o feijoeiro (*P. lunatus* L.), atingissem a maturidade e iniciassem a postura. A produção de ovos foi iniciada aos 40, 24 e 16 dias para os tratamentos deficiente, ótimo e excessivo de potássio, respectivamente.

OTEIFA (1955) verificou menor número de fêmeas e ootecas de *M. incognita* em raízes de feijoeiro (*P. lunatus* L.) quando a fonte de nitrogênio da solução nutritiva era amônia em lugar de nitrato. Admitiu-se que isso seria possivelmente devido ao efeito inibidor dos ions de amônia no nascimento das larvas.

SHANDS & CRITTENDEN (1957) relataram que em soja (*Glycine max* Merr.), as maiores doses de nitrogênio e de potássio aumentaram a penetração de larvas de *M. incognita* na cultivar Anderson (resistente) e o número de galhas nas cultivares Adams (suscetível) e Wabash (moderadamente suscetível).

BIRD (1960) observou com baixos níveis de infestação crescimento mais rápido de *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949 em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) deficiente em nitrogênio. A proporção de fêmeas com ootecas aos 24 dias foi de 53% e 8% respectivamente nas plantas com e sem deficiência. Embora menos evidente, o ciclo também foi acelerado na ausência de magnésio, ferro ou potássio.

KAMPFE & KERSTAN (1964) notaram aumento de machos de *Heterodera schachtii* quando as plantas infestadas de *Brassica rapa* L. cresciam sob condições de deficiência de nitrogênio.

MARKS & SAYRE (1964) estudaram a correlação entre a nutrição de potássio com o desenvolvimento de nematóides de galhas em pepino (*Cucumis sativus* L.) cv. Burpee híbrido. O crescimento de *M. incognita* foi retardado em baixos níveis de potássio e acelerado com teores altos. As populações finais deste nematóide foram significativamente maiores quando havia excesso do nutriente. As espécies *M. javanica* e *M. hapla* Chitwood, 1949 não foram influenciadas por este elemento.

McCLURE & VIGLIERCHIO (1966), trabalhando com cultura de raiz de pepino (*Cucumis sativus* L.), observaram di-

minuição no crescimento de *M. incognita* quando as concentrações de sacarose e de ferro quelatado do meio eram diminuídas, e aumentava quando diminuíam as concentrações de vitaminas e de macronutrientes. A razão sexual de *M. incognita* mostrou-se dependente da nutrição do hospedeiro. Em meio com concentração mínima de sacarose ocorreu 100% de machos. O crescimento foi inversamente proporcional ao número de nematóides inoculados e ao número de nematóides por galha.

DAVIDE & TRIANTAPHYLLOU (1967), em experimento com tomateiros em vasos, observaram que o crescimento de *M. incognita* era retardado nas plantas sujeitas a tratamentos com deficiências simples ou combinadas em nitrogênio, fósforo ou potássio. A porcentagem de machos foi maior em todos os tratamentos deficientes, mas as diferenças não eram marcantes, sendo as porcentagens de machos relativamente baixas em todos os casos.

BIRD (1970), estudando o efeito da deficiência de nitrogênio no crescimento de *M. javanica* em tomateiro, com níveis de infestação diferentes, observou que o crescimento era maior com o tratamento deficiente na infestação menor e que o inverso ocorria nas infestações mais altas.

COLLINS & RODRIGUEZ-KABANA (1972) observaram em experimentos de campo que as populações mais elevadas de *M. javanica* ocorriam em parcelas que receberam tratamentos com fertilizantes completos, exceto nas parcelas deficientes em fósforo; nestas, altas populações ocorreram em culturas de milho,

soja, trigo, e leguminosas de inverno mas não nas parcelas com algodão, que tiveram as populações do parasito reduzidas. Nas parcelas com deficiência de potássio, as culturas suportavam menos nematóides do que nas sem deficiência, exceto em milho, em que ocorria o inverso. A adição de microelementos não afetou a quantidade de galhas. O nitrogênio fornecido como nitrato de amônia, em vez de adubação verde com leguminosa de inverno, aumentou as populações em todas as culturas, com exceção de algodão, onde não houve diferença. A falta de calagem limitou as populações de *M. incognita* em todas as culturas.

SANTOS (1978), em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L., cv. Mundo Novo) inoculadas com *Meloidogyne exigua* Goeldi, 1887, observou diminuição no número de galhas e na produção de ovos com aplicação de doses crescentes de cloreto de potássio.

NAKASONO et alii (1980) verificaram que, em cafeeiros transplantados no estádio com apenas 1 par de folhas normais, se desenvolvem primeiramente raízes laterais finais cobertas de pêlos absorventes, e depois, destas e das raízes primárias, nascem raízes com poucos pêlos absorventes. Somente nestas raízes lisas ocorreu a penetração de larvas de *M. exigua*. Os autores sugerem que nutrientes e outras variáveis devem afetar os fenômenos observados.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados os efeitos de deficiência ou de excesso dos macronutrientes nitrogênio e potássio na infestação, crescimento e reprodução de *M. incognita*, em raízes de plântulas de cafeeiro, *Coffea arabica* L., 'Mundo Novo', em vasos com areia lavada, irrigadas com soluções nutritivas.

4.1. OBTENÇÃO, MULTIPLICAÇÃO E PREPARAÇÃO DE INÓCULO DE

M. incognita

A população de *M. incognita* utilizada no experimento foi multiplicada em tomateiro e originou-se de uma ooteca extraída de raiz de cafeeiro 'Mundo Novo' do município de Cruzeiro do Oeste, PR.

As mudas de tomateiro foram cultivadas em vasos de argila com solo esterilizado em autoclave (110°C durante 2 horas). Inicialmente, foi inoculada uma só muda da qual

se obteve material para infestar outras 20 plantas. Isso foi realizado adicionando-se, aos novos vasos, porções de solo e de raízes trituradas da primeira planta, 70 dias após sua infestação.

Decorridos outros 70 dias, os sistemas radiculares foram cuidadosamente removidos do solo e lavados em água corrente.

Para se obter larvas necessárias à inoculação das mudas de cafeeiro, colocou-se as raízes dos tomateiros em água destilada contida em recipientes plásticos, continuamente arejada por insuflação de ar com auxílio de um compressor. Os recipientes foram mantidos em ambiente escuro a 25°C. Diariamente, as larvas nascidas foram separadas do líquido passando-o por 4 peneiras superpostas, nº 400 da série Tyler e recolhendo-as em copo de vidro com água. Coletou-se larvas durante 7 dias consecutivos, conservando-as em geladeira a 7-8°C, em copos cobertos com folha de alumínio.

4.2. PREPARO DOS VASOS COM MUDAS DE CAFEIEIRO

O material de café utilizado foi *Coffea arabica* L. 'Mundo Novo', IAC 376/4, semeado em areia lavada e esterilizada em autoclave. A irrigação da sementeira foi realizada com água de torneira. Não foi realizado nenhum tratamento químico. Quando as plântulas atingiram a fase orelha-de-onça, foram transplantadas para vasos plásticos de 300 ml de capacidade, com areia de rio peneirada, lavada e esterilizada.

4.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento constou de 9 tratamentos (níveis nutricionais) com 18 épocas de leitura (coletas) e 2 repetições, totalizando 324 vasos mantidos em casa de vegetação com temperaturas diárias mínimas de até 15°C e máximas de até 30°C. O delineamento foi inteiramente casualizado.

A nutrição das plantas foi realizada com 9 soluções nutritivas diferentes, uma por tratamento, que diferiam na concentração dos elementos nitrogênio e potássio em 3 níveis (doses nula, normal e dupla). Foram preparadas a partir de soluções estoques de sais relacionadas na Tabela 1, nas proporções indicadas. As soluções estoques dos sais de macronutrientes eram de concentração 1 molar. A solução estoque de micronutrientes foi formulada segundo a Tabela 2.

A solução de FeEDTA foi preparada segundo SAR RUGE (1975), dissolvendo-se 26,1g de EDTA ácido em 268ml de NaOH 1N, misturando 24,9g de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, deixando em repouso por uma noite e completando o volume a 1 litro.

Na solução nutritiva normal, têm-se os elementos nas seguintes concentrações, em partes por milhão: N = 210, P = 31, K = 234, Ca = 20, Mg = 48, S = 64, B = 0,5, Cu = 0,02, Fe = 5, Mn = 0,5, Mo = 0,01 e Zn = 0,05.

A irrigação das plantas foi realizada com as soluções nutritivas, dia sim, dia não, com quantidade suficiente para escorrer pelos drenos do vaso. Semanalmente os vasos foram lavados com água destilada.

TABELA 1. Volumes em ml das soluções estoques necessários para preparar 1 litro de solução nutritiva normal (1).

Soluções estoques	Quantidade em ml/litro
NH ₄ NO ₃ (1M)	7,5
KCl (1M)	6
NaH ₂ PO ₄ (1M)	1
CaCl ₂ (1M)	5
Mg SO ₄ (1M)	2
Micronutrientes (2)	1
Fe-EDTA (3)	1

Observações:

(1) As soluções com ausência (N₀, K₀) ou doses duplas (N₂, K₂) dos elementos nitrogênio e potássio são preparadas suprimindo ou dobrando as quantidades das soluções estoques dos sais respectivos.

(2) V. Tabela 2

(3) V. texto.

TABELA 2. Solução estoque de micronutrientes. Sais componentes e suas quantidades (g) por litro de solução.

Sais	gramas/l de solução
H_3BO_3	2,86
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	1,81
$ZnCl_2$	0,10
$CuCl_2$	0,04
$H_2MoO_4 \cdot H_2O$	0,02

4.4. INOCULAÇÃO

Os vasos foram infestados 90 dias após o transplante, quando as plantas apresentavam 3 a 4 pares de folhas e sintomas de deficiência em alguns tratamentos.

A suspensão de larvas foi diluída de modo a ser em média 60 larvas por ml e colocou-se 10 ml da suspensão (600 larvas) por vaso, em 3 furos de 2 cm de profundidade, equidistantes e distantes 2 cm da muda.

4.5. COLETA, COLORAÇÃO E ESTUDO DO MATERIAL

A cada 3 dias a contar da inoculação foram removidas 2 plantas por tratamento liberando-se o sistema radicular com auxílio de água corrente. As plantas foram enxutas com papel absorvente e seccionadas no colo para separar o sistema

radicular da parte aérea.

Após a pesagem em balança analítica, as raízes foram coloridas pelo método de GOODEY (1963) em lactofenol com fucsina ácida a quente.

Após a coloração, as raízes foram examinadas com o auxílio de um estereomicroscópio e dissecadas com auxílio de agulhas para localizar e extrair os espécimes.

O estudo foi completado com o exame microscópico dos exemplares montados em lâminas em glicerina.

Foram anotados a forma e quantidade de nematóides por sistema radicular e o tipo de raiz parasitado. Os espécimes foram classificados considerando-se as formas seguintes (TRANTAPHYLLOU e HIRSCHMANN, 1960):

- A - Larva infestante do 2º estágio sem alteração de forma.
- B - Larva de 2º estágio, forma "salsicha".
- C - Larva de 3º ou 4º estágio, no interior da cutícula do 2º estágio (cauda vazia).
- D - Fêmea jovem, no interior da cutícula do 2º estágio larval.
- E - Fêmea adulta, isto é, livre de cutícula larval, sem ooteca.
- F - Fêmea adulta, com ooteca.
- G - Machos.

4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.6.1. Teste de qui-quadrado (χ^2)

Para os dados de ciclo biológico foi aplica-

do o teste χ^2 para cada estádio a fim de se verificar a influência dos tratamentos. Para se localizar as diferenças entre os tratamentos, foram feitos dois desdobramentos do número de graus de liberdade, resultando o seguinte.

Desdobramento 1		Desdobramento 2	
	G.L.		G.L.
Tratamentos	8	Tratamentos	8
(1+2+3)x(4+5+6+7+8+9)	1	(1+4+7)x(2+3+5+6+8+9)	1
1 x (2+3)	1	1 x (4+7)	1
2 x 3	1	4 x 7	1
(4+5+6)x(7+8+9)	1	(2+5+8)x(3+6+9)	1
4 x (5+6)	1	2 x (5+8)	1
5 x 6	1	5 x 8	1
7 x (8+9)	1	3 x (6+9)	1
8 x 9	1	6 x 9	1

onde, tratamento 1 - N_0K_0

" 2 - N_0K_1

" 3 - N_0K_2

" 4 - N_1K_0

" 5 - N_1K_1

" 6 - N_1K_2

" 7 - N_2K_0

tratamento 8 - N_2K_1

" 9 - N_2K_2

4.6.2. Análise de variância para Teste F e de Tukey

Para os dados do número de raízes lisas, foram feitas análises de variância individuais para cada leitura em esquema fatorial, com delineamento inteiramente ao acaso. O teste F foi utilizado para verificar a significância dos tratamentos, de acordo com:

Causas de variação	G.L.	SQ	Q.M.	F
Nitrogênio (N)	2			
Potássio (K)	2			
Interação N x K	8			
(Tratamentos)	8			
Resíduo	9			
Total	17			

Para os casos em que o teste F foi significativo para a Interação N x K foi feito o desdobramento do número de graus de liberdade da Interação N x K mais o nitrogênio (desdobramento 1 - Doses de nitrogênio dentro de doses de potássio), e o desdobramento do número de graus de liberdade da Interação N x K mais o de potássio (Desdobramento 2 - Doses de potássio dentro de doses de nitrogênio). Os dados de número de raízes lisas foram transformados em \sqrt{x} antes de serem feitas as análises.

A comparação das médias foi feita utilizando-se o teste Tukey.

A seguir foram feitas análises conjuntas em esquema "split-plot" considerando-se as 18 leituras para número de raízes lisas conforme o esquema seguinte.

Causas de variação	G.L.	SQ	Q.M.	F
Leituras (L)	17			
Resíduo (Q)	18			
(Parcelas)	35			
Nitrogênio (N)	2			
Potássio (K)	2			
Interação N x K	4			
Tratamentos (T)	(8)			
Interação T x L	136			
Resíduo b	144			
Total	323			

5. RESULTADOS

5.1. INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS NO DESENVOLVIMENTO RADICULAR

Observaram-se dois tipos de raízes laterais: lisas e pilíferas. Na Tabela 3 se encontra o número de raízes ocorrentes nas plantas de todas as épocas de coleta e tratamentos. Os resultados das análises estatísticas se encontram nas Tabelas 4 - 9.

5.1.1. Efeito do Nitrogênio

Verificou-se influência altamente significativa da dose de nitrogênio no número de raízes lisas, em todas as épocas de coleta, exceto nas 5 e 6 (Tabela 4).

Os tratamentos com dose nula de nitrogênio (N_0) diferiram dos com dose normal (N_1) ou dupla (N_2), mas estes não diferiram entre si, exceto nas épocas 9 e 18 (Tabela 8).

TABELA 3. Número de raízes lisas por sistema radicular em 18 épocas de coleta e 9 tratamentos com 2 repetições.

Tratamentos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NoK ₀	0	0	0	2	11	2	12	3	4	4	6	11	0	7	12	4	6	8
	0	0	2	7	20	6	18	5	5	7	2	6	0	8	5	9	10	15
NoK ₁	0	0	0	3	9	15	4	7	0	10	4	1	2	0	1	0	9	5
	0	0	0	5	16	6	6	4	7	2	0	9	0	0	6	8	3	3
NoK ₂	0	0	0	10	1	4	0	4	6	7	7	4	7	0	3	2	30	7
	0	0	0	16	16	7	7	9	0	2	0	10	13	6	7	0	48	4
N ₁ K ₀	4	11	25	30	6	12	10	15	16	40	21	40	10	29	27	26	27	33
	10	19	37	17	11	7	27	29	22	18	23	20	18	20	9	37	30	11
N ₁ K ₁	10	12	11	15	8	20	30	15	4	20	16	44	11	18	31	30	24	16
	3	20	10	26	13	5	12	21	16	27	20	20	18	10	42	45	36	22
N ₁ K ₂	6	7	25	19	17	13	17	18	6	34	17	20	9	30	10	39	17	28
	10	14	41	30	18	13	26	25	10	51	24	19	11	21	2	30	13	33
N ₂ K ₀	11	13	10	43	14	6	20	11	52	28	11	18	30	18	36	30	30	31
	16	20	17	20	8	10	37	12	28	20	21	11	26	19	22	41	33	34
N ₂ K ₁	19	20	4	19	8	4	27	27	45	29	23	12	4	12	17	33	31	39
	12	48	22	27	9	7	20	19	40	17	10	18	6	11	20	36	36	49
N ₂ K ₂	11	31	15	14	11	19	27	24	16	16	18	16	25	10	15	21	40	39
	6	19	19	22	5	25	21	20	23	24	21	11	35	13	10	30	31	34

Pelo teste F, a interação (N x K) só ocorreu nas épocas 2 e 13 (Tabela 4) mas com o desdobramento observou-se influência significativa da dose de nitrogênio dentro de todos os níveis de potássio (Tabela 6).

Na época 2, os tratamentos com dose nula (N_0) diferiram dos com dose normal (N_1) ou dupla (N_2) mas estes não diferiram entre si (Tabela 7).

Na época 13, os tratamentos com dose nula de nitrogênio (N_0) diferiram dos com dose normal (N_1) dentro dos tratamentos com dose nula (K_0) ou normal (K_1) de potássio. Os tratamentos com dose nula (N_0) diferiram dos com dose dupla (N_2) apenas dentro de tratamento com dose nula (K_0) ou dupla (K_2) de potássio. Os tratamentos com doses normal (N_1) e dupla (N_2) diferiram entre si dentro dos tratamentos com dose nula (K_0) ou dupla (K_2) de potássio.

As diferenças foram sempre no sentido de maior quantidade de raízes para os níveis maiores de nitrogênio.

Ademais, na ausência de nitrogênio, o desenvolvimento de raízes lisas foi retardado (Tabela 3).

5.1.2. Efeito do potássio

O efeito da dose de potássio no número de raízes lisas foi quase sempre não significativo (Tabela 4).

As excessões, com significância no teste F, indicando contraste entre os tratamentos, verificaram-se nas épocas 13, 14, e 15. As análises complementares deram os resultados adiante descritos.

TABELA 4. Quadrados médios da análise de variância e significado Teste F para os dados de raízes lisas (transformados em \sqrt{x}) das 18 épocas de coleta

Causas Var.	Nitrogênio(N)	Potássio (K)	Interação(NxK)	Resíduo	C.V.(%)
G.L.	2	2	4	9	
1	19,7216**	0,0850 ^{ns}	0,2774 ^{ns}	0,3291	28,23
2	38,9845**	0,6192 ^{ns}	10,3604**	0,7416	28,05
3	34,3628**	2,3766 ^{ns}	1,0272 ^{ns}	0,7535	29,71
4	10,1737**	0,3884 ^{ns}	1,1064 ^{ns}	0,7227	21,07
5	0,3004 ^{ns}	0,0644 ^{ns}	1,0093 ^{ns}	0,8187	27,93
6	1,3909 ^{ns}	1,3500 ^{ns}	1,3450 ^{ns}	0,5844	25,26
7	10,5696**	1,0947 ^{ns}	1,2044 ^{ns}	1,1358	25,90
8	9,0506**	0,5818 ^{ns}	0,4322 ^{ns}	0,3300	15,60
9	26,1713**	3,0775 ^{ns}	0,7372 ^{ns}	1,2503	31,47
10	17,8910**	0,1988 ^{ns}	0,7052 ^{ns}	0,8132	21,74
11	16,7659**	0,3340 ^{ns}	0,1762 ^{ns}	0,9627	29,40
12	10,4113**	0,3300 ^{ns}	0,4266 ^{ns}	0,8971	24,99
13	15,0312**	4,2301**	3,9974**	0,3461	19,29
14	16,8177**	3,9614*	0,7233 ^{ns}	0,5037	22,26
15	8,1519**	3,8840*	2,7094 ^{ns}	0,8610	25,83
16	35,2068**	1,0574 ^{ns}	0,6071 ^{ns}	0,8775	21,61
17	5,9519**	1,2174 ^{ns}	4,6103 ^{ns}	0,3663	12,58
18	19,5158**	0,1493 ^{ns}	1,0474 ^{ns}	0,5083	15,88

* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Teste F não significativo

TABELA 5. Quadrados médios da análise de variância e significância do teste F para os dados de número de raízes lisas (transformados em \sqrt{x}) na interação N x K. Desdobramento 1

C. Variação	G.L.	2	13
Nitrogênio	2	38,9845**	15,0312**
K dentro N ₀	2	0,0000 ^{ns}	5,3730**
K dentro N ₁	2	0,3438 ^{ns}	0,2294 ^{ns}
K dentro N ₂	2	1,3859 ^{ns}	6,6224**
Resíduo	9	0,6415	0,3461
TOTAL	17		

* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade

** " F significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns " F não significativo

TABELA 6. Quadrados médios da análise de variância e significância do teste F para os dados de número de raízes lisas (transformados em \sqrt{x}) na interação NxK. Desdobramento 2.

C. Variação	G.L.	2	13
Potássio	2	0,6191 ^{ns}	4,2301**
N dentro K ₀	2	10,3604**	14,7289**
N dentro K ₁	2	17,0793**	4,7204**
N dentro K ₂	2	12,6553**	3,5766**
Resíduo	9	0,6415	0,3461
TOTAL	17		

* Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade

** " F significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns " F não significativo

Na época 13, com interação N x K, a dose normal de potássio (K_1) diferiu das doses nula (K_0) e dupla (K_2) dentro dos tratamentos com dose dupla de nitrogênio (N_2); as doses nula (K_0) e dupla (K_2) não diferiram entre si (Tabela 7).

Na época 14, a dose normal de potássio (K_1) diferiu das doses nula (K_0) e dupla (K_2), mas estas não diferiram entre si (Tabela 8).

Na época 15, as diferenças entre as doses de potássio não atingiram o limite de significância à 5% para o teste de Tukey.

As diferenças indicadas como prováveis foram no sentido de menor número de raízes nos tratamentos com doses normais de potássio.

5.2. INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS SOBRE OS NEMATÓIDES

Os nematóides foram, quase todos, encontrados em raízes laterais do tipo liso.

Os números totais de indivíduos, em seus diferentes estádios, observados nos diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 10. Os resultados das análises estatísticas se encontram nas Tabelas 11 e 12.

5.2.1. Efeito do nitrogênio

Os totais de nematóides observados nos tratamentos com dose nula de nitrogênio (N_0) foram significativamente menores que nos demais níveis (N_1 e N_2), para todos os está

dios, exceto machos (estádio G), independentemente da dose de potássio. Para os machos ocorreu maior número com omissão de nitrogênio (N_0) dentro dos tratamentos com dose dupla de potássio (K_2) (Tabelas 10, 11 e 12).

As doses normal (N_1) e dupla (N_2) diferiram significativamente apenas para os estádios A, E (ao nível de 5%) e F (ao nível de 1%) (Tabela 11). O estágio A ocorreu em maior número na dose normal (N_1) do que na dupla (N_2), dentro do tratamento com dose dupla de potássio (K_2). Quanto ao estágio E, a quantidade foi menor com a dose normal (N_1) dentro da dose nula de potássio (K_0), porém maior dentro da dose normal (K_1). Para o estágio F, o tratamento com dose normal de nitrogênio (N_1) apresentou-se inferior ao de dose dupla (N_2) dentro das doses nula (K_0) e dupla (K_2) de potássio (Tabelas 10 e 12).

5.2.2. Efeito do potássio

Os tratamentos com dose nula de potássio (K_0) contrastaram com os de dose normal (K_1) e dupla (K_2) nos resultados referentes aos estádios A, D e F (Tabela 12).

Para o estágio A, tal contraste ocorreu dentro de todos os níveis de nitrogênio, sendo a média da dose nula (K_0) menor que a média das doses normal (N_1) e dupla (N_2) dentro do tratamento com dose nula de nitrogênio (N_0), e maior, dentro das doses normal (N_1) e dupla (N_2).

Para o estágio D, a média dos tratamentos com dose nula (K_0) foi menor que a média dos tratamentos com doses

normal (K_1) e dupla (K_2) dentro dos níveis N_0 e N_1 de nitrogênio.

Para o estádio F, a média das doses normal (K_1) e dupla (K_2) diferiram dentro do nitrogênio normal (N_1).

Diferenças entre os tratamentos com dose normal (K_1) e dupla (K_2) de potássio ocorreram nos estádios A, C, E, F e G (Tabela 12).

O estádio A ocorreu em número significativamente menor nos tratamentos com dose normal de potássio (K_1) dentro de todos os níveis de nitrogênio.

O estádio C ocorreu em menor quantidade com a dose normal de potássio (K_1) dentro dos tratamentos com dose normal (N_1) e dupla (N_2) de nitrogênio.

Quanto ao estádio E, ocorreu maior quantidade com a dose normal (K_1) de potássio dentro da dose normal (N_1) de nitrogênio.

Maior número do estádio F ocorreu com a dose normal de potássio (K_1), dentro das doses N_0 e N_1 , de nitrogênio.

O estádio G (machos) ocorreu em maior número com a dose dupla de potássio dentro dos tratamentos com omissão de nitrogênio (N_0), e em menor quantidade com a dose dupla de potássio dentro da dose dupla de nitrogênio (N_2).

Na Tabela 13 são apresentados os dias decorridos desde a inoculação até a primeira observação dos diferentes estádios de *M. incognita*, nos diferentes tratamentos.

TABELA 7. Médias e d.m.s. de Tukey para número de raízes lisas das épocas de coleta com interação nitrogênio x potássio (N x K) significativa.

2

13

K/N	Média			Média				
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₀	N ₁	N ₂		
K ₀	0,000	3,8377	4,0388	2,6255	0,000	3,7024	5,2881	2,9968
K ₁	0,000	3,9681	5,7001	3,2227	0,7071	3,7796	2,2247	2,2371
K ₂	0,000	3,1937	4,9633	2,7190	1,1256	3,1583	5,4580	3,9140
Média N	0,000	3,6665	4,9007		1,2775	3,5468	4,3236	
$\Delta_1 =$	1,2916				$\Delta_1 =$	0,9487		
$\Delta_2 =$	2,2371				$\Delta_2 =$	1,6432		

Δ_1 = Valores de d.m.s. à 5% de probabilidade do teste de Tukey para comparação de médias de Nitrogênio ou de potássio.

Δ_2 = Valores da d.m.s. à 5% de probabilidade de teste de Tukey para comparação de médias, de níveis de nitrogênio dentro de potássio ou potássio dentro de nitrogênio.

TABELA 8 - Médias e d.m.s. de Tukey para número de raízes nas épocas de coleta com interação nitrogênio x potássio não significativa

Épocas de coleta	N ₀	N ₁	N ₂	K ₀	K ₁	K ₂	d.m.s. (5%)
1	0,0000	2,6113	3,4842	2,0798	2,1195	1,8963	0,9251
3	0,2357	4,8274	3,7012	3,2970	2,1948	3,2725	1,3997
4	2,5317	4,7347	4,8361	4,1149	3,7491	4,2384	1,3709
5	3,2881	3,4276	2,9918	3,3541	3,2104	3,1530	-
6	2,4719	3,3381	3,2694	2,5975	2,9460	3,5359	-
7	2,4669	4,4203	5,0003	4,4366	3,8431	3,6077	1,7186
8	2,2689	4,4927	4,2844	3,3344	3,7760	3,9356	0,9273
9	1,5552	3,3836	5,7218	4,2381	3,6130	2,8095	1,8031
10	2,2137	5,5346	4,6951	4,1627	3,9588	4,3218	1,4541
11	1,4182	4,4787	4,1137	3,5235	3,0717	3,4155	1,5822
12	2,4880	5,1221	3,7637	4,0203	3,8020	3,5516	1,5273
14	1,3206	4,5536	3,6916	3,9888	2,3642	3,1228	1,1444
15	2,2545	4,1368	4,3868	4,0977	4,0155	2,6649	1,4963
16	1,5404	5,8482	5,6141	4,6770	4,4597	3,8660	1,5106
17	3,7915	4,8835	5,7803	4,5844	4,5331	5,3367	0,9772
18	2,5525	4,7979	6,1199	4,5268	4,3172	4,6262	1,1497

TABELA 9. Quadrados médios e significância do teste F para a análise de variância em esquema "split-plot" para número de raízes lisas do cafeeiro, obtidos em 18 épocas de coleta com os 9 tratamentos (fatorial 3x3 dos níveis de nitrogênio e potássio)

	G.L.	Q.M.
Época (E)	17	8,3912**
Resíduo (a)	18	0,8156
Nitrogênio	2	231,2857**
Potássio	2	2,2726*
Interação N x K	4	0,6071 ^{ns}
Tratamento (T)	(8)	58,6931**
Interação T x E	126	1,9425**
Época dentro T ₁	17	2,9873**
" " d T ₂	17	2,3480**
" " d T ₃	17	1,2875*
" " d T ₄	17	1,6859**
" " d T ₅	17	2,1692**
" " d T ₆	17	2,7718**
" " d T ₇	17	2,2220**
" " d T ₈	17	3,5148**
" " d T ₉	17	1,7317**
Resíduo (b)	144	0,6920
Res. médio	-	
C.V. parcelas (%)		25,56
C.V. sub-parcelas (%)		23,38

* Teste F significativo à 5% de probabilidade

** Teste F significativo à 1% de probabilidade

ns Teste F não significativo

TABELA 10. Números totais de espécimes de *M. incognita* observados em 18 épocas de coleta, em plantas de café submetidas a 3 níveis de nitrogênio e 3 de potássio. Totais de 2 repetições.

Tratamentos	A	B	C	D	E	F	G	TOTAL
N ₀ K ₀	3	10	19	16	54	33	2	137
N ₀ K ₁	11	20	7	44	36	59	3	180
N ₀ K ₂	40	16	16	50	37	35	11	205
N ₁ K ₀	237	71	39	54	119	47	6	573
N ₁ K ₁	142	38	67	182	201	164	7	801
N ₁ K ₂	222	86	105	117	110	71	4	715
N ₂ K ₀	224	83	86	121	162	143	7	826
N ₂ K ₁	119	71	36	98	100	162	12	592
N ₂ K ₂	174	48	71	112	102	137	3	647

TABELA 11. Valores do teste χ^2 para número de indivíduos observados em cada estágio e seu total, em 18 épocas de coleta, em caféiro de 9 tratamentos com 3 níveis de nitrogênio e 3 de potássio. Desdobramento de graus de liberdade para doses de potássio dentro de doses de nitrogênio.

	G.L.	A	B	C	D	E	F	G	TOTAL
Tratamentos	8	532,47**	143,54**	188,32**	239,87**	240,80**	263,72**	16,51**	1.161,60**
(1+2+3)x(4+5+6+7+8+9)	1	435,20**	105,00**	114,81**	135,57**	158,31**	129,79**	0,45 ^{ns}	1.039,9**
(4+5+6)x(7+8+9)	1	6,32*	0,12 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,70 ^{ns}	5,48*	35,36**	0,64 ^{ns}	0,14 ^{ns}
Dentro de N ₀ { 1x(2+3) 2x3	1	18,75**	2,78 ^{ns}	2,68 ^{ns}	17,48**	4,83*	3,09 ^{ns}	3,12 ^{ns}	11,80 ^{ns}
Dentro de N ₁ { 4x(5+6) 5x6	1	16,48**	0,44 ^{ns}	3,52 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,02 ^{ns}	6,12*	4,56*	1,62 ^{ns}
	1	10,07**	0,83 ^{ns}	20,94**	51,68**	6,19*	35,25**	0,03 ^{ns}	32,77**
Dentro de N ₂ { 7x(8+9) 8x9	1	17,58**	18,58**	8,40*	14,12**	26,62**	36,80**	0,82 ^{ns}	4,87 ^{ns}
	1	23,23**	5,47*	10,95**	1,55 ^{ns}	20,45**	0,19 ^{ns}	0,03 ^{ns}	41,30**
	1	10,32**	4,44*	11,44**	0,94 ^{ns}	0,02 ^{ns}	2,08 ^{ns}	5,40*	2,44 ^{ns}

χ^2 8 g.l., 5% = 15,51
 χ^2 8 g.l., 1% = 20,09

χ^2 1 g.l., 5% = 3,84
 χ^2 1 g.l., 1% = 6,64

* e ** F significativo à 5% e 1% respectivamente; ns = não significativo

TABELA 12. Valores do teste χ^2 para número de indivíduos observados em cada estágio e seu total, em 18 épocas de coleta, em café com 9 tratamentos com 3 níveis de nitrogênio e 3 de potássio. Desdobramento de graus de liberdade para dose de nitrogênio dentro de doses de potássio.

	G.L.	A	B	C	D	E	F	G	TOTAL
Tratamentos	8	523,47**	143,54**	188,32**	239,87**	240,80**	263,72**	16,51**	1.161,60**
(1+4+7)x(2+3+5+6+8+9)	1	20,64**	2,71 ^{ns}	0,22 ^{ns}	30,76**	3,83 ^{ns}	19,47**	0,90 ^{ns}	0,48 ^{ns}
(2+5+8)x(3+6+9)	1	37,98**	1,58 ^{ns}	22,26**	3,36 ^{ns}	13,22**	32,10**	0,40 ^{ns}	0,013 ^{ns}
Dentro de K ₀ (4x7)	1	223,10**	54,75**	26,28**	53,54**	44,67**	34,47**	2,70 ^{ns}	412,0**
Dentro de K ₁ (5x8)	1	0,36 ^{ns}	0,94 ^{ns}	17,68**	25,66**	6,58*	48,50**	0,08 ^{ns}	45,75**
Dentro de K ₂ (6x9)	1	105,00**	18,45**	36,01**	56,89**	77,80**	56,19**	3,84 ^{ns}	339,2**
	1	2,02 ^{ns}	10,00**	9,32**	25,20**	33,88**	0,02 ^{ns}	1,32 ^{ns}	35,35**
	1	114,51**	34,68**	54,00**	29,83**	38,24**	39,18**	6,25*	289,4**
	1	5,82*	10,78**	6,56*	0,12 ^{ns}	0,30 ^{ns}	20,94**	0,14 ^{ns}	3,4 ^{ns}

χ^2 8 g.l., 5% = 15,51

χ^2 8 g.l., 1% = 20,09

* e ** F significativo a 5% e 1% respectivamente; ns = não significativo

χ^2 1 g.l., 5% = 3,84

χ^2 1 g.l., 1% = 6,64

TABELA 13. Dias decorridos da inoculação de larvas (L₂) à primeira observação dos estádios de *M. incognita* em cafeeiros, em 9 diferentes tratamentos.

Estádios	Tratamentos								
	N ₀ K ₀	N ₀ K ₁	N ₀ K ₂	N ₁ K ₀	N ₁ K ₁	N ₁ K ₂	N ₂ K ₀	N ₂ K ₁	N ₂ K ₂
A	9	12	12	3	3	3	3	3	3
B	9	12	12	9	9	9	9	9	9
C	33	15	12	15	18	9	15	9	12
D	33	30	24	21	21	21	24	21	21
E	36	51	36	30	21	24	27	30	21
F	39	48	42	39	36	36	39	39	36
F > E	51	48	51	48	48	42	48	51	45
(¹) F > T	51	54	51	51	51	51	48	51	48
G	39	48	30	39	27	33	39	42	27

(¹) T = Número total de nematóides

5.3. INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS SOBRE A REPRODUÇÃO DOS NEMATÓIDES

Os resultados referentes a oviposição dos nematóides encontram-se nas Tabelas 14 e 15.

5.3.1. Efeito do nitrogênio

Quanto ao total de ovos, a análise mostrou que ocorria sempre maior número com a presença e na dose dupla de nitrogênio ($N_0 < N_1 < N_2$).

Quanto à média de ovos por ooteca, verificou-se que era maior na presença e com a dose dupla de nitrogênio apenas na ausência de potássio ($N_0K_0 < N_1K_0 < N_2K_0$).

5.3.2. Efeito do potássio

Referente ao número total de ovos, observou-se contraste entre as médias da dose nula (K_0) e das doses normal (K_1) e dupla (K_2) de potássio e estas diferiram entre si dentro das doses nula (N_0) e normal (N_1) de nitrogênio. Os menores números ocorreram na ausência e os maiores, com a dose normal de potássio.

No concernente à média de ovos, esta foi menor na ausência do elemento (K_0) dentro dos níveis nulo (N_0) e normal (N_1) de nitrogênio. Não houve contraste entre as doses normal (K_1) e dupla (K_2) de potássio.

TABELA 14. Número de ovos por ooteca (mínimo, máximo e média) de *M. incognita* e total de ovos por tratamento em cafeeiro. Fatorial 3x3 de dose de nitrogênio e potássio.

Tratamentos	Mínimo	Máximo	Média	Total
N ₀ K ₀	27	36	30,0	990
N ₀ K ₁	23	178	82,6	4.873
N ₀ K ₂	38	147	94,7	3.314
N ₁ K ₀	10	60	43,3	2.035
N ₁ K ₁	40	206	90,5	14.842
N ₁ K ₂	55	330	125,6	8.917
N ₂ K ₀	20	205	114,1	16.359
N ₂ K ₁	22	289	109,0	17.658
N ₂ K ₂	40	216	132,3	18.125

TABELA 15. Valores do x^2 para número total de ovos por tratamento e média por ooteca de *M. incognita* em caféiro. Fatorial 3 x 3 de doses de nitrogênio e de potássio. Desdobramento de graus de liberdade para doses de potássio dentro de doses de nitrogênio e vice-versa.

	G.L.	Total ovos	Média da ooteca
Tratamentos	8	38.614,2**	237,89**
(1+2+3)x(4+5+6+7+8+9)	1	203,7**	24,37**
(4+5+6)x(7+8+9)	1	89,0**	15,83*
N ₀ {	1x(2+3)	1	2.098,0**
	2x3	1	296,8**
N ₁ {	4x(5+6)	1	7.513,0**
	5x6	1	1.477,6**
N ₂ {	7x(8+9)	1	80,0**
	8x9	1	3,8 ^{ns}
Tratamentos	8	38.614,2**	237,89**
(1+4+7)x(2+3+5+6+8+9)	1	4.813,0**	39,21**
(2+5+8)x(3+6+9)	1	727,0**	130,90**
K ₀ {	1x(4+7)	1	4.749,9**
	(4+7)	1	11.154,0**
K ₁ {	2x(5+8)	1	6.926,6**
	5x8	1	243,9**
K ₂ {	3x(6+9)	1	6.863,9**
	6x9	1	3.135,9**

x^2 8 g.l., 5% = 15,51

x^2 1 g.l., 5% = 3,84

x^2 8 g.l., 1% = 20,09

x^2 1 g.l., 1% = 6,64

* Teste F significativo à 5% de probabilidade

** Teste F significativo à 1% de probabilidade

ns Teste F não significativo

6. DISCUSSÃO

6.1. INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS NO DESENVOLVIMENTO RADICULAR

6.1.1. Efeito do nitrogênio

A menor quantidade de raízes lisas nos tratamentos com omissão de nitrogênio (N_0) é coerente.

O nitrogênio é elemento fundamental de aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos. Na deficiência de nitrogênio, o crescimento radicular é afetado e, em particular, sua ramificação é limitada (MENGEL & KIRKBY, 1978). A ausência de fonte externa de nitrogênio não impede mas retarda e diminui a formação de novos tecidos, pois o elemento deve ser mobilizado e translocado dos tecidos velhos.

6.1.2. Efeito do potássio

O potássio não mostrou efeitos consis-

tentes no número de raízes lisas.

6.2. INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS SOBRE OS NEMATÓIDES

6.2.1. Efeito do nitrogênio

A ausência de nitrogênio (N_0) na solução nutritiva resultou em menor quantidade de nematóides nas raízes. Tal resultado é correlacionado com o menor número de raízes lisas, nas quais quase todos os parasitos se alojaram. Este fato concorda com as observações de NAKASONO et alii (1980).

O fato de as doses normal (N_1) e dupla (N_2) de nitrogênio diferirem entre si apenas em relação a alguns estádios do ciclo, ora dentro de um nível de potássio, ora de outro, sendo a dose maior, o mais das vezes, relacionada com maior número de fêmeas, talvez indique influência na velocidade de crescimento e/ou na época de penetração e não no número total de indivíduos. Tais resultados são coerentes com os de DAVIDE & TRIANTAPHYLLOU (1967) e de BIRD (1970) com alto nível de infestação.

A ocorrência de maior quantidade de machos com omissão de nitrogênio dentro da dose dupla de potássio concorda com observações de DAVIDE & TRIANTAPHYLLOU (1967) e KAMPFE & KERSTAN (1964).

6.2.2. Efeito do potássio

A influência do potássio, segundo os resulta-

dos obtidos, parece-nos que se expressou principalmente sobre o desenvolvimento do ciclo.

Com a omissão desse elemento, o ciclo foi retardado e com a dose dupla, foi acelerado, dentro de nível normal de nitrogênio.

A omissão de potássio resultou ora em aumento (com dose normal de nitrogênio), ora em diminuição (com dose dupla de N) do número total de exemplares. Não houve diferença entre as doses normal e dupla de potássio em qualquer dos níveis de nitrogênio.

Tais resultados concordam com os de OTEIFA (1953), MARKS & SAYRE (1964) e DAVIDE & TRIANTAPHYLLOU (1967).

6.3. INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS SOBRE A REPRODUÇÃO DOS NEMATÓIDES

6.3.1. Efeito do nitrogênio

A influência do nitrogênio na reprodução verificou-se principalmente quanto ao número total de ovos, que aumentou com a presença e com a maior dose desse elemento. Tal resultado é coerente com o maior número de fêmeas. Em relação à média de ovos por ooteca, seu aumento com as doses crescentes de nitrogênio não é tão evidente, tendo a análise acusado diferença significativa apenas dentro da dose nula de potássio.

6.3.2. Efeito do potássio

O aumento do número total de ovos com a presença e a dose maior de potássio é coerente com o maior número de fêmeas se não houver diminuição na média de ovos. Esta exigência foi satisfeita pois na realidade a média de ovos por ooteca foi igual ou maior com as doses maiores do elemento. Tais resultados são concordantes com os de MARKS & SAYRE (1964), mas aparentemente discordantes do obtido por SANTOS (1978).

7. CONCLUSÕES

A infestação, o ciclo e a reprodução de *M. incognita* em raízes de cafeeiro são afetados pelo estado nutricional do hospedeiro.

1) Com a omissão de nitrogênio resultam menor número de: a) raízes laterais lisas; b) parasitos; c) ovos por ooteca; e d) total de ovos.

2) Com o excesso de nitrogênio podem ocorrer: a) maior quantidade de fêmeas maduras isto é, ciclo mais curto; b) média de ovos por ooteca maior; e c) número total de ovos maior.

3) com a omissão de potássio: a) o ciclo é mais longo; b) a média de ovos por ooteca pode ser menor; e c) o número total de ovos é menor.

4) Com excesso de potássio: a) o ciclo pode ser encurtado; e b) o número total de ovos pode ser maior.

8. SUMMARY

The effects of Nitrogen (N) and Potassium (K) deficiency and excess on infestation of roots, rate of development and reproduction of *Meloidogyne incognita* were studied. Host plant, arabica coffee tree (*Coffea arabica*) 'Mundo Novo' was grown in pots containing washed sand and conveniently supplied with nutritive solutions.

Nematodes were found in most cases infesting the smooth lateral roots.

When N was not available to the plants (N omitted), the numbers of: a) lateral roots; b) nematodes found on roots; c) eggs; and d) eggs in the egg-masses were lower. When excess N was available, results varied according to the stage of the life cycle and to K supply.

Total number of eggs was higher when a double N was available and the lowest when N was omitted. Similar

results were obtained as to the average number of eggs in the egg-masses in all treatments with K omission.

Significant effects of K omission on the number of smooth roots and on the total number of nematodes were not observed. Notwithstanding, numbers of individuals belonging to the different stages in the life cycle were influenced when that element was omitted.

Potassium excess had no significant influence on the number of smooth roots and on total number of eggs but did influence the stages in the life cycle.

The lowest numbers of eggs occurred in all levels of N given to host, provided that K was omitted.

For N_0 (N omitted) and N_1 (normal level of N) treatments, K excess resulted in lower number of eggs. For the same levels of N, average number of eggs was lower when failed supply of K.

9. BIBLIOGRAFIA

- BIRD, A.F., 1960. The effect of some single element deficiencies on the growth of *Meloidogyne javanica*. Nematologica 5:78-85.
- BIRD, A.F., 1970. The effect of nitrogen deficiency on the growth of *Meloidogyne javanica* at different population levels. Nematologica 16:13-21.
- COLLINS, R.J. & R. RODRIGUEZ-KABANA, 1972. Influence of fertilizer treatments and crop sequence on populations of root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita*. Phytopathology 62: 802.
- DAVIDE, R.G. & A.C. TRIANTAPHYLLOU, 1967. Influence of the environment on development and sex differentiation of root-knot nematodes. II. Effect of host nutrition. Nematologica 13: 111-117.

- GOODEY, J.B., 1963. Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Tech. Bull. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London. n° 2, 72p.
- KAMPFE, L. & U. KERSTAN, 1964. Die Beeinflussung des Geschlechtsverhältnisses in der Gattung Heterodera Schmidt. Nematologica 10:388-398.
- LINFORD, M.B., 1941. Parasitism of the root-knot nematode in leaves and stems. Phytopathology 31:634-648.
- MARKS, C.F. & R.M. SAYRE, 1964. The effect of potassium on the rate of development of the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* and *H. hapla*. Nematologica 10:323-327.
- McLURE, M.A. & D.R. VIGLIERCHIO, 1966. The influence of host nutrition and intensity of infection on the sex ratio and development of *Meloidogyne incognita* in sterile agar cultures of excised cucumber roots. Nematologica 12:248-258.
- MENGEL, K. & E.A. KIRKBY, 1978. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute Berne, Switzerland. 593p.
- NAKASONO, K.; R.R.A. LORDELLO; A.R. MONTEIRO & L.G.E. LORDELLO, 1980. Desenvolvimento das raízes de cafeeiros novos transplantados e penetração por *Meloidogyne exigua*. Publ. Soc. Brasil, Nemat. 4:34-46.
- OTEIFA, B.A., 1951. Effects of potassium nutrition and amount of inoculum on rate of reproduction of *Meloidogyne incognita*. J. Wash. Acad. Sci. 41:393-395.
- OTEIFA, B.A., 1953. Development of the root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita* as affected by potassium nutrition of

- the root. Phytopathology 43:171-174.
- OTEIFA, B.A., 1955. Nitrogen source of the host nutrition in relation to infection by a root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Plant disease reporter 39:902-903.
- SANTOS, J.M., 1978. Efeitos de fertilizantes sobre *Meloidogyne exigua* e influência de seu parasitismo sobre a absorção e translocação de nutrientes em mudas de *Coffea arabica* L. Viçosa, Minas Gerais, 49p. (Tese de Mestrado).
- SARRUGE, J.R., 1975. Soluções nutritivas. Summa Phytopathologica. 1:231-233.
- SHANDS, W.A. & H.W.; CRITTENDEN, 1957. The influence of nitrogen and potassium on the relationship of *Meloidogyne incognita acrita* and soybeans. Phytopathology 47:454.
- TRIANANTAPHYLLOU, A.C. e H. HIRSCHMANN, 1960. Post-infection development of *Meloidogyne incognita* Chitwood, 1949. (Nematoda: Heteroderidae). Ann. Inst. Phytopathology Benaki 3:1-11.
- TYLER, J., 1933. Reproduction without males in aseptic root cultures of the root-knot nematode. Hilgardia 7:373-388.