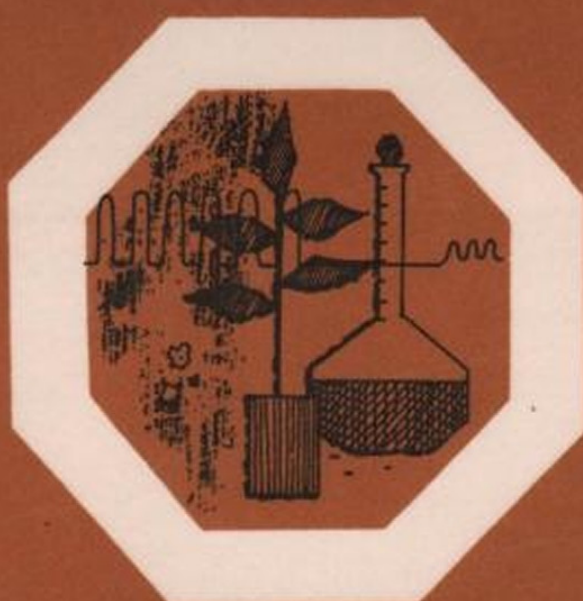


THEOBROMA



V. 6 - OUTUBRO - DEZEMBRO - 1976 N. 4

Ilhéus - Brasil

REVISTA THEOBROMA

COMISSÃO EDITORIAL

Paulo de Tarso ALVIM
José Correia de SALES
Fernando VELLO

ASSESSORES CIENTÍFICOS QUE PARTICIPARAM DA REVISÃO DOS TRABALHOS CONTIDOS NO PRESENTE NÚMERO:

Raimundo Santos BARROS
Gildro LISBOA
Pedrito SILVA
Saulo de J. SORIA

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC)
Centro de Pesquisas do Cacau
Km 22 da Rodovia Ilhéus/Itabuna
Ilhéus, Bahia, Brasil
Vinculada ao Ministério da Agricultura

Rev. Theobroma	Ilhéus (Bahia)	v. 6	nº 4	p. 87 – 117	1976
----------------	----------------	------	------	-------------	------

REVISTA THEOBROMA, Ilhéus, Bahia, Brasil, Comissão Executiva
do Plano da Lavoura Cacaueira, 1971 - Trimestral

1971:

Distribuição por permuta

Endereço para correspondência

Address for correspondence

CEPLAC

Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)

Caixa Postal 7

45600 - Itabuna, Bahia, Brasil

Tiragem: 3 000 exemplares

Revista Theobroma, v. 6 nº 4 1976

Ilhéus, Comissão Executiva do Plano
da Lavoura Cacaueira, 1971 -

v. 22,5 cm

1. Cacau - Periódicos. I. Comissão Executiva
do Plano da Lavoura Cacaueira, ed.



CDD 630.7406

CONTEÚDO

1. Biodinâmica do solo cultivado com cacaueiros sombreados e ao sol **B.M. Grisi**

Soil biodynamic in cacao trees plantation under shade and full sunlight. (Abstract) p. 87

87
2. Identidad de las mosquitas *Forcipomyia* spp. (Diptera, Ceratopogonidae) relacionadas con la polinización del cacaotero en Ecuador (Nota preliminar) **S. de J. Soria, W.W. Wirth e J. D. Flores F.**

Identification of the Forcipomyia spp. midges (Diptera, Ceratopogonidae) related to the pollination of Theobroma cacao L. in Ecuador. (Preliminary note). (Abstract) p. 101

101
3. Nematodes of the cacao region of the State of Espírito Santo, Brazil. I – Nematodes associated with field crops and forest trees **R. D. Sharma.**

Nematóides encontrados na região cacaueira do Espírito Santo, Brasil. II – Nematóides associados aos cultivos e essências florestais. (Resumo) p.116

109

Rev. Theobroma	Ilhéus (Bahia)	v. 6	nº 4	p. 87 – 117	1976
----------------	----------------	------	------	-------------	------

BIODINÂMICA DE SOLO CULTIVADO COM CACAUEIROS SOMBREADOS E AO SOL

Breno Machado Grisi *

ABSTRAC

Soil Biodynamic in Cacao Trees Plantation Under Shade and Full Sunlight

This study was conducted at the Cacao Research Center at CEPLAC, Ilhéus, Bahia, from August 1974 to February 1975. It reports on a comparative study of cacao plantations under shade and no shade in relation to soil respiration and the activities of soils microorganisms. Soil respiration was determined by the inverted box method, while the cellulose decomposition rate of the soils in both areas was determined at soil depths of 2.5 cm, 10 cm and 20cm by the buried cotton method.

The results obtained showed that the CO₂ evolution from the soil, total and from the microorganisms separately, was higher under shade than under no shade. In the shaded area the daytime CO₂ evolution rate was higher than the nighttime rate and in the nonshaded area the inverse was observed. The cellulose decomposition rate was higher under shade than under no shade at the three soil depths investigated. Soil temperature and water content were shown to greatly influence the cellulose decomposition in the shaded area.

This study showed that in soils cultivated with cacao under shade, the activities of the soil microorganisms were higher than in soils under cacao trees growing in full sunlight, and that recycling of organic matter was more efficient and faster in the shaded soils than in the fully exposed soils.

The total soil respiration of both environmental areas was compared with the tropical rain forest, *perenifolia sul-baiana*. The area under shade was found to have values of soil respiration similar to that of the tropical rain forest. In November 1974, the respiration of the shaded soil was higher than that in the tropical rain forest but in February 1975, it was a little lower.

Other methods of studying soil microorganism activities are indicated and their application to cacao plantation conditions are suggested.

Recebido para publicação em 29 de abril, 1976.

* Divisão de Fitologia, Centro de Pesquisas do Cacau. Endereço atual: Deptº de Biologia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, CEP 58.000. Brasil.

Revista Theobroma, Ilhéus, Bahia, Brasil, 6 (4): 87 - 99. Out.-dez. 1976.

INTRODUÇÃO

No fluxo energético de um ecossistema, grande parte da energia captada e transformada em energia química é liberada pela atividade metabólica das plantas. Uma fração dessa energia liberada provém da atividade respiratória das raízes das plantas. De acordo com Bray e Gorham, e Macfadyen, citados por MacFadyen (4), pelo menos 50% do CO_2 emanado do solo de uma comunidade vegetal tem origem na respiração das raízes. O restante provém das atividades da microflora e microfauna do solo, os decompositores, e dos pequenos invertebrados que atuam também na degradação da matéria orgânica, os detritívoros.

Witkamp (14) afirma haver uma relação linear e positiva entre o CO_2 emanado do solo e a imobilização de minerais, ou seja, com o aumento da atividade metabólica dos microrganismos do solo, há uma correspondente fixação dos minerais pelos microrganismos, após terem sido eliminados da matéria orgânica em decomposição. A diminuição da respiração dos microrganismos do solo causa uma correspondente remineralização, ou seja, os minerais anteriormente imobilizados são liberados; isto ocorre principalmente após a morte dos microrganismos. Desses fatos pode-se inferir que a taxa de CO_2 da respiração edáfica é indicadora da dinâmica da ciclagem dos nutrientes no ecossistema.

Além da respiração edáfica, a taxa de decomposição da celulose é também um parâmetro que pode fornecer importante subsídio ao conhecimento da biodinâmica de solo de um ecossistema ou agrossistema. A velocidade e intensidade de decomposição da celulose no solo indicam a capacidade com que os microrganismos decompõem a matéria orgânica, mineralizando-a e pondo os nutrientes em disponibilidade para as plantas.

No cultivo do cacau, objetivo principal do presente trabalho, há um interesse pelo conhecimento do efeito de árvores de sombreamento sobre a sua produção. Cabala *et al.* (1) observaram ocorrer aumento da produção de cacau com a remoção de sombra, conjugada à aplicação de fertilizantes. Características de solo relacionadas com a atividade de microrganismos, como elementos indispensáveis à ciclagem da matéria e como indicadores da produtividade primária bruta de uma comunidade vegetal, carecem de informações absolutas nesse agrossistema.

Foi feito, no presente trabalho, um estudo comparativo da respiração edáfica em cultivo de cacau, em área submetida a sombreamento e em área exposta ao sol. Foram feitas também comparações com dados obtidos de respiração edáfica de floresta pluvial tropical, situada em áreas circunvizinhas. Foi avaliada também a capacidade

dos solos das áreas sombreada e ao sol de decompor a matéria orgânica, através da determinação da taxa de decomposição da celulose. Foram estabelecidas as proporções de respiração dos microrganismos e invertebrados do solo na respiração edáfica total. Esses dados foram correlacionados com características macro e microclimáticas locais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Ecossistema

O ambiente onde foi efetuado o trabalho (áreas experimentais do Centro de Pesquisas do Cacau da CEPLAC (CEPEC), município de Ilhéus, Estado da Bahia), está localizado a uma altitude de 38 m, a 14° 47' de latitude S e a 39° 16' de longitude W. Estes dados referem-se especificamente à Estação Meteorológico-agrária instalada no CEPEC, a poucos metros da área onde foi realizado o trabalho.

Silva e Melo (8) dão as características geológicas e pedológicas da área aqui focalizada. Uma característica importante e que indica a condição de solo que mantém significativa cobertura vegetal, é a porcentagem de C (medida em C% X 1,72); no subhorizonte A₁ (0-10 cm), esse valor vai a 5,6%, caindo para 1,3% no subhorizonte A₃ B₁ (10-33 cm).

Pela classificação de Köppen, o clima do CEPEC está enquadrado no tipo Af, quente e úmido, sem estação seca. O diagrama climático dessa região (Figura 1), construído de acordo com Walter (10), mostra claramente que esse clima apresenta uma fase super-úmida (representada na parte superior do diagrama por uma área em negro), que se estende por quase todo ano, com exceção dos meses de agosto e maio. Porém, mesmo nesses meses, há uma umidade constante (área hachuriada do diagrama).

As características de precipitação pluvial e de evapotranspiração, no ano de 1974, quando foram realizados quase todos os experimentos, podem ser observados na Figura 2. Nesta figura, ressalta-se a ocorrência de um déficit acentuado de água no mês de outubro e um déficit pouco acentuado em agosto.

Os cacaueiros estudados encontram-se em duas condições distintas de cultivo: um grupo está sombreado (área sombreada) e outro está exposto ao sol (área ao sol). Os cacaueiros, com idade variável em torno dos 30 anos, pertencem às variedades "Comum", "Pará", "Maranhão" e "Parazinho". Foram utilizadas parcelas não tratadas com fertilizantes. As árvores utilizadas no sombreamento são as comumente encontradas na região para esse fim: *Schinus terebinthifolius* e *Spondias lutea* (Anacardiaceae); *Alchornea iricurana* (Eu-

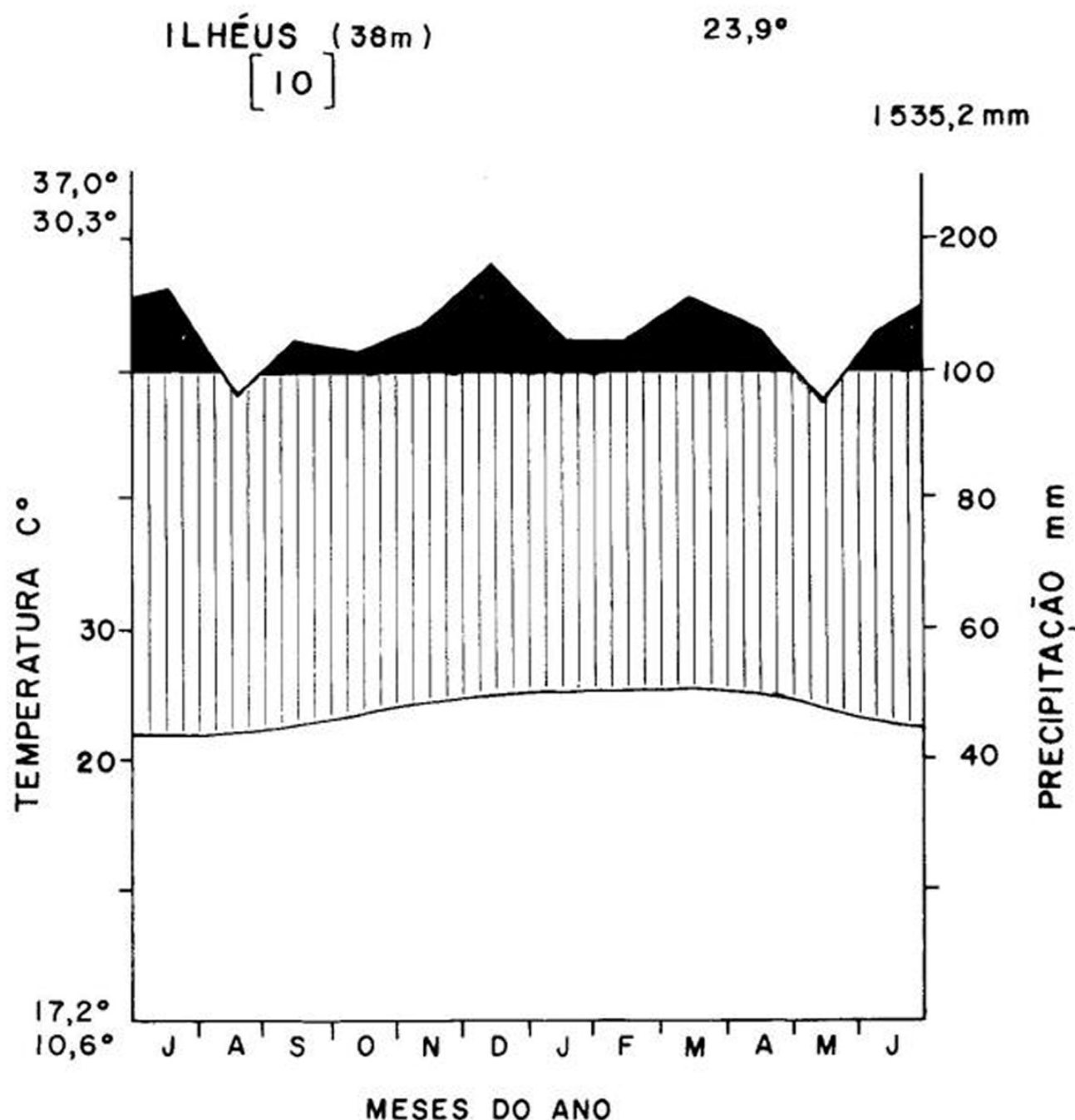


Figura 1 — Diagrama climático de Ilhéus (BA). Dados de 10 anos (1964–1973) da Estação Meteoro-agrária do CEPEC, em que é representada a curva de precipitação sobre a de temperatura.

phorbiaceae); *Erythrina glauca* e *Lonchocarpus neuroscapha* (Leguminosae); *Artocarpus integrifolia* (Moraceae) e *Genipa americana* (Rubiaceae) dentre outras.

Método químico de medição da respiração edáfica

O método utilizado para medir a respiração edáfica baseia-se na

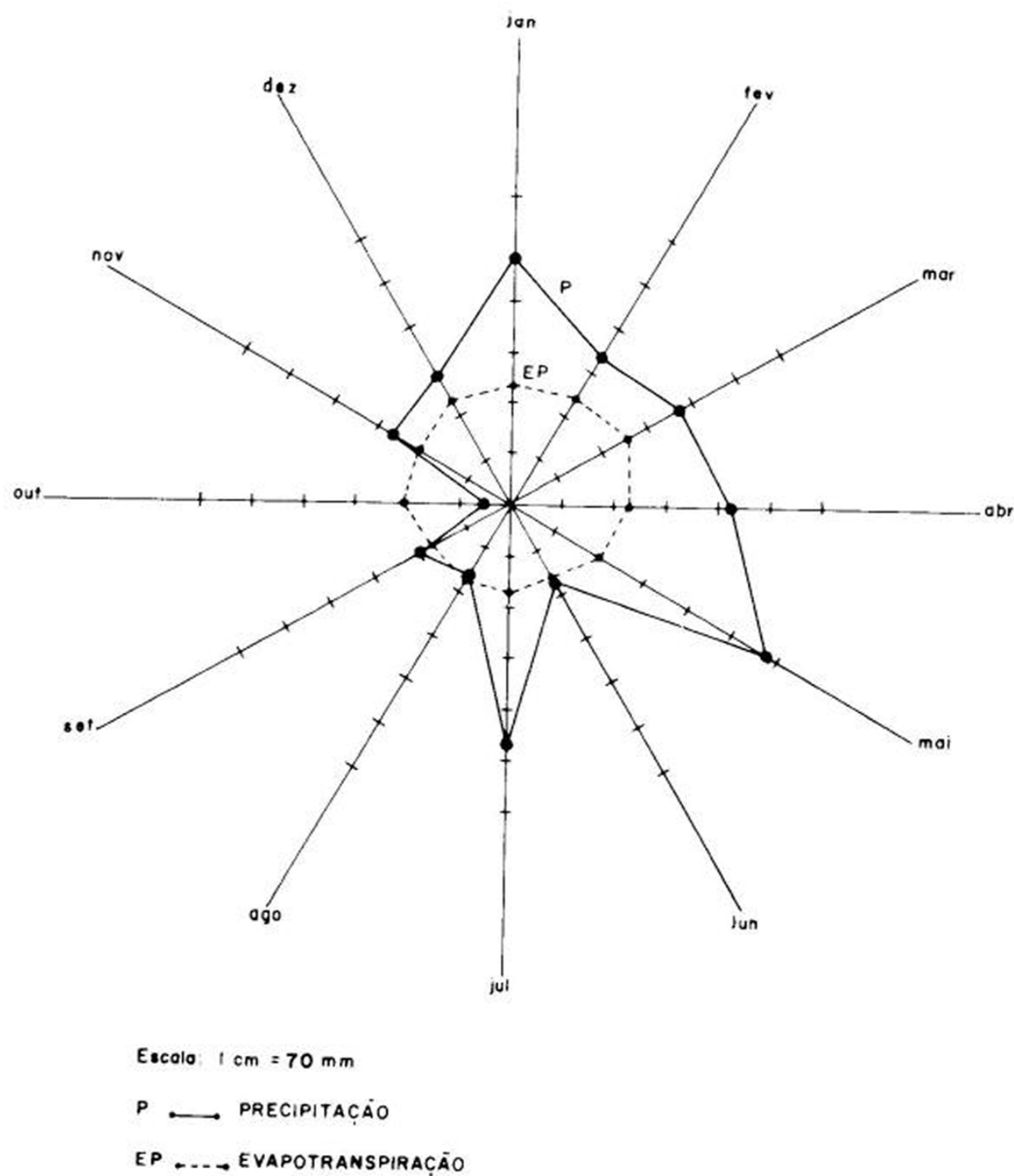


Figura 2 — Diagrama poligonal da precipitação e evapotranspiração no CEPEC, Ilhéus (BA), em 1974.

absorção do CO_2 emanado do solo por uma solução de KOH 0,5 N e sua dosagem por titulação com HCl 0,1 N. Foi desenvolvido por Walter e Haber (9) e tem sido usado por vários autores, com diversas finalidades e em diferentes tipos de ecossistema (2, 3, 5, 6, 11, 12, 13). MacFadyen (4) aponta este método, conhecido entre os pesquisadores norte-americanos e europeus como "inverted box method for determination of CO_2 evolution", como adequado à avaliação do metabolismo do solo. Parkinson, Gray e Williams (7) descrevem-no como uma das possíveis maneiras de medir a atividade metabólica do solo, sendo recomendado pelo "International Biological Programme" e de cuja aplicação obtém-se resultados de interesse.

O recipiente utilizado para colocar a solução de KOH e o cilindro de cobertura, foram confeccionados com tubo de PVC rígido.

Para a medição da respiração edáfica total, isto é, respiração de raízes mais microrganismos, o cilindro foi colocado com a abertura para baixo, cobrindo o recipiente que continha a solução de KOH e enterrado até 5 cm no solo. Para a medição da respiração de microrganismos, em separado, foi coletada uma amostra de solo (com 15 cm de espessura), da qual se retiraram todas as raízes visíveis. Em seguida, essa amostra foi colocada dentro do tubo, cuja abertura esta-

va voltada para cima; esta, depois de colocado o recipiente com a solução de KOH, foi hermeticamente fechada. Todas as medições foram feitas no campo.

Determinação da taxa de decomposição da celulose

Para essa determinação, foram enterradas no solo, a 2,5; 10 e 20 cm de profundidade, amostras de algodão (celulose pura) previamente pesadas (peso seco) e colocadas em saquinhos de rede de "nylon" com malha de 1 mm de abertura. Tal abertura, de acordo com Parkinson, Gray e Williams (7), permite uma colonização por microrganismos e invertebrados do solo, com exceção de anelídeos. As amostras de algodão foram deixadas enterradas durante 90 dias. Após esse tempo, foram retiradas do solo, lavadas cuidadosamente e, depois de secas em estufa a 60°C durante 24 horas, foram pesadas para verificar a porcentagem de perda de seu peso inicial.

É recomendável que, para uma padronização deste método e consequente facilidade de comparação de resultados obtidos em diferentes ecossistemas, as amostras de algodão colocadas no saco tenham 1 g de peso seco e dimensões de 4 x 4 cm. Os resultados poderão assim ser expressos em porcentagem de perda de peso ou em $\text{kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$.

Andamento diário das condições microclimáticas

Concomitantemente aos experimentos de respiração edáfica, foram feitos registros de temperatura e umidade relativa do ar. Foram instalados termômetros de solo, um em cada área estudada, para medir a temperatura a 2 cm de profundidade, camada mais diretamente sensível a influências térmicas. Através de um fotômetro ou luxímetro marca "Metrawatt", Nurnberg (tipo Metrux K), mediu-se a intensidade luminosa, colocando-se a fotocélula próxima ao solo e em posição horizontal.

RESULTADOS

Respiração edáfica

No Quadro 1, figuram os valores de respiração edáfica total das áreas sombreada e ao sol. São apresentadas médias diurnas e noturnas e as médias dos períodos

das observações (3 dias cada período) realizadas em agosto, setembro e novembro de 1974 e fevereiro de 1975. Nota-se que os valores de respiração da área sombreada são superiores aos da área ao sol, tanto à noite como de dia e em valores médios totais no período. Na área sombreada, em três das quatro determinações efetuadas, o solo respirou mais intensamente durante o dia do que à noite; na área ao sol, ocorreu exatamente o inverso.

No Quadro 2 estão representados os valores de respiração de raízes mais microrganismos e destes isoladamente. Observa-se que, na área ao sol, a respiração dos microrganismos durante a noite (78% da respiração total) foi quase idêntica à da área sombreada, nesse mesmo turno (79%). Durante o dia, porém, a respiração dos microrganismos da área ao sol diminuiu sensivelmente (59%) em oposição à da área sombreada (69%).

Quadro 1 - *Respiração edáfica total (raízes mais microrganismos) em campo cultivado com cacaueiros sombreados e ao sol, no CEPEC*

(mgCO₂ m⁻² h⁻¹)

Data	Área sombreada			Área ao sol		
	Diurno	Noturno	Média	Diurno	Noturno	Média
26-28/8/74	264,0	271,4	267,7	169,9	245,9	207,9
9-10/9/74	294,9	274,8	284,9	140,7	259,3	200,0
5-7/11/74	358,0	349,7	351,3	316,1	325,5	320,8
17-19/2/75	332,7	308,8	320,7	295,1	285,1	290,1

Quadro 2 - *Respiração de raízes mais microrganismos e de microrganismos, em separado, em campo cultivado com cacaueiros sombreados e ao sol, no CEPEC (26-28/2/75); $\text{mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$*

Tipo de respiração	Área sombreada			Área ao sol		
	Diurno	Noturno	Média	Diurno	Noturno	Média
Respiração de raízes mais microrganismos	413,5	332,9	373,2	349,9	297,5	323,7
Respiração de microrganismos	285,4	264,0	274,7	206,8	233,3	220,0
% de respiração dos microrganismos da resp. total	69	79	73	59	78	67

Uma observação que se destaca nesse experimento é a de que, na área sombreada, a respiração dos microrganismos é mais elevada durante o dia ($285,4 \text{ mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) do que à noite ($264,0 \text{ mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$). Na área ao sol, ocorre o inverso: a respiração dos microrganismos é maior à noite ($233,3 \text{ mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) do que durante o dia ($206,8 \text{ mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$). Esta observação confirma o obtido da respiração edáfica total (Quadro 1).

O andamento diário das condições microclimáticas foi registrado concomitantemente à realização dos experimentos no campo. No Quadro 3 estão representadas as condições microclimáticas de um dos períodos em que foram realizados os experimentos. Ressalta-se que os valores de temperatura e de umidade do solo, que interessam

diretamente ao presente estudo, não apresentam diferenças notáveis entre as áreas sombreadas e ao sol. A maior diferença registrada foi de $1,6^\circ\text{C}$ a mais na temperatura do solo da área ao sol. Vale acrescentar que, na área sombreada, a intensidade luminosa que atinge o solo é quase sempre aproximadamente $\frac{1}{5}$ da que atinge o solo da área ao sol.

Taxa de decomposição da celulose

Os resultados desse experimento corroboram, de maneira geral, o que foi observado no experimento sobre respiração. Tais resultados, apresentados no Quadro 4, mostram que a taxa de decomposição da celulose é maior na área sombreada do que na área ao sol. Talvez

Quadro 3 – Andamento diário das condições microclimáticas nas áreas com cacaueiros sombreados e ao sol no CEPEC. 27-28/fevereiro/1975.

Data	Hora do dia	Área sombreada		Área ao sol		Zona intermediária	
		Lumino-sidade (lux)	Temp. do solo (°C)	Lumino-sidade (lux)	Temp. do solo (°C)	Luminosidade em insolação (lux)	Temp. do ar (°C)
27/2/75	7:45	250	23,0	1.000	23,2	40.000	23
	10:00	1.100	23,8	4.500	24,0	20.000	27
	12:00	1.000	24,2	5.000	24,8	25.000	27
	14:00	700	24,6	4.000	26,2	90.000	28
	17:00	250	24,6	350	25,0	10.000	28
28/2/75	9:00	1.000	23,2	1.500	23,8	65.000	25
	10:00						28
	12:00	1.000	24,0	5.000	25,0	100.000	29
	14:00						30
	15:30	700	24,6	2.000	25,4	60.000	30

Máx. 30
Mín. 21

Máx. 32
Mín. 20

Quadro 4 – Taxa de decomposição da celulose nas áreas cultivadas com cacaueiros sombreados e ao sol, no CEPEC. 2/12/74 a 1º/3/75.

Profundidade (cm)	Perda de peso seco			
	Área sombreada		Área ao sol	
	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ *	%	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ *	%
2,5	12.405,90	97,8	5.763,75	45,4
10	11.980,11	94,5	4.918,57	38,8
20	8.408,78	66,3	3.927,40	30,9

* Quantidade decomposta a partir de 1 g de celulose (peso seco inicial).

existam diferenças localizadas, em termos de microhabitat, pois, na área ao sol, algumas amostras, colocadas a 2,5 cm de profundidade, apresentaram um valor alto de decomposição, à semelhança do que ocorreu na área sombreada. Nota-se também que há um decréscimo

de decomposição nas duas áreas, à medida em que se aprofunda no solo.

DISCUSSÃO

Em experimento sobre respiração edáfica total, realizado em flo-

resta pluvial tropical perenifolia sul-baiana, existente nas áreas experimentais do CEPEC, obtiveram-se resultados dos meses de novembro/1974 e fevereiro/1975 que, de antemão, demonstram semelhança dessa floresta com a área com cacaueiros sombreados. Em novembro, a área sombreada apresentou uma respiração edáfica média de $351,3 \text{ mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ contra $300,8 \text{ mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ da floresta. Em fevereiro, a área sombreada respirou $320,7 \text{ mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ e a floresta respirou $336,6 \text{ mgCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Estes resultados mostram a presumível semelhança de condições edáficas, quanto à atividade de microrganismos, entre a área com cacaueiros sombreados e a floresta pluvial tropical do Sul do Estado da Bahia.

O fato de, na área sombreada, os valores diurnos de respiração edáfica total e de microrganismos isoladamente serem superiores aos valores diurnos e noturnos da área ao sol demonstra que, nessa área, a atividade microrgânica é mais elevada do que na área ao sol e que o aumento de temperatura favorece tal atividade à sombra. A taxa de decomposição de celulose, sendo mais elevada na área sombreada, corrobora a observação sobre o papel preponderante dos microrganismos nessa área.

Os valores diurnos sempre mais elevados de respiração de raízes mais microrganismos, e principal-

mente destes em isolado, da área sombreada sugerem a seguinte hipótese: em ecossistemas ou agrossistemas onde os valores diurnos de respiração edáfica são elevados, há a possibilidade de que o solo desse local tenha uma alta capacidade em ciclar a matéria, indicando, conseqüentemente, uma elevada produtividade primária bruta. Os resultados até agora obtidos em outros sistemas ecológicos têm mostrado que a respiração noturna dos microrganismos do solo é mais elevada do que a diurna (2, 5). Os valores elevados de decomposição da celulose obtidos revelam que, na área sombreada, os microrganismos estão em melhores condições para sua atividade.

A hipótese sugerida por Medina (5), para explicar os valores noturnos de respiração como sendo mais elevados do que os diurnos porque o CO_2 do solo durante o dia é absorvido pela corrente transpiratória das plantas, não recebeu confirmação no presente trabalho. A respiração dos microrganismos, em separado, mostrou que esses componentes bióticos do ecossistema são responsáveis por grande parte da respiração total do solo e que, encontrando condições favoráveis de temperatura e umidade, como ocorreu na área sombreada, seus valores de respiração tendem a se elevar. É possível que tais condições não sejam favoráveis durante o dia nos ecossistemas es-

tudados por aquele autor e que somente é que os microrganismos atinjam o clímax de sua atividade metabólica. Ou ainda, as condições ecológicas características de solo e clima da região levariam os microrganismos a esse comportamento. Nesse caso, as plantas poderiam exercer apenas pouca influência no consumo do CO_2 diurno do solo e o aumento ou diminuição do CO_2 emanado estaria mais na dependência da atividade dos microrganismos.

Faz-se necessário, no sentido de esclarecer melhor essa particularidade observada no campo de cacau ora estudado, estender tais estudos a outros campos de cacau,

ao tempo em que se averiguem outros parâmetros como, por exemplo, taxa de decomposição de lúter, produção de ATP no solo, análise de ácido α - ϵ - diaminopimélico (encontrado só em bactérias), capacidade de mineralização do nitrogênio (por atividade de bactérias nitrificantes) e uso de radioisótopos na avaliação da velocidade com que os nutrientes são liberados da matéria orgânica, mineralizados e absorvidos pelas plantas.

Os resultados do presente trabalho têm validade ecológica para o local e período estudados e podem ser úteis àqueles que desejarem efetuar estudos de cunho semelhante.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela doação dos instrumentos utilizados; ao Eng.-Agrº Dr. Fernando Vello, Diretor do CEPEC, pela permissão para publicação deste trabalho e à Srta. Janett Lindo, pela confecção, a nankin, das figuras.

LITERATURA CITADA

1. CABALA R., F.P. et al. Efeito da remoção de sombra e da aplicação de fertilizantes sobre a produção do cacaueiro na Bahia. *Revista Theobroma (Brasil)* 1(4): 43-57. 1971.
2. COUTINHO, L.M. e LAMBERTI, A. Respiração edáfica e produtividade primária numa comunidade amazônica de mata de terra-firme. *Ciência e Cultura* 23(3): 411-419. 1971.
3. EDWARDS, N.T. e SOLLINS, P. Continuous measurement of carbon dioxide evolution from partitioned forest floor components. *Ecology* 54(2): 406-412. 1973.

4. MACFADYEN, A. Soil metabolism in relation to ecosystem energy flow and to primary and secondary production. *In* Methods of study in soil ecology. Proceedings of the Paris Symposium. Paris, UNESCO, 1970. pp. 167-172.
5. MEDINA, E. Respiración edáfica de algunas comunidades tropicales. *Boletín Sociedade Venezolana Ciencias Naturales* 28 (115/116): 211-230. 1969.
6. ——— e ZELWER, M. Soil respiration in tropical plants communities. *In* Proceedings IInd International Symposium Tropical Ecology, Athens, Georgia. F. Golley (ed.). pp. 245-246. 1972.
7. PARKINSON, D., GRAY, T.R. e WILLIAMS, S.T. Methods for studying the ecology of soil micro-organisms. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1971. 116 p.
8. SILVA, L.F. da e MELO, A.A.O. de. Levantamento detalhado dos solos do Centro de Pesquisas do Cacau. Itabuna, Brasil, Centro de Pesquisas do Cacau. Boletim Técnico nº 1. 1970. 89 p.
9. WALTER, H. e HABER, W. Über die intensität der bodenatmung mit beuerkingen zu den lundegardschen werten. *Botanischen Gesellschaft* 70: 275-282. 1957.
10. ———. Climatic diagrams as a mean to comprehend various climatic types for ecological and agricultural purposes. *In* The water relations of plants. London, Blackwell Scientific Publications, 1963. pp. 3-9.
11. WANNER, H. Soil respiration, litter fall and productivity of tropical rain forest. *Journal of Ecology* 58:543-548. 1970.
12. WITKAMP, M. Decomposition of litter in relation to environment, microflora, and microbial respiration. *Ecology* 47(2):194-201. 1966.
13. ———. Rates of carbon dioxide evolution from the forest floor. *Ecology* 47(3):492-494. 1966.
14. ———. Forest soil microflora and mineral cycling. *In* Productivity of forest ecosystems. Proceedings of the Brussels Symposium. UNESCO, 1971. pp. 413-424.

RESUMO

Foi feito um estudo comparativo de solos cultivados com cacauzeiros sombreados e ao sol com relação à respiração edáfica e à taxa de decomposição da celulose no solo em áreas do Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, situado a 14° 47' S e 39° 16' W, de agosto de 1974 a fevereiro de 1975. Esses dados foram correlacionados com as características edáficas e com macro e microclimas locais. A respiração edáfica foi determinada pelo método do box invertido e a taxa de decomposição da celulose no solo foi determinada às profundidades de 2,5; 10 e 20 cm, através do método da degradação do algodão (celulose pura).

A evolução do CO₂ do solo – tanto total como originada pela atividade dos microrganismos separadamente – foi mais alta nos cacauais sombreados. A taxa de evolução do CO₂ no período diurno foi mais alta na área sombreada enquanto à noite era maior na área ao sol. A taxa de decomposição de celulose foi mais alta na área sombreada em todas as profundidades estudadas. A temperatura do solo e o conteúdo de água pareceram favorecer a decomposição da celulose na área sombreada.

Como a atividade microbiana do solo foi maior na área sombreada, pode-se deduzir ser maior a capacidade do solo da área sombreada em reciclar a matéria orgânica com eficiência e rapidez.

A respiração edáfica total das áreas sombreadas e ao sol foi comparada com a da floresta pluvial tropical perenifolia sul-baiana; a área sombreada e a floresta apresentam valores aproximados, sendo apenas um pouco mais elevado em novembro de 1974 e um pouco menores em fevereiro de 1975 na área sombreada que na floresta.



IDENTIDAD DE LAS MOSQUITAS
Forcipomyia spp. (DIPTERA, CERATOPOGONIDAE)
RELACIONADAS CON LA POLINIZACIÓN
DEL CACAOTERO EN ECUADOR
(Nota preliminar)

Saulo de J. Soria *

Willis W. Wirth **

Jorge David Flores F. ***

ABSTRACT

Identification of the *Forcipomyia* spp. Midges
(Diptera, Ceratopogonidae) Related to the Pollination of
Theobroma cacao L. in Ecuador
(Preliminary note)

The purpose of this paper is to offer a taxonomic diagnosis of a group of midges collected by Mr. M. Medina-López during his studies of natural pollinators of cacao in Los Rios Province, Ecuador. Morphological characters were measured for male and female adults. Two taxa were provisionally denominated *Forcipomyia* (*Euprojoannisia*) sp. 1 and sp. 2, in the absence of larvae and pupae necessary for specific determination. Midges of this subgenus are considered to be economically important for the cacao plantations because of their ability to pollinate cacao flowers. Other midges identified are: *Forcipomyia* (*Forcipomyia*) *genualis* (Loew), *F. (Forcipomyia) cinctipes*, *F. (Thyridomyia) nana* Macfie, *F. (Rhynchoforcipomyia)* sp. 1, *F. (Warmkea) tuberculata* Saunders, *F. (Microhelea) fuliginosa* (Meigen), *F. (Microhelea) microtoma* Wirth and *F. (Lasiohelea)* sp. Comments are included regarding each group identified, and its role in the cacao ecosystem.

Recibido para publicación el 4 de agosto de 1976.

* Division de Fitoparasitología, Centro de Pesquisas do Cacau.

** U.S. Department of Agriculture, U.S. National Museum, Washington, D.C. 20560, U.S.A.

*** Colégio Superior de Agricultura Tropical, Cardenas, Tabasco, Mexico.

Revista Theobroma, Ilhéus, Bahia, Brasil, 6 (4): 101-108. 1976.

INTRODUCCIÓN

Las mosquitas del género *Forcipomyia* Meigen (Diptera, Ceratopogonidae), particularmente aquellas del subgénero *Euprojoannisia* han sido reconocidas en la literatura como los mas importantes polinizadores del cacaotero. La determinación taxonómica de las mosquitas asociadas con la polinización del cacao permite su diferenciación de aquellas de menor importancia económica. Un diagnóstico seguro en el campo es necesario para proteger las mosquitas de los efectos de las practicas rutinarias agrícolas, particularmente el uso de pesticidas agrícolas que pueden afectar su poder natural de reproducción. Este principio es valido para programar el establecimiento de sistemas de manejo racionales para las plantaciones de cacao.

La literatura acerca de la taxonomía de *Forcipomyia* es abundante debido a la grande diversidad de especies existentes en este género. Saunders (12) dividió inicialmente el género *Forcipomyia* en ocho subgéneros con base a los caracteres de los estados de imago y inmaduros. Nuevos subgéneros fueron sucesivamente adicionados a medida que avanzaba el estudio del género *Forcipomyia*. Dessart (3, 4) elaboró una llave para identificar las especies polinizadoras del cacao y otras afines del género *Forcipomyia*, que ocurren en el

Congo, Africa. Saunders (11), Wirth (18) y Dow y Wirth (5) diseñaron llaves para las especies neotropicales y neartíticas de los subgéneros *Thyridomyia* y *Synthyridomyia*. Wirth (20) describió especies neotropicales del subgénero *Microhelea*. Soria y Wirth (15) y Wirth y Soria (22) y Soria y Bystrak (16) describieron especies de los subgéneros *Euforcipomyia* y *Forcipomyia*, para la region cacaotera de Bahía, Brasil.

El objetivo de este trabajo fué ofrecer diagnóstico taxonómico para una muestra de ceratopogonidos; colectados por el Sr. Marcos Medina L. en flores de cacao, Provincia de Los Rios, Ecuador, y recibidos para identificación. En este Pais la cacaucultura representa una importante contribución para la economia de intercambio. No se pretendió aqui hacer una revision completa del asunto, ya que al momento solo se dispone de insectos adultos. Una revisión al nivel de especie será posible solamente cuando se disponga de larvas y pupas del grupo.

MATERIALES Y METODOS

Los insectos fueron ofrecidos para estudio por el Ing.Agr. Marcos F. Medina Lopez, quien los colectó en flores de cacao durante sus estudios de polinización natural en la provincia de Los Rios, Ecuador (9).

Cada ejemplar hembra fué disectado con el auxilio de un este-reomicroscopio (40x), según el método de Saunders (13), separándose y orientando la cabeza, una ala y el abdomen. La genitalia masculina fué separada con los tres últimos segmentos abdominales para permitir la observación de las estructuras internas y externas; del mismo modo que para las hembras, procediose con la cabeza, torax, tarsos y alas para la medición de las antenas, palpos maxilares, tarsos, alas y otras estructuras. Las estructuras fueron montadas en bálsamo de Canadá ablandado con un volumen equivalente de fenol puro, de acuerdo con el método de Wirth (17). Las estructuras fueron cubiertas con láminas para ser estudiadas posteriormente en el microscopio compuesto. Las mediciones de las alas y demás estructuras fueron hechas a aumentos de 20x y 80x, respectivamente, usándose escala micrométrica.

En este trabajo la Relación Tarsal (T.R.) es el resultado de la división de la longitud del primer tarsomero por la longitud del segundo (7). La Relación Antenal (A.R.), es la longitud combinada de los cinco flagelómeros distales dividida por la longitud combinada de los ocho flagelómeros precedentes (4). La longitud del ala, de acuerdo con la terminología adaptada por Wirth (17), es medida a partir del árculus basal hasta el extremo distal del ala; la Relación

Costal (C.R.), también de acuerdo con Wirth (17), es la longitud de la costa medida a partir del árculus hasta el extremo distal de la célula radial secundaria, dividida por la longitud del ala. La Relación Palpal (P.R.) en las hembras, es el resultado de la división de la longitud del tercer palpomero por la anchura máxima del mismo (18). Las relaciones taxonomicas mencionadas han sido además usadas por Chan y LeRoux (2), por Wirth y MesserSmith (19) y otros dipterólogos que trabajan con ceratopogonidos.

RESULTADOS

Los insectos estudiados fueron clasificados dentro de los subgéneros *Euprojoannisia*, *Forcipomyia*, *Thyridomyia*, *Rhynchoforcipomyia*, *Warmkea*, *Microhelea* e *Lasiohelea*, todos del género *Forcipomyia*, familia Ceratopogonidae, Diptera. Sesenta y cuatro de ellos fueron machos y 37 hembras. A continuación se presentan algunas características taxonómicas en los grupos principales:

Forcipomyia (*Euprojoannisia*) sp. 1, 25 machos, três hembras. Los machos de este grupo se caracterizaron por tener genitalia con apodemas internos fusionados en arco gótico, típicos para el subgénero *Euprojoannisia* Brethes 1914. Se usa el nombre *Euprojoannisia* Brethes en este informe, en substitución de *Proforcipomyia* Saunders

1956 y *Euforciomyia* Malloch 1915, anteriormente usados en la literatura (21). La medición de las estructuras dió como resultado una relación antenal A.R. promedio de 0,95, dentro de un rango de variación de 0,85 a 1,00. La relación tarsal T.R. fué de 1,65 con una variación de 1,38 a 1,92. La relación costal C.R. fué de 0,52, presentando una oscilación de 0,46 a 0,57. La longitud promedio del ala medida a partir del árculus fué de 1,05 mm.

Las hembras de *F. (Euprojoannisia)* sp. 1, se caracterizaron por tener dos espermatecas alargadas casi iguales con un diámetro mayor de 80 micras y el menor de 40 micras. Las mediciones taxonómicas de estos especímenes mostraron una relación tarsal T.R. de 1,16, la relación palpal P.R. fué de 2,50 y la relación costal resultó con un promedio de 0,54. La longitud del ala medida a partir del árculus, fué de 1,20 mm. Las mosquitas hembras de *Euprojoannisia* están revestidas de particular importancia en este informe pues que pertenecen al mismo grupo taxonómico reconocido como polinizadores del cacaotero en otras áreas de América tropical (1, 6, 8, 10, 14, 15). Existen indicios de acuerdo con la morfología de los adultos, para creer que fuesen *F. (E.) blantoni* Soria e Bystrak, pero la comprobación de este diagnóstico preliminar será posible solamente después de examinar los estados inmaduros de la especie (12, 13, 15, 16).

Forcipomyia (Euprojoannisia) sp. 2, dos machos. Los insectos se caracterizaron principalmente por poseer la genitalia con apodemas internos fusionados en forma de arco gótico. La medición de los elementos morfológicos permitió la caracterización de este grupo con una relación antenal (A.R.) 0,95, incluyendo un rango de variación de 0,93 a 0,97. La relación tarsal (T.R.) fué de 1,72 con una variación de 1,62 a 1,81. La relación costal (C.R.) fué de 0,47, presentando una oscilación de 0,47 a 0,48 unidades. La longitud promedio del ala medida a partir del árculus, fué de 1,36 mm. Solamente será posible ofrecer una descripción mas completa cuando se disponga de una muestra mas representativa de adultos de ambos sexos, así como de series completas de estados inmaduros. Los hábitos polinizadores de estos insectos en otras regiones de la América, África y otras del trópico húmedo, permite creer estos insectos ostenten el mismo papel benéfico en los cacaotales del Ecuador.

Forcipomyia (Forcipomyia) genualis (Loew), seis machos y 21 hembras. De acuerdo con la literatura, no manifiestan hábitos polinizadores en Bahia (15), pero sí en la isla de Saint Tomé, en el África*. No se conoce nada en cuanto a sus

* Sr. M. Derron, 1974, correspondencia particular

hábitos polinizadores del cacao en el Ecuador.

Forcipomyia (Forcipomyia) cinctipes grupo, un macho e una hembra. Ejemplares de esta especie son relativamente frecuentes en los cacaotales de Bahia, Brasil (15). Estos insectos nunca fueron observados desempeñando papel de polinizadores en el cacaotero. No se conoce el papel específico ni el nicho ecológico dentro del ecosistema del cacaotal.

Forcipomyia (Thyridomyia) nana Macfie, un macho. Esta especie fué una de las primeras a ser descritas en la literatura como polinizadores del cacao en Trinidad (1, 8, 10). En vista a los hábitos descritos para esta especie en otras áreas cacaoteras neotropicales, permitenos creer que esta especie puede ser un polinizador importante en el Ecuador.

Forcipomyia (Rhynchoforcipomyia) sp. 1, un macho. Las mediciones taxonómicas resultantes para este único espécimen fueron las siguientes: relación antenal (A.R.) de 0,93; la relación tarsal (T.R.) fué de 2,31 y la relación costal (C.R.) fué de 0,60 unidades. La longitud del ala medida a partir del árculus fué de 1,15 mm. Se desconocen el papel específico y el nicho ecológico de estos insectos en el ecosistema del cacaotal.

Forcipomyia (Warmkea) tuberculata Saunders, un macho. Las mosqui-

tas hembras del subgénero *Warmkea* Saunders han sido observadas polinizando flores del cacaotero en Guatemala, Chiapas-México, e otras áreas de la América Central (14). En el mismo informe (14), numerosos individuos *Warmkea* fueron equivocadamente localizados en el subgénero *Forcipomyia (Caloforcipomyia)* Saunders, pero examen posterior de individuos depositados en colección particular de S. de J. Soria, y cedidos hoy a U.S. National Museum de Washington, permitieron hacer nuevas mediciones y localizarlos apropiadamente dentro del género *Forcipomyia (Warmkea)* Saunders*. Los adultos hembra de este subgénero han sido descritos como polinizadores naturales de *Hevea brasiliensis*, el árbol de caucho, importante cultivo en los trópicos húmedos del mundo.

Forcipomyia (Microhelea) fuliginosa (Meigen), 22 machos y ocho hembras, y *F. (M.) microtoma* Wirth, un macho. Los adultos hembras de estas especies han sido reportados como chupadores de hemolinfa de larvas de lepidópteros y de ortópteros de la familia Phasmidae, de acuerdo con revisión de literatura y revisión taxonómica del grupo hecha por Wirth (20). La presencia de estos insectos en los cacaotales del neotrópico es constante, y ellos representan aproximadamente

* Willis W. Wirth, 1976, correspondencia particular.

el 30% de la muestra total estudiada en este informe. Siendo que los niveles de población, cuando comparados con otros ceratopogonidos, son relativamente elevados, permiten creer que ellos desempeñan algún papel importante en el control biológico natural de otros insectos en los cacaotales. Estos insectos nunca fueron observados polinizando flores del cacaotero, mas solamente descansando en los botones florales. Su importancia en el cacaotal quizá radica en su pa-

pel como chupadores de hemolinfa de insectos nocivos al cacaotal.

Forcipomyia (Lasiobealea) sp., cuatro machos y cuatro hembras. La hembra de estos insectos tienen hábitos hematofagos, y necesitan de sangre de vertebrados para madurar los huevos. Se los encuentra descansando en diversas partes del cacaotero, pero nunca fueron observados en actitud de polinizadores, por lo menos en el Neotrópico.

AGRADECIMIENTOS

Al entomologo Ing. Agr. Pedrito Silva, por la revision del manuscrito.

LITERATURA CITADA

1. BILLES, D.J. Pollination of *Theobroma cacao* L. in Trinidad. B.W.I. Tropical Agriculture (Trinidad) 18 (8): 151-156. 1941.
2. CHAN, K.L. y LeROUX, E.J. Description of *Forcipomyia (Neoforcipomyia) sp. n.* and redescription of *Forcipomyia (Neoforcipomyia) eques* (Johannsen) (Diptera, Ceratopogonidae) with an account of the digestive and reproductive systems. Phytoprotection 46:74-104. 1965.
3. DESSART, P. Contribution a l'etude des Ceratopogonidae (Diptera): Revision des *Forcipomyia* congolais descrites par le Dr. Geotghebuer. Bulletin Annuel de Societé Royal Belge 97: 315-376. 1961.
4. ————. Contribution a L'étude des Ceratopogonidae (Diptera); VII. Bruxelles, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique 72 (2): 1-151. 1963.
5. DOW, M.I. y WIRTH, W.W. Studies on the genus *Forcipomyia*. 2. The Neartic species of the subgenera *Thyridomyia* and *Synthyrido-*

- myia* (Diptera-Ceratopogonidae). Annals of the Entomological Society of America 65 (1): 177-201. 1972.
6. HERNANDEZ, J. Insect pollination of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Costa Rica. Ph.D. Thesis. Madison, University of Wisconsin, 1964. 167 p.
 7. MALLOCH, J.J. Some additional records of *Chironomidae* in Illinois. Bulletin of the Illinois Laboratory of Natural History 11: 305-363. 1915.
 8. MACFIE, J.W.S. Ceratopogonidae collected in Trinidad from cacao flowers. Bulletin of Entomological Research 35: 297-300. 1944.
 9. MEDINA-LOPEZ, M.F. Efecto de las polinizaciones artificiales y entomofilas en el rendimiento del cacao. Tesis de Ingeniero Agronomo, Universidad de Guayaquil, Ecuador, 1973. 44 p.
 10. POSNETTE, A.F. Pollination of cacao in Trinidad. Tropical Agriculture (Trinidad) 21: 115-118. 1944.
 11. SAUNDERS, L.G. On the life history, morphology and systematic position of *Apelma* Kieffer and *Thyridomyia* n. gen. (Diptera, Nematocera, Ceratopogonidae). Parasitology 17: 252-277. 1925.
 12. ———. Revision of the genus *Forcipomyia* based on characters of all stages. Canadian Journal of Zoology 34: 657-705. 1956.
 13. ———. Methods for studying *Forcipomyia* midges with special reference to cacao pollinating species (Diptera-Ceratopogonidae). Canadian Journal of Zoology 37: 33-51. 1959.
 14. SORIA, S. de J. Studies on *Forcipomyia* spp. midges (Diptera, Ceratopogonidae) related to the pollination of *Theobroma cacao* L. Ph.D. Thesis. Madison, University of Wisconsin, 1970. 142 p.
 15. ———. y WIRTH, W.W. Identidade e caracterização taxonômica preliminar das mosquinhas *Forcipomyia* (Diptera-Ceratopogonidae), associadas com a polinização do cacaueiro na Bahia. Revista Theobroma (Brasil) 4 (1): 3-12. 1974.
 16. ———. y BYSTRAK, P. A new species of *Forcipomyia* (Diptera-Ceratopogonidae) described in all stages with an account of its role as a cacao pollinator. Revista Theobroma (Brasil) 5 (2): 3-11. 1975.

17. WIRTH, W.W. The Heleidae of California. University of California Publications on Entomology 9: 95 - 266. 1952.
18. ————. The Neotropical *Forcipomyia* midges on the subgenus *Thyridomyia* Saunders (Diptera-Ceratopogonidae). *Studia Entomologica* 13 (1-4): 429-440. 1970.
19. ————. y MESSERSMITH, D.H. Studies on the genus *Forcipomyia*. 1. The North American parasitic midges of the subgenus *Trichobealea* (Diptera-Ceratopogonidae). *Annals of the Entomological Society of America* 64: 15-26. 1971.
20. ————. The Neotropical *Forcipomyia* (*Microbealea*) species related to the caterpillar parasite *F. fuliginosa* (Diptera-Ceratopogonidae). *Annals of the Entomological Society of America* 65 (3): 564-577. 1972.
21. ————. y CAVALIERI, F. Sobre la identidad de *Euprojoannisia platensis* Brethes, 1914 (Diptera-Ceratopogonidae). *Neotropica* 21 (66): 125-126. 1975.
22. ————. y SORIA, S.J. A new Neotropical *Forcipomyia* midge closely related to *F.(F.) genualis* (Loew) (Diptera-Ceratopogonidae). *Revista Theobroma (Brasil)* 5 (2): 19-27. 1975.

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto ofrecer un diagnóstico taxonómico de una muestra de insectos colectados por el Ing. Agr. M. Medina-López durante sus estudios de polinización natural del cacao en el Ecuador. Varios caracteres morfológicos fueron medidos para machos y hembras adultos. Dos taxa fueron provisionalmente denominados *Forcipomyia* (*Euprojoannisia*) sp. 1 y sp. 2, en ausencia de larvas y pupas necesarias para determinación específica. Las mosquitas de este subgénero se consideran ser económicamente importantes para las plantaciones de cacao a causa de su habilidad reconocida de polinizar las flores del cacaotero. Otras mosquitas identificadas fueron: *Forcipomyia* (*Forcipomyia*) *genualis* (Loew), *F. (Forcipomyia) cinctipes*, *F. (Thyridomyia) nana* Macfie, *F. (Rhynchoforcipomyia) sp. 1*, *F. (Warmkea) tuberculata* Saunders, *F. (Microbealea) fuliginosa* (Meigen), *F. (Microbealea) microtoma* Wirth y *F. (Lasiohelea) sp. A*. A lo largo del texto se incluyen anotaciones para cada grupo taxonómico con relación al posible papel que dichos organismos están desempeñando en el ecosistema del cacaotal. ■

NEMATODES OF THE CACAO REGION OF
THE STATE OF ESPIRITO SANTO, BRAZIL.
II. NEMATODES ASSOCIATED WITH
FIELD CROPS AND FOREST TREES.

Ravi Datt Sharma *

ABSTRACT

A survey was undertaken to investigate the plant parasitic nematodes associated with field crops and forest trees in the Cacao Region of the State of Espirito Santo, Brazil. A total of 22 genera with 32 species of plant parasitic nematodes were found in 66 samples collected from the rhizospheres of 41 plant species. The most common genera found were *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Pratylenchus*, *Aphelenchus* and *Rotylenchulus*, occurring in 15 to 61.5 per cent of all the samples. Certain genera such as *Basiria*, *Discocriconemella*, *Dolichodorus*, *Hemicycliophora*, *Paratylenchus*, *Radopholus*, *Rotylenchus* and *Tylenchulus* appeared to be uncommon in this region, each only occurring once in a sample. The plant nematode species identified are listed.

INTRODUCTION

Knowledge about plant parasitic nematodes in field crops and forest trees in the State of Espirito Santo, Brazil is entirely lacking. The earlier reports on nematodes in Espirito Santo dealt with field surveys and observations on coffee (1, 2) and cacao (4). This paper presents information on plant parasitic nematodes found associ-

ated with field crops and forest trees growing in the cacao region of the State of Espirito Santo, Brazil, during a survey from June, 1973 to June, 1975.

MATERIALS AND METHODS

A total of 66 soil and root samples were taken from the rhizospheres of 41 plant species of econ-

Received for publication on May 26, 1976.

* Division of Phytoparasitology, Cacao Research Center.

Revista Theobroma, Ilhéus, Bahia, Brasil, 6(4): 109-117. Out.-dez. 1976.

omic importance in 10 localities in the municipalities of Colatina, Guarapari, Linhares and São Mateus in the State of Espírito Santo, and examined for nematode presence (Table 1). Out of 66 samples collected 21 came from forest trees, 16 from rubber trees, seven from bananas, three from beans and the remaining 19 samples were from several other cultivated crops. Sampling was done on plants showing symptoms of decline, dieback, yellowing of foliage, stunting, mosaic, and patchy growth in the field. Each sample consisted of 1.5 kg of soil and 100 g of feeder roots, collected from several plants of each species.

The nematodes were isolated from the soil and plant roots and processed to permanent mounts for identification, according to the method described by Sharma and Sher (3).

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 gives the identified nematode species, sampling sites, and percentage occurrence in all the samples of the nematodes encountered in the rhizospheres of different host plant species.

Twenty-two genera with 32 species of plant parasitic nematodes were encountered in 66 samples collected from 41 different plant species. With the exception of *Basiria* sp., *Ditylenchus* sp., *Discocriconemella limitanea*, *Helico-*

tylenchus californicus, *Hemicriconemoides mangiferae*, *Hemicycliophora loofi*, *Macroposthonia onoen-sis*, *Paratrophurus* sp., *Peltamigratus holdemani*, *Pratylenchus brachyurus*, *P. zaeae*, *Radopholus similis*, *Rotylenchus caudaphasmidatus*, *Tylenchus costatus*, *Tylenchulus semipenetrans* and *Xiphinema brevicolle*, these genera and species had previously been reported from cacao (4, Sharma *) and from coffee (1, 2) in the State of Espírito Santo, but are recorded herein on new hosts.

The most common nematode genera encountered in this survey were: *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Pratylenchus*, *Aphelenchus* and *Rotylenchulus* occurring in 15 to 61.5 per cent of all the samples. In contrast, certain genera, such as *Basiria*, *Dolichodorus*, *Discocriconemella*, *Hemicycliophora*, *Paratrophurus*, *Paratylenchus*, *Radopholus*, *Rotylenchus* and *Tylenchulus*, appeared to be uncommon in this region, each occurring only once in a sample (Table 1).

Eleven nematode genera, namely *Aphelenchus*, *Ditylenchus*, *Dolichodorus*, *Helicotylenchus*, *Hemicriconemoides*, *Meloidogyne*, *Peltamigratus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Tylenchus* and *Xiphinema* were found associated with 17 for-

* SHARMA, R.D. Relatório anual de Nematologia, Ilhéus, Bahia, Brasil, Centro de Pesquisas do Cacau, 1973, 25 p., unpublished.

est tree species out of the 21 species examined. *Helicotylenchus* and *Meloidogyne* were closely associated with general decline in forest trees and severe die-back in rubber.

With the exception of *Eucalyptus grandis* var. "Africa", *Pinus insularis*, and *Citrus reticulata*, all plant examined were found to be infected with plant parasitic nematodes. Saprozoic nematodes were present in very large numbers in all the samples.

Plants of *Phaseolus vulgaris*, showing severe yellowing of foliage at Fazenda Ipiranga, Linhares, were found to be infected with *Meloidogyne incognita*, whereas mosaic symptoms, observed on *P. vulgaris* in a field of the Ministry of Agriculture Experimental Station at Linhares, were associated with *Xiphinema* sp., which occurred in large numbers (20 per g of soil). It is possible that *Xiphinema* sp. may be responsible for the mosaic symptoms in *Phaseolus vulgaris* because many species of *Xiphinema* are known vectors of some of the important plant virus diseases (5).

High densities of *Tylenchulus semipenetrans* were found in the rhizospheres of *Citrus limoni*, but were absent from the rhizospheres of *C. reticulata* that were growing close to *C. limoni*, indicating the

possible resistance of the later species. In general, the presence of nematode species was associated with poor growth of the plants of which some had already died. Other plants, showing stunting, yellowing, and patchy growth in the fields, were found to have root-knots, lesions, swelling at root tips, and reduced root systems, indicating nematode damage. These symptoms were more pronounced when several species of nematodes occurred together.

Despite the small number of samples collected during this survey, it appears that large numbers of several different species of nematodes were present in the rhizospheres of a wide range of host species.

Radopholus similis in banana and *Tylenchulus semipenetrans* in citrus were found in restricted areas in Colatina and Linhares, respectively. The Ministry of Agriculture should take necessary steps to prevent the spread of these nematodes to other unfested areas. This could be effected through soil fumigation programs.

Research is needed on the pathogenicity, population dynamics, and methods of control of the important nematode species, in order to reduce crop losses caused by them.

Table 1 — Frequency of occurrence of plant parasitic nematodes associated with different plant species in 66 samples collected during June, 1973 to June, 1975 in four municipalities of the State of Espírito Santo, Brazil.

Nematode species	Sampling* site	Occurrence	
		Plant species	%
1. <i>Aphelenchus avenae</i>	7	<i>Amburana cearensis</i>	21.0
	1	<i>Cajanus cajan</i>	
	6	<i>Carica papaya</i>	
	7	<i>Cassia javanica</i>	
	7	<i>Centrolobium tomentosum</i>	
	7	<i>Cedrela</i> sp.	
	1	<i>Coffea arabica</i>	
	7	<i>Gmelina arborea</i>	
	7	<i>Joannesia princeps</i>	
	5	<i>Manihot esculenta</i>	
	6	<i>Passiflora edulis</i>	
	5	<i>Phaseolus vulgaris</i>	
	7	<i>Pinus caribaea</i> (Hondurus)	
	5	<i>Saccharum officinarum</i>	
2. <i>Basiria</i> sp.	5	<i>Oryza sativa</i>	1.5
3. <i>Ditylenchus</i> sp.	5	<i>Saccharum officinarum</i>	3.0
	7	<i>Pinus oocarpa</i>	
4. <i>Dolichodorus</i> sp.	7	<i>Dalbergia nigra</i>	1.5
5. <i>Discocriconemella limitanea</i>	6	<i>Carica papaya</i>	1.5
6. <i>Helicotylenchus</i> sp.	5	<i>Ananas comosus</i>	16.5
	6	<i>Carica papaya</i>	
	5	<i>Citrus limonia</i>	
	7	<i>Eucalyptus grandis</i> (Australia)	
	7	<i>Nectandra</i> sp.	
	7	<i>Paratecoma peroba</i>	
	5	<i>Phaseolus vulgaris</i>	

Continued

* Sampling sites: 1. Fazenda Boa Esperança—Colatina, 2. Fazenda Santa Rita—Linhares, 3. Fazenda Grafite Sossego—Linhares, 4. Fazenda Havai—Linhares, 5. Ministry of Agriculture, Experimental Station—Linhares, 6. CEPLAC, Experimental Station Filogonio Peixoto—Linhares, 7. Reserva Florestal, Vale do Rio Doce—Linhares, 8. Fazenda Renaldo Borato—São Mateus, 9. Fazenda Ipiranga—Linhares, 10. Fazenda Tira Teima—Viana, Guarapari.

Table 1 - Continued

Nematode species	Sampling* site	Occurrence	
		Plant species	%
	7	<i>Pinus montezumae</i>	
	8	<i>Piper nigrum</i>	
<i>H. californicus</i>	6	<i>Carica papaya</i>	1.5
<i>H. dibistera</i>	7	<i>Amburana cearensis</i>	33.0
	1	<i>Cajanus cajan</i>	
	7	<i>Casuarina</i> sp.	
	7	<i>Cedrela</i> sp.	
	5	<i>Citrus sinensis</i>	
	1	<i>Coffea arabica</i>	
	7	<i>Eucalyptus saligna</i>	
	7	<i>Joannesia princeps</i>	
	5	<i>Lycopersicum esculentum</i>	
	1,2,3	<i>Musa sapientum</i>	
	5	<i>Oryza sativa</i>	
	6	<i>Passiflora edulis</i>	
	7	<i>Pinus caribaeae</i>	
	5	<i>Phaseolus vulgaris</i>	
	5	<i>Saccharum officinarum</i>	
	5	<i>Zea mays</i>	
<i>H. multicinctus</i>	1	<i>Coffea arabica</i>	10.5
	7	<i>Joannesia princeps</i>	
	1,4	<i>Musa sapientum</i>	
7. <i>Hemicriconemoides</i> sp.	5	<i>Citrus sinensis</i>	6.5
	3	<i>Musa sapientum</i>	
	5	<i>Phaseolus vulgaris</i>	
	7	<i>Pinus caribaeae</i> var. <i>Bahamensis</i>	
<i>H. mangiferae</i>	6	<i>Carica papaya</i>	1.5
8. <i>Hemicycliophora loofi</i>	2	<i>Musa sapientum</i>	1.5
9. <i>Macroposthonia</i> sp. (Syn = <i>Criconemoides</i> sp.)	6	<i>Hevea brasiliensis</i>	7.5
	5	<i>Manihot esculenta</i>	
	6	<i>Musa sapientum</i>	
	6	<i>Passiflora edulis</i>	
	5	<i>Saccharum officinarum</i>	
<i>M. onoensis</i>	6	<i>Passiflora edulis</i>	1.5

Continued

Table 1 - Continued

Nematode species	Sampling* site	Occurrence	
		Plant species	%
10. <i>Meloidogyne</i> spp. (larvae)	7	<i>Cassia javanica</i>	16.5
	7	<i>Gmelina arborea</i>	
	2,5,6	<i>Musa sapientum</i>	
	5	<i>Myrciaria jaboticaba</i>	
	5	<i>Oryza sativa</i>	
	7	<i>Paratecoma peroba</i>	
	5	<i>Saccharum officinarum</i>	
	7	<i>Tecoma caraiba</i>	
	5	<i>Zea mays</i>	
<i>M. incognita</i>	1	<i>Coffea arabica</i>	23.5
	5	<i>Lycopersicum esculentum</i>	
	10	<i>Hevea brasiliensis</i>	
	2,3	<i>Musa sapientum</i>	
	5,9	<i>Phaseolus vulgaris</i>	
	8	<i>Piper nigrum</i>	
<i>M. exigua</i>	1	<i>Coffea arabica</i>	1.5
11. <i>Paratrophurus</i> sp.	6	<i>Musa sapientum</i>	1.5
12. <i>Paratylenchus</i> sp.	6	<i>Passiflora edulis</i>	1.5
13. <i>Peltamigratus holdemani</i>	6	<i>Carica papaya</i> <i>Dalbergia nigra</i>	3.0
14. <i>Pratylenchus brachyurus</i>	5	<i>Ananas comosus</i>	24.0
	7	<i>Casuarina</i> sp.	
	10	<i>Hevea brasiliensis</i>	
	5	<i>Manihot esculenta</i>	
	5	<i>Phaseolus vulgaris</i>	
<i>P. zeae</i>	1	<i>Cajanus cajan</i>	7.5
	5	<i>Phaseolus vulgaris</i>	

Continued

* Sampling sites: 1. Fazenda Boa Esperança-Colatina, 2. Fazenda Santa Rita-Linhares, 3. Fazenda Grafite Sossego-Linhares, 4. Fazenda Havai-Linhares, 5. Ministry of Agriculture, Experimental Station-Linhares, 6. CEPLAC, Experimental Station Filogonio Peixoto-Linhares, 7. Reserva Florestal, Vale do Rio Doce-Linhares, 8. Fazenda Renaldo Borato-São Mateus, 9. Fazenda Ipiranga-Linhares, 10. Fazenda Tira Teima-Viana, Guarapari.

Table 1 - Continued

Nematode species	Sampling* site	Occurrence	
		Plant species	%
	5	<i>Saccharum officinarum</i>	
	5	<i>Zea mays</i>	
15. <i>Radopholus similis</i>	1	<i>Musa sapientum</i>	1.5
16. <i>Rotylenchulus reniformis</i>	5	<i>Ananas comosus</i>	15.0
	7	<i>Cedrela</i> sp.	
	5	<i>Citrus limonia</i>	
	7	<i>Lecythis pesones</i>	
	3	<i>Musa sapientum</i>	
	6	<i>Passiflora edulis</i>	
	7	<i>Pinus caribaea</i> (Hondurus)	
	6	<i>Ricinus communis</i>	
17. <i>Rotylenchulus caudaphasmidatus</i>	6	<i>Carica papaya</i>	1.5
18. <i>Trophurus</i> sp.	5	<i>Myrciaria jaboticaba</i>	4.5
	1,6	<i>Musa sapientum</i>	
19. <i>Tylenchus</i> sp.	1	<i>Cajanus cajan</i>	33.0
	6	<i>Carica papaya</i>	
	7	<i>Cassia javanica</i>	
	10	<i>Hevea brasiliensis</i>	
	7	<i>Joannesia princeps</i>	
	1	<i>Musa sapientum</i>	
	6	<i>Passiflora edulis</i>	
<i>T. costatus</i>	1	<i>Cajanus cajan</i>	1.5
20. <i>Tylenchorhynchus martini</i>	5	<i>Citrus sinensis</i>	4.5
	5	<i>Oryza sativa</i>	
	5	<i>Saccharum officinarum</i>	
21. <i>Tylenchulus semipenetrans</i>	5	<i>Citrus limonia</i>	1.5
22. <i>Xiphinema</i> sp.	5	<i>Ananas comosus</i>	6.0
	6	<i>Carica papaya</i>	
	5	<i>Phaseolus vulgaris</i>	
	7	<i>Pinus oocarpa</i>	
<i>X. brevicolle</i>	6	<i>Carica papaya</i>	1.5

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks are extended to Prof. Dr. S.A. Sher, University of California, Riverside, U.S.A., and to Dr. P.A.A. Loof, Agriculture University, Wageningen, the Netherlands, for identifying some of the nematode species.

LITERATURE CITED

1. INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ E GERCA. Informativo 8(1) : 1-8. 1974.
2. CHEBABI, A. and LORDELLO, L.G.E. Ocorrência de nematóides em cafezais do Espírito Santo. Revista de Agricultura (Brasil) 43 : 140. 1968.
3. SHARMA, R.D. and SHER, S.A. Nematodes of the cocoa region of Bahia, Brasil, III. Occurrence and distribution of plant parasitic nematodes associated with cocoa (*Theobroma cacao* L.). Revista Theobroma (Brasil) 3(3) : 17-24. 1973.
4. _____ and _____. Nematóides da região cacau-eira do Espírito Santo, Brasil. I. Nematóides associados ao cacau-eiro (*Theobroma cacao* L.). Revista Theobroma (Brasil) 4(4) : 26-31. 1974.
5. THORNE, G. Principles of Nematology. New York, McGraw Hill, 1961. 553 p.

RESUMO

Nematóides encontrados na região cacau-eira do
Espírito Santo, Brasil.

II. Nematóides associados aos cultivos e essências florestais

Procedeu-se um levantamento para investigar os nematóides parasitas de plantas associados aos cultivos e árvores florestais na região cacau-eira do Espírito Santo, Brasil. De um total de 66 amostras coletadas nas rizosferas de 41 espécies vegetais, foram encontrados 22 gêneros e 32 espécies de nematóides fitoparasitas.

Os gêneros de nematóides fitoparasitas encontrados mais comumente foram: *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Pratylenchus*, *Aphelenchus* e *Rotylenchulus*, que ocorrem em percentagens que variam de 15 a 61,5 do total das amostras. Certos gêneros como *Basiria*, *Discocricone-mella*, *Dolichodorus*, *Hemicycliophora*, *Paratrophurus*, *Paratylenchus*, *Radopholus*, *Rotylenchus* e *Tylenchulus* são bastante incomuns nesta região e cada um deles ocorreu em apenas uma amostra. É apresentada uma relação das espécies de nematóides parasitas de plantas identificadas.



INFORMAÇÃO AOS COLABORADORES

Os conceitos e opiniões, emitidos nos artigos, são da exclusiva responsabilidade dos autores. São aceitos para publicação trabalhos que se constituam em real contribuição para um melhor conhecimento dos temas relacionados com problemas agrônômicos e sócio-econômicos de áreas cacaueiras.

Os artigos devem ser datilografados em espaço duplo, com o máximo de 2.500 palavras ou 10 folhas tamanho carta (28,0 x 21,5 cm), em uma só face e com margens de 3 cm por todos os lados. Os originais devem ser acompanhados de duas cópias perfeitamente legíveis.

Desenhos e gráficos devem ser feitos com tinta nanquin e não ultrapassar a medida de 18,0 x 20,0 cm; as fotografias devem ter 15,0 x 23,0 cm, em papel fotográfico brilhante com bom contraste. As ilustrações devem ser numeradas e com legendas escritas a máquina, em papel separado. Recomenda-se não dobrá-las para evitar dificuldades na reprodução.

As referências no texto devem ser feitas pelo nome do autor, acompanhado do número de ordem da citação bibliográfica. Ex.: Medeiros (5), ou simplesmente (5). A *Literatura Citada* deve ser organizada por ordem alfabética dos autores, com número de ordem, usando-se o seguinte sistema:

5. MEDEIROS, A.G. Método para estimular a esporulação do *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. em placas de Petri. *Phyton* 22(1):73-77. 1965.

O resumo não deve exceder meia página datilografada, sendo acompanhado de versão em inglês. São aceitos artigos em português, espanhol, inglês e francês.

INFORMATION FOR CONTRIBUTORS

Concepts and opinions given in articles are the exclusive responsibility of the authors. Only articles concerned with agronomic and social-economic problems of cocoa growing areas, which represent a new contribution to the subject, will be accepted for publication.

Articles should be typed in double spacing with a maximum of 2,500 words or 10 letter sized pages (28.0 x 21.5 cm) with a 3 cm margin on all sides, together with two legible copies.

Drawings and graphs should be prepared with India ink not exceeding 18.0 x 20.0 cm; photographs should be 15.0 x 23.0 cm glossy prints with good contrast. Illustrations must be numbered, with the machine typed subtitles on separate paper. To avoid reproduction difficulties it is recommended that enclosures should not be folded.

Text references should appear with the name of the author and/or the order number in the literature citation. The *Literature Cited* should be numbered in alphabetical order employing the following system:

5. MEDEIROS, A.G. Método para estimular a esporulação do *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. em placas de Petri. *Phyton* 22(1):73-77. 1965.

Articles are accepted in Portuguese, Spanish, English, and French.

RELAÇÃO DE TÍTULOS DE MONOGRAFIA

As monografias de autoria de pesquisadores do CEPLAC, bem como as de outros autores, que tenham sido publicadas em revistas de circulação nacional ou internacional, ou em livros, ou em outras formas de publicação, deverão ser encaminhadas ao CEPLAC, para que sejam avaliadas e, se aprovadas, sejam incluídas no Relatório de Atividades do CEPLAC.

As monografias deverão ser encaminhadas ao CEPLAC, em duas vias, acompanhadas de uma carta de recomendação do pesquisador responsável, ou de um atestado de publicação, ou de um atestado de depósito em biblioteca, ou de um atestado de depósito em arquivo, ou de um atestado de depósito em outro órgão competente.

As monografias deverão ser encaminhadas ao CEPLAC, em duas vias, acompanhadas de uma carta de recomendação do pesquisador responsável, ou de um atestado de publicação, ou de um atestado de depósito em biblioteca, ou de um atestado de depósito em arquivo, ou de um atestado de depósito em outro órgão competente.

As monografias deverão ser encaminhadas ao CEPLAC, em duas vias, acompanhadas de uma carta de recomendação do pesquisador responsável, ou de um atestado de publicação, ou de um atestado de depósito em biblioteca, ou de um atestado de depósito em arquivo, ou de um atestado de depósito em outro órgão competente.

As monografias deverão ser encaminhadas ao CEPLAC, em duas vias, acompanhadas de uma carta de recomendação do pesquisador responsável, ou de um atestado de publicação, ou de um atestado de depósito em biblioteca, ou de um atestado de depósito em arquivo, ou de um atestado de depósito em outro órgão competente.

As monografias deverão ser encaminhadas ao CEPLAC, em duas vias, acompanhadas de uma carta de recomendação do pesquisador responsável, ou de um atestado de publicação, ou de um atestado de depósito em biblioteca, ou de um atestado de depósito em arquivo, ou de um atestado de depósito em outro órgão competente.

As monografias deverão ser encaminhadas ao CEPLAC, em duas vias, acompanhadas de uma carta de recomendação do pesquisador responsável, ou de um atestado de publicação, ou de um atestado de depósito em biblioteca, ou de um atestado de depósito em arquivo, ou de um atestado de depósito em outro órgão competente.

As monografias deverão ser encaminhadas ao CEPLAC, em duas vias, acompanhadas de uma carta de recomendação do pesquisador responsável, ou de um atestado de publicação, ou de um atestado de depósito em biblioteca, ou de um atestado de depósito em arquivo, ou de um atestado de depósito em outro órgão competente.

As monografias deverão ser encaminhadas ao CEPLAC, em duas vias, acompanhadas de uma carta de recomendação do pesquisador responsável, ou de um atestado de publicação, ou de um atestado de depósito em biblioteca, ou de um atestado de depósito em arquivo, ou de um atestado de depósito em outro órgão competente.

As monografias deverão ser encaminhadas ao CEPLAC, em duas vias, acompanhadas de uma carta de recomendação do pesquisador responsável, ou de um atestado de publicação, ou de um atestado de depósito em biblioteca, ou de um atestado de depósito em arquivo, ou de um atestado de depósito em outro órgão competente.

As monografias deverão ser encaminhadas ao CEPLAC, em duas vias, acompanhadas de uma carta de recomendação do pesquisador responsável, ou de um atestado de publicação, ou de um atestado de depósito em biblioteca, ou de um atestado de depósito em arquivo, ou de um atestado de depósito em outro órgão competente.



CEPLAC
DIVISÃO DE COMUNICAÇÃO