

PROMECAFE

IHCAFE

Programa Cooperativo Regional
para la Protección y
Modernización de la Caficultura en
México, Centro América, Panamá y El Caribe

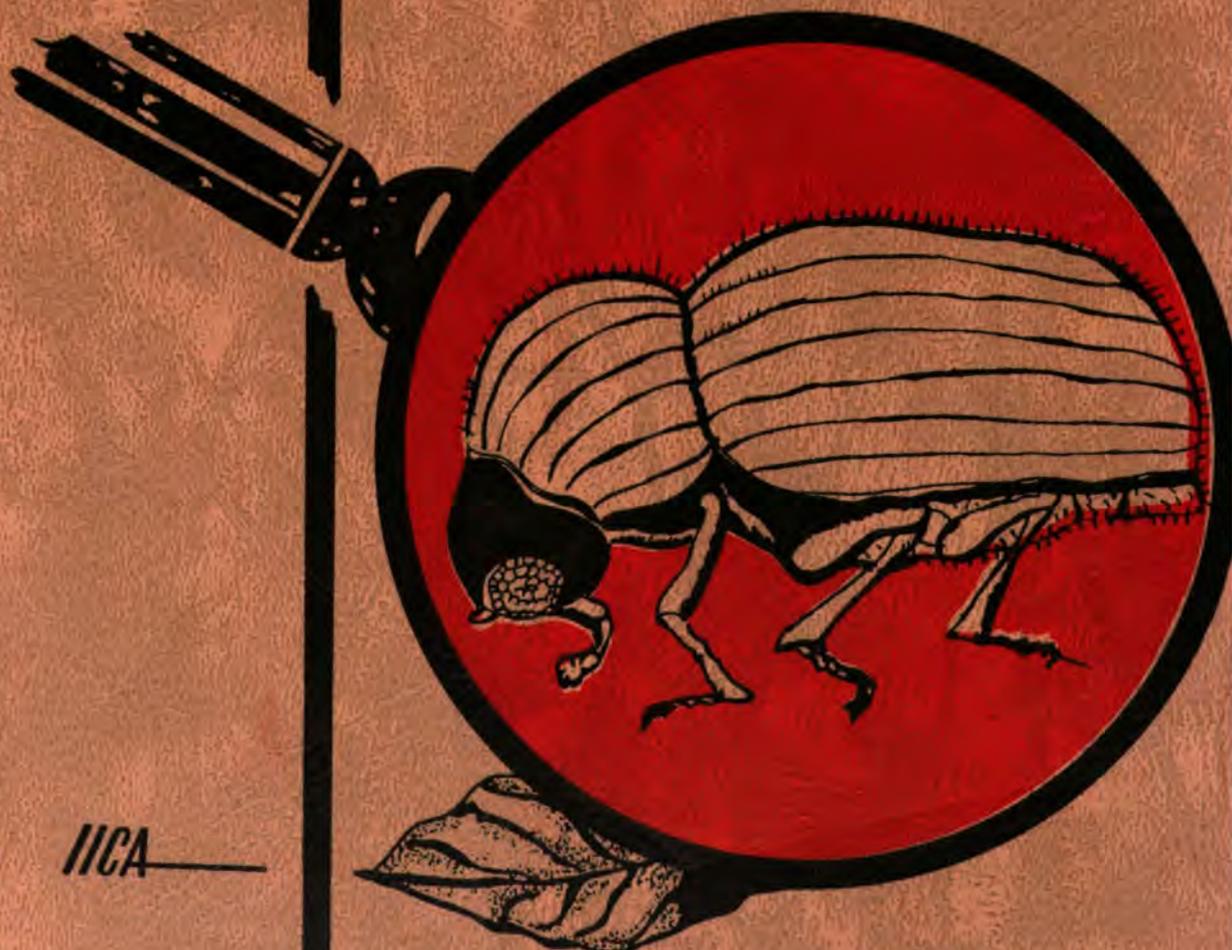
Información Regional

FEB 1988

Instituto Hondureño del Café

MEMORIA

II Curso Regional sobre
Manejo Integrado de Plagas del Cafeto
con énfasis en Broca del Fruto
(*Hypothenemus hampei*, Ferr.)



IICA



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA
AGRICULTURA

Oficina en Guatemala
Apoyo Financiero de AID ROCAP 596 00 90



INIA-CIDIA

Centro Interamericano de
Documentación e
Información Agrícola

1 FEB 1988

INIA — CIDIA

107100

Serie de Publicaciones Misceláneas
No. A1/GT-87-001
ISSN 0534-5391

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA - IICA -
OFICINA EN GUATEMALA

PROYECTO REGIONAL DE CONTROL DE PESTES DEL CAFE
AID/ROCAP No. 596-0090

MEMORIA

II CURSO REGIONAL SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL CAFETO CON
ÉNFASIS EN BROCA DEL FRUTO (*Hypothenemus hampei*, Ferr.)

21 - 26 DE JULIO, 1986

SAN PEDRO SULA, HONDURAS

Editado Por:

Norberto E. Urbina
Entomólogo de PROMECAFE

Abril de 1987

USA

PH-A1/6T

87-001a

BV-001594

00001519

AGRADECIMIENTO

El IICA/PROMECAFE agradece infinitamente a las máximas autoridades del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE) por la colaboración prestada al proporcionar un local para la celebración del curso y personal técnico para dictar charlas sobre sus especialidades.

Asimismo, se agradece sinceramente a las señoritas Silvia Rodríguez y Consuelo Palma, secretarias de PROMECAFE por su dedicación, paciencia y arduo trabajo desempeñado en la elaboración de esta memoria.

El éxito de este curso se debió grandemente a la participación decidida de los distinguidos profesionales conferencistas, a los cuales se les da un agradecimiento muy especial.

II CURSO REGIONAL SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL CAFETO CON
ÉNFASIS EN BROCA DEL FRUTO (Hypothenemus hampei, Ferr.)

COORDINADORES :

Ing. Norberto E. Urbina
Lic. Eduardo Andrade
Ing. Raúl Muñoz H.

EXPOSITORES:

Ing. Elías Prudot, CURLA-UNAH, La Ceiba - HONDURAS
Ing. Raúl Muñoz Hernández, IHCAFE - HONDURAS
Dr. Bernard Decazy, IRCC/PROMECAFE/ANACAFE - GUATEMALA
Ing. Norberto E. Urbina, IICA/PROMECAFE - GUATEMALA
Dr. Sául Edgardo Contreras, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
Ing. Edgar Lionel Ibarra, IICA - HONDURAS
Dr. Peter Baker, CIES - MEXICO
Ing. Néstor M. Tronconi, IHCAFE - HONDURAS
Tec. Hernán Solís Morán, ISIC - EL SALVADOR
Ing. J. Claudio Santos V, IHCAFE - HONDURAS



II CURSO REGIONAL SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS DEL CAFETO CON
ÉNFASIS EN BROCA DEL FRUTO (Hypothenemus hampei, Ferr.)

LISTA DE PARTICIPANTES POR PAISES

MEXICO

Alfonso E. Villanueva Marrufo
Instituto Mexicano del Cafe

Fernando Bahena Juárez
INIFAP - México

GUATEMALA

César Augusto García
ANACAFE - Guatemala

Héctor H. Ochoa Milián
ANACAFE - Guatemala

REPUBLICA DOMINICANA

Francisco Gabriel Estevez Veras
Secretaría de Estado de Agricultura

COSTA RICA

Bernal Cisneros Durán
M.A.G. Costa Rica

Juan M. Hernández Ramírez
M.A.G. Costa Rica

NICARAGUA

Rigoberto Betanco Isaguirre
MIDINRA - Nicaragua

PANAMA

Luis Castañeda
MIDA - Panamá

Francisco Serracín
MIDA - Panamá

EL SALVADOR

Ricardo Rafael Velásquez
INCAFE - El Salvador

Hernán Solís Morán
ISIC - El Salvador

HONDURAS (IHCAFE)

Román Jacobo Matamoros Lazo, San Pedro Sula
Ramón Zaldívar Paredes, Peña Blanca, Cortes
Jorge Alberto Montoya, Tegucigalpa
Alejandro Andino Améndola, La Fe, Ilama, Santa Bárbara
José S. Gaytán, San Pedro Sula
Raymundo Martínez Ramos, San Pedro Sula
Armando Martínez R., San Pedro Sula
Maximiliano Fajardo C., Santa Bárbara
Andrés Rubio Castillo, Comayagua
Luis Alfredo Cruz N., San Pedro Sula
Desiderio Aguilar Villalvir, San Pedro Sula
Edgardo Aníbal Paz Paz, San Pedro Sula
Héctor Laureano Escobar, Quimistán, Santa Bárbara
Helen Rodríguez Cerrano, San Pedro Sula
José Ramón Acosta Mendoza, San Pedro Sula.

I N D I C E

	Página
Lista de Participantes	i
<u>CONFERENCIAS:</u>	
Historia e Introducción al Manejo Integrado de Plagas	1
Elías Prudot	
El Uso de los Pesticidas en el Control Integrado de Plagas	15
Elías Prudot	
Métodos de Muestreo y su Importancia en el Manejo Integrado de Plagas	24
Rául Muñoz Hernández	
Resistencia de los Insectos a los Insecticidas	47
Bernard Decazy	
Clasificación General de los Insecticidas	56
Norberto Enrique Urbina	
Como Preparar Insecticidas para su Uso (Dosificación)	79
Norberto Enrique Urbina	
Procedimientos Básicos para Calibración de Aspersoras	86
Norberto Enrique Urbina	
Fundamentos de la Aplicación de Pesticidas	91
Sául Edgardo Contreras	

	Página
Modelos Estadísticos para las Distribuciones de Frecuencias de Insectos Comunmente Observados en Estudios Entomológicos.	107
Edgar Lionel Ibarra	
Biología, Ecología y Hábitos de la Broca	119
Peter Baker	
La Broca del Fruto del Cafeto <u>Hypothenemus hampei</u> Ferr. (Coleoptera : Scolytidae)	148
Norberto E. Urbina	
Evaluación de la Eficiencia de <u>Beauveria bassiana</u> (Balsamo) Vuillemin en el Control de la Broca del Fruto del Cafeto (<u>Hypothenemus hampei</u> , Ferr. 1867)	167
Néstor M. Tronconi Roberto Darío Agurcia Rául Isaías Muñoz	
Breve Reseña sobre las Acciones orientadas en el Combate de la Broca del Fruto del Cafeto en El Salvador	175
Hernán Solís Morán	
Plagas del Cafeto y su Control	179
Rául Muñoz Hernández	
Descripción, Biología, Ecología y Control de las Principales Plagas del Cafeto	211
Bernard Decazy	
Métodos de Control Químico y Cultural de la Broca del Fruto del Cafeto	219
Bernard Decazy	
Generalidades sobre Nemátodos Fitopatológicos en el Cultivo del Cafeto	231
Néstor M. Tronconi	

Comportamiento de Meloidogyne exigua Goeldi 1887
en Plantas de Cafeto (Coffea arabica L.) Plantadas
en Substratos conteniendo diluciones de suelo +
arena en diferentes proporciones 244

Néstor M. Tronconi
Sílmarr Ferraz
Adair José Regazzi
Jaime Maia Dos Santos

Evaluación del Efecto de la Pulpa de Café, mezclada
al suelo en el desarrollo de Meloidogyne exigua
Goeldi 1887, en Plantas del Cafeto (Coffea arabica L.) 254

Néstor M. Tronconi
Sílmarr Ferraz
Adair José Regazzi
Jaime Maia Dos Santos

Avances del Estudio Fenológico del Cultivar Catuai
(Coffea arabica L.) la Fe, Santa Bárbara - Honduras 268

J. Claudio Santos V.

HISTORIA E INTRODUCCION AL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

* Ing. Agr. M.SC. Elías Prudot

Se dice que los insectos aparecieron en la tierra hace cerca de 300 millones de años, y que el hombre apareció sobre la misma hace 4 y 7 millones de años. Desde unos 10,000 años atrás, el hombre cultiva la tierra y aprendió a formar sociedad con las plantas.

Ubicarnos en el tiempo, nos permite suponer un establecimiento de relaciones en la trilogía hombre-planta-insecto. De manera que estos últimos han afectado a los dos primeros, desde su aparición como tales.

Existen referencias desde hace más de un siglo que señalan la utilización de productos químicos para reprimir problemas fitosanitarios, sin embargo, para acercarnos más al tema que nos ocupa comenzamos los hechos a partir de 1939, año en que cobra gran importancia el Dicloro Defenil Tricloroetano (DDT), cuya característica insecticida fue descubierta por el Suizo Müller, Mérito que le hizo hacerse acreedor al premio Nobel de Medicina. El DDT, fue sintetizado por Zeidler a fines del siglo XIX, por lo que en algunos países le denominan Zeidane.

Por el año 1946 surgen los insecticidas fosforados, luego los carbamatos y en la última década se mencionan como populares a los piretroides.

En 1959 Stern et al, citado por Gallo et al. (1978) establece el concepto de Control Integrado así: "Control Aplicado de Plagas con una combinación del Control Químico y Biológico".

En 1965 según Calvert (1979), Cisneros (1980) y la FAO en un simposio realizado en Roma, propone el siguiente concepto de C.I.P. "Es un enfoque ecológico, multidisciplinario al manejo de poblaciones de plagas, que utilizan una variedad de tácticas de control compatibles en un solo sistema coordinado de manejo de plagas". Este concepto es más sólido, y a partir de entonces surgen una serie de eventos relacionados al Manejo (Control Integrado de Plagas).

Antes de citar algunos ejemplos de C.I.P., es importante destacar que este criterio no hace su aparición como una cuestión sin fundamentos sólidos, por el contrario; la continuidad de hechos con repercusiones contundentes, relacionados con el

* Profesor Titular, CURLA-UNAH, La Ceiba, Honduras, C.A.

uso de pesticidas (principalmente insecticidas), motivó fuertemente a los investigadores en especial a aquellos, para los cuales la protección del medio ambiente y del hombre mismo, no puede verse con soslayo.

Así, en 1970, se lleva a cabo en Carolina del Norte (USA) un seminario sobre CIP, en 1978 se dicta en Lima, Perú, el primer curso intensivo de Control Integrado de Plagas y Enfermedades con énfasis en Maíz y Soya (Universidad Nacional Agraria - "La Molina"); en 1979, se lleva a cabo un evento sobre "Control Integrado de Plagas, en Sistemas de Producción de Cultivos para pequeños agricultores", CATIE - Turrialba, Costa Rica; en 1981 ocurre el Segundo Curso de Control Integrado de Plagas y Enfermedades Agrícolas en la Universidad Nacional Agraria "La Molina" Lima, Perú.

Alrededor de 1983, se crea en la Escuela Agrícola Panamericana, el proyecto "Manejo Integrado de Plagas, activo hasta la fecha; en 1985, se desarrolló en Guatemala un evento sobre la misma naturaleza que el de esta oportunidad; en 1986, el CATIE abre su oficina regional sobre MIP aquí en Honduras siendo este país el quinto en ser conquistado con esos fines; en 1986, se dicta en Guatemala y Honduras un seminario sobre "Manejo Integrado de Plagas para Administradores del Sector Agrícola"

Hemos hechado un vistazo, sobre parte de los tantos eventos tocantes a esta materia, que se han llevado a cabo especialmente en América y desembocamos en éste de hoy, que tan oportunamente promueve PROMECAFE.

Pero no solo conviene citar los acontecimientos, sino también a los hombres, que los llevan a cabo, de manera que parece prudente mencionar algunos nombres de investigadores que han creído en el CIP, aportando su esfuerzo y valor a esta disciplina. Entre otros están: Cisneros y Beingolea (Perú); Marmolejo y Villagas (Colombia); Saunders (Costa Rica); Falcón (Nicaragua); Quezada, Andrews, Mancías (El Salvador), Monterroso (Guatemala); Andrews, (Honduras), este último siendo de USA ha dado mucho de su vida técnica en Centro América; prácticamente es el pionero de MIP en Honduras; Smith, Calvert, Glass, Apple, De bach, etc. (USA).

Las figuras 1, 2, 3, dan una idea de la transformación ordenada que ha venido sufriendo el programa de CIP.

Se ha dicho ya algo sobre CIP y por lo menos un poco debe mencionarse de lo importante que es la ecología dentro de este contexto.

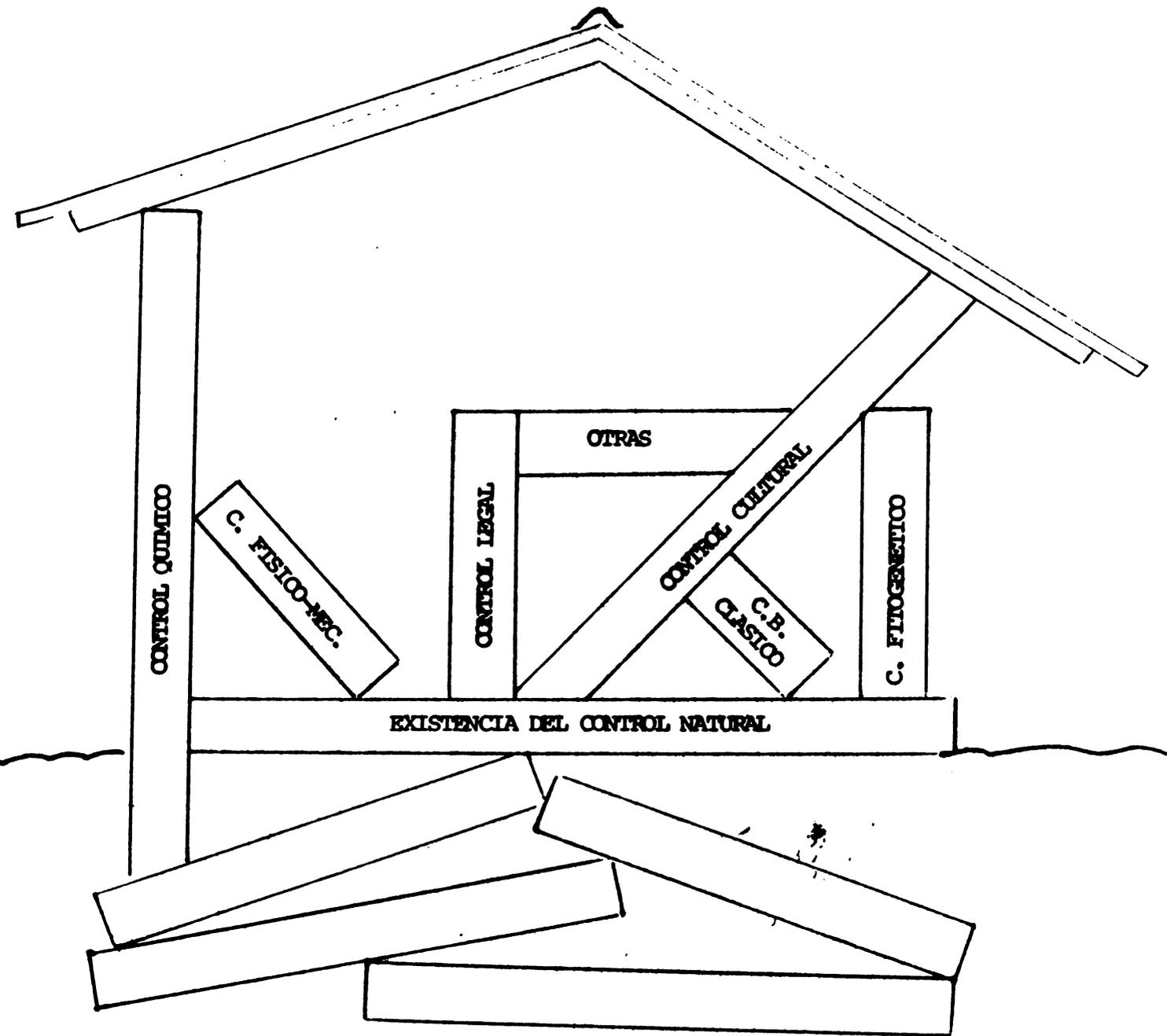


Fig. 1. Las diferentes tácticas de control, en forma aislada, no siempre tienen eficacia.

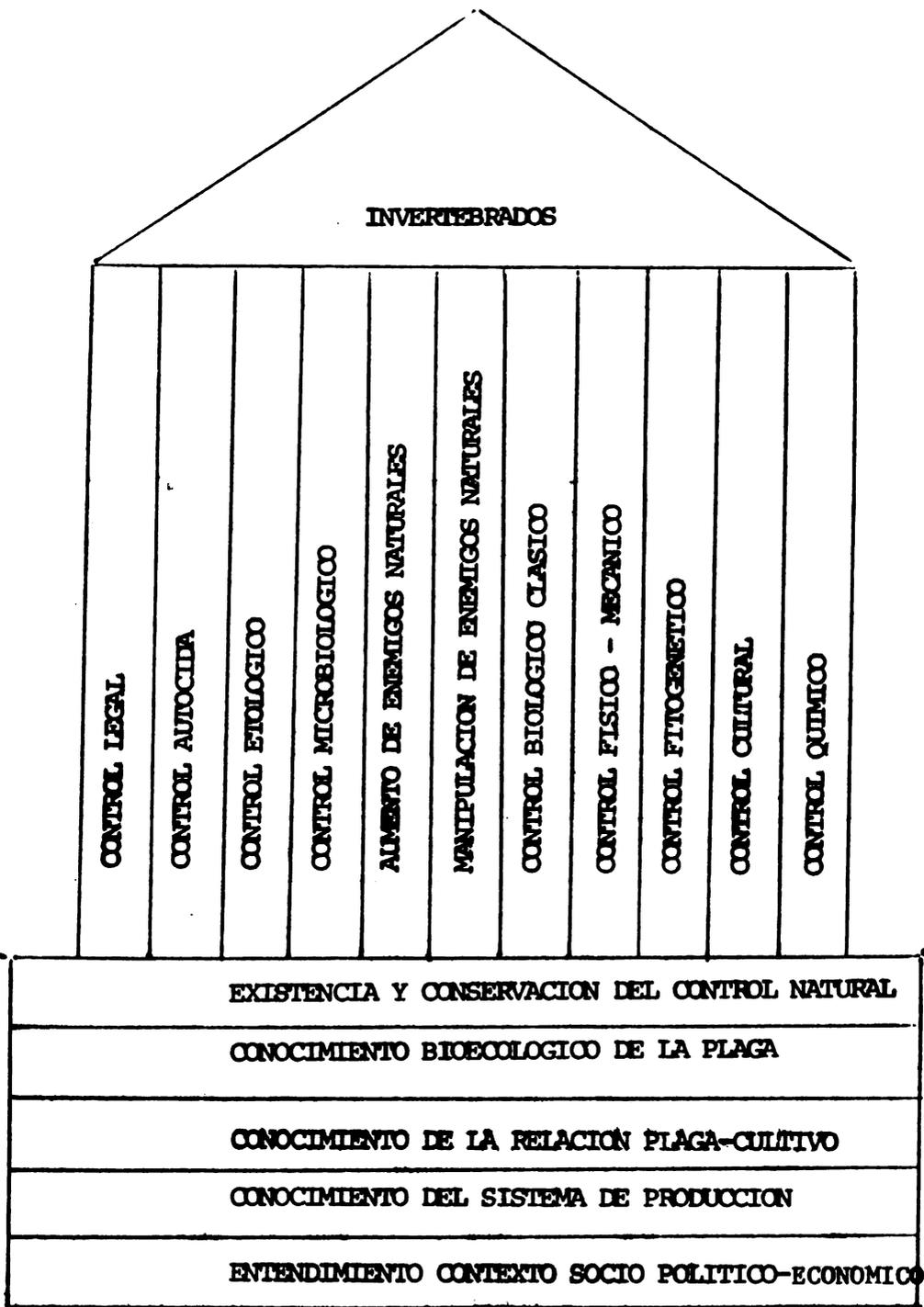


Fig. 2. El edificio "MIP" se comienza a construir sobre fundamentos sólidos y tácticas que armonicen con aquellos y entre sí.

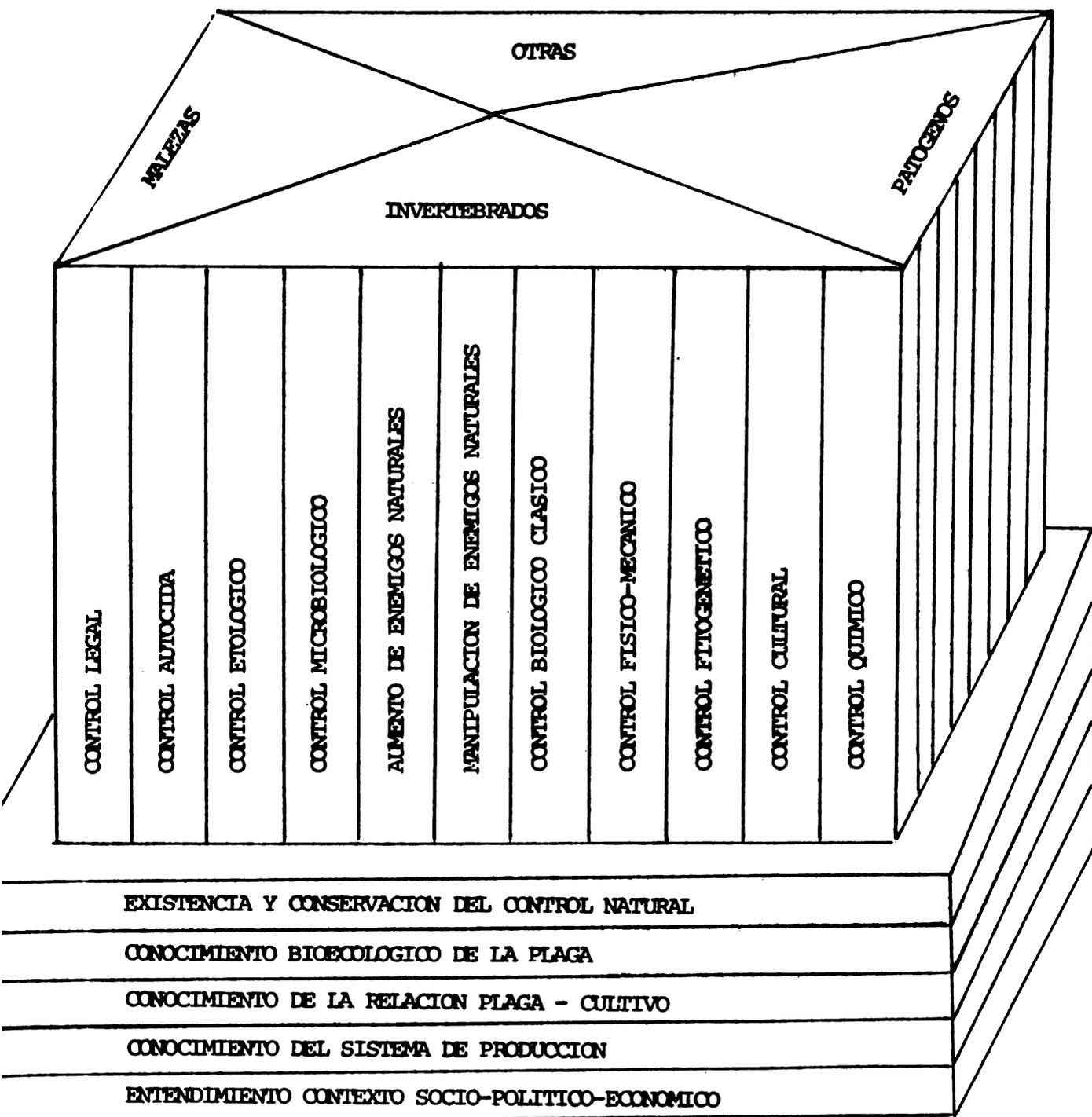


Fig. 3. El "edificio" del Manejo Integrado de Plagas, con sus fundamentos en estrecha relación con una armónica integración de disciplinas y tácticas. (Modificado de González, 1976).

Los esfuerzos de investigación de las diversas técnicas de control de plagas, no llevan otro fin, que el de hacer un uso más racional, de aquellas técnicas de represión que se valen de medios letales y que por cualquier razón que sea, no se les ha sabido manejar adecuadamente; de manera que hombre, planta y animales recibimos el impacto de éste fenómeno.

La ecología, es el estudio de la relación o relaciones de los organismos con el medio ambiente que los rodea. En la consecución de los mejores componentes de CIP, se hace referencia al concepto de agroecosistema; esto no es más que un ecosistema artificial, o sea instaurado por el hombre y manejado a su antojo; de aquí pues, que si el conocimiento sobre el daño o beneficio que a éste (el agroecosistema), se le puede ocasionar no es el adecuado; los efectos negativos se hacen cada vez de mayor importancia en la sobrevivencia del hombre.

Los componentes de un ecosistema son: Sustancias o elementos abióticos. Presentes principalmente en el aire y en el suelo; Organismos Productores (autótrofos) o sea aquellos capaces de elaborar su propio alimento como las plantas; Organismos Consumidores (heterótrofos), estos se valen de los anteriores para sobrevivir o bien de otros organismos heterótrofos (que no elaboran su alimento), pudiendo haber consumidores de primer, segundo, tercer orden etc.; Organismos Descomponedores, presentes en el suelo, constituidos principalmente por bacterias y hongos, los que aprovechan de las células muertas, lo que necesitan para su metabolismo, incorporando el resto al sustrato donde viven, de donde nuevamente son tomados en forma de nutrientes por las plantas.

El hecho que una determinada especie insectil sea encontrada en un campo de cultivo, no significa que es una plaga. Además, no todas las plagas de un cultivo tienen la misma importancia; por esta última apreciación existe una categorización de las plagas. Pero ..¿Qué es una Plaga?. Alrededor de este concepto, existen algunas discrepancias entre los Fitoproteccionistas; por un lado, unos consideran plagas tanto a las enfermedades, a las malezas, a los insectos y otros animales; pero otros excluyen a los dos primeros grupos y definen plaga así: Todo organismo vivo distinto a patógenos y malezas, que afecta negativamente los intereses económicos del hombre; como ejemplos de plagas se citan: ácaros, babosas, ratones, insectos, etc. Particularmente apoyamos ésta definición.

La mayoría de las plagas están constituidas por insectos, los que afectan tanto a nivel de campo como en almacén.

Como se señaló anteriormente existen categorías de plagas (fig. 4) por ejemplo: Plagas claves son aquellas especies de insectos que en forma persistente, año tras año, se presentan en

poblaciones altas ocasionando daños económicos a los cultivos.

Generalmente se trata de una o dos especies, las que en condiciones normales del cultivo carecen de factores de represión naturales eficientes. Puede tratarse de especies introducidas o de especies nativas que se han adaptado favorablemente a variedades de plantas susceptibles. Hypothenemus hampei es un ejemplo.

Las plagas ocasionales se presentan en poblaciones altas solamente en ciertas épocas o años. El incremento de ellas suele estar asociado con factores climáticos, variación en las prácticas culturales, represión por enemigos naturales temporalmente ineficiente, etc.

Las plagas potenciales son aquellas que se presentan en poblaciones bajas, que no afectan la cantidad ni la calidad de las cosechas. La baja densidad poblacional obedece a muchos factores, entre otros: enemigos naturales eficientes, variedades resistentes, etc.

Por extensión, se hace referencia a dos categorías más de plagas, pero ya no considerando la frecuencia con que hacen su aparición, sino que tomando en cuenta la parte de la planta que dañan: Plaga directa cuando ejercen su acción sobre los órganos de la planta que el hombre va a cosechar y Plaga indirecta cuando afecta órganos no cosechables, ejemplo: H. hampei y Leucoptera coffeella respectivamente.

Dinámica de poblaciones. Las poblaciones de insectos no son inalterables y esto es obvio imaginarlo cuando relacionamos estos organismos, con los factores que afectan su sobrevivencia y determinan su distribución y abundancia (fig. 5).

Como la condición de plaga está dada por la densidad de población, existen dentro de ésta distintos estratos, los que justamente marcan la importancia de una determinada especie para decidir si se toman medidas de control o no (fig. 6). En ella se observan tres niveles de población: Densidad Promedio de Equilibrio (D.P.E.), Límite Económico de Infestación Tolerable (L.E.I. T.) y Nivel de Daño Económico (N.D.E.)

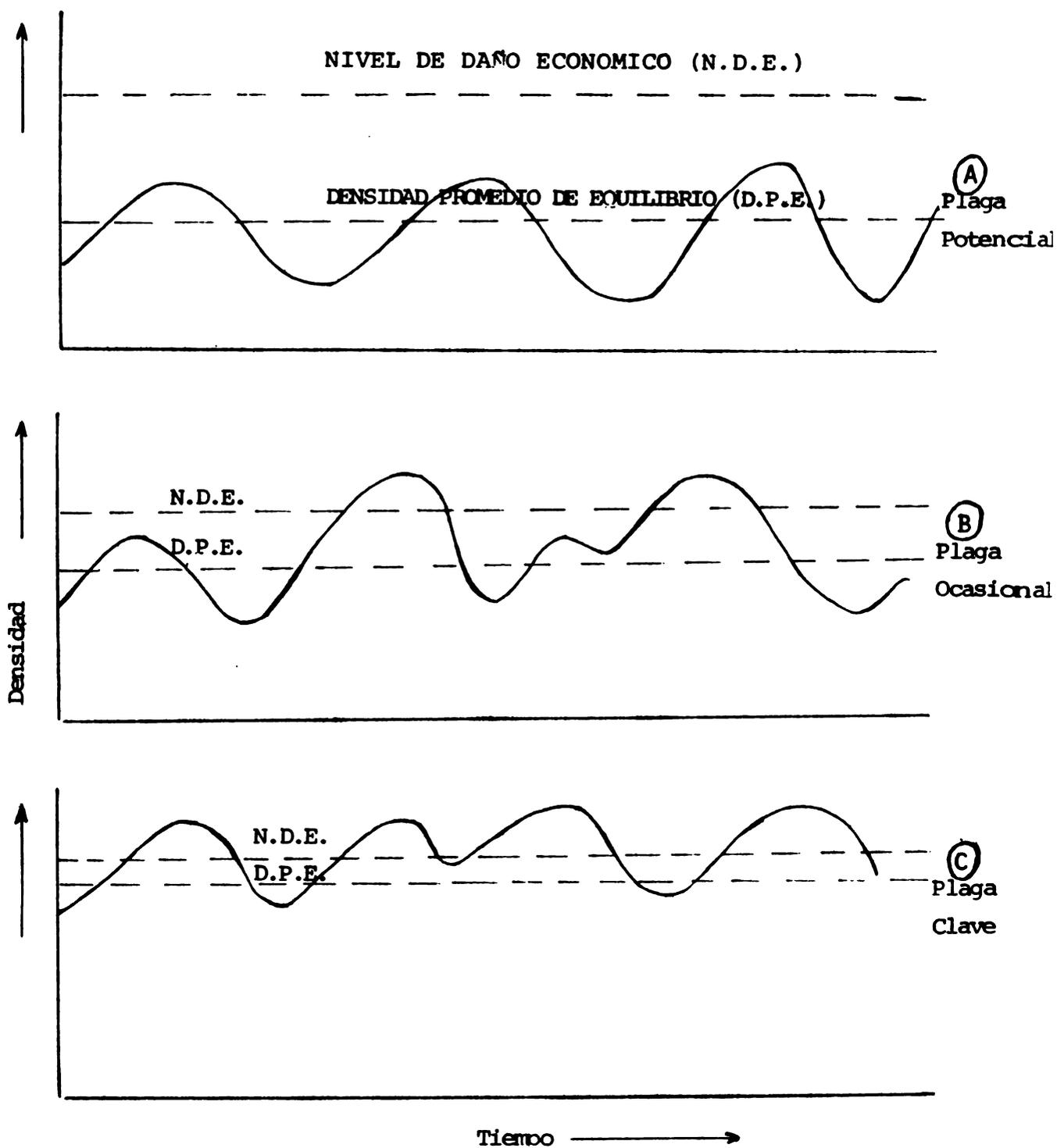


Fig. 4. Representación esquemática de poblaciones de insectos fitófagos: Fluctuaciones de sus densidades en relación con el nivel de daño Económico. (Tomado de Cisneros, 1980).

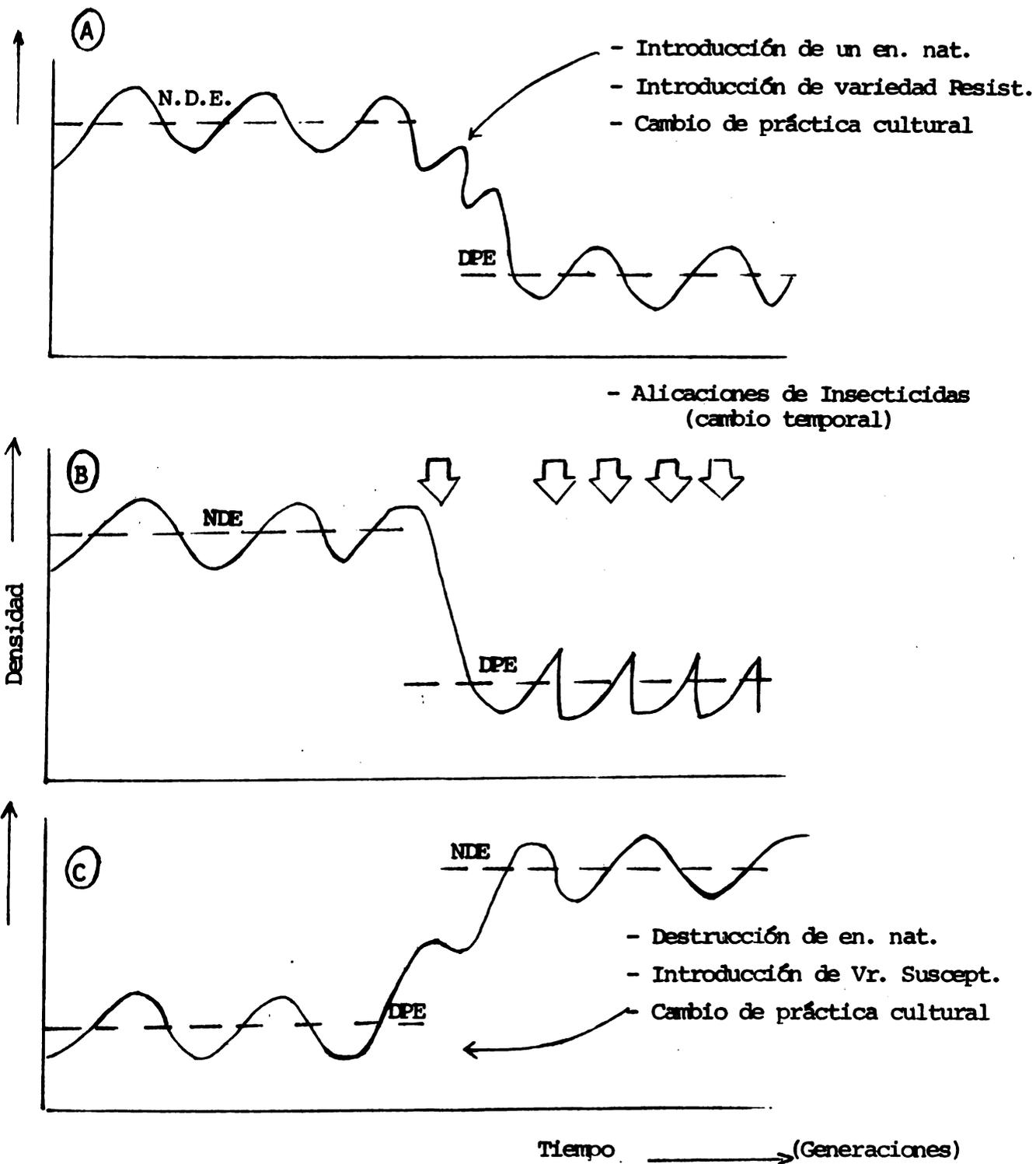


Fig. 5. Algunos casos de alteraciones en la Densidad Promedio de Equilibrio de poblaciones de insectos fitófagos.

A: Plaga clave deja de serlo

B: Hay intenso uso de insecticidas

C: Una plaga potencial se vuelve clave (Romado de Cisneros, 1980)

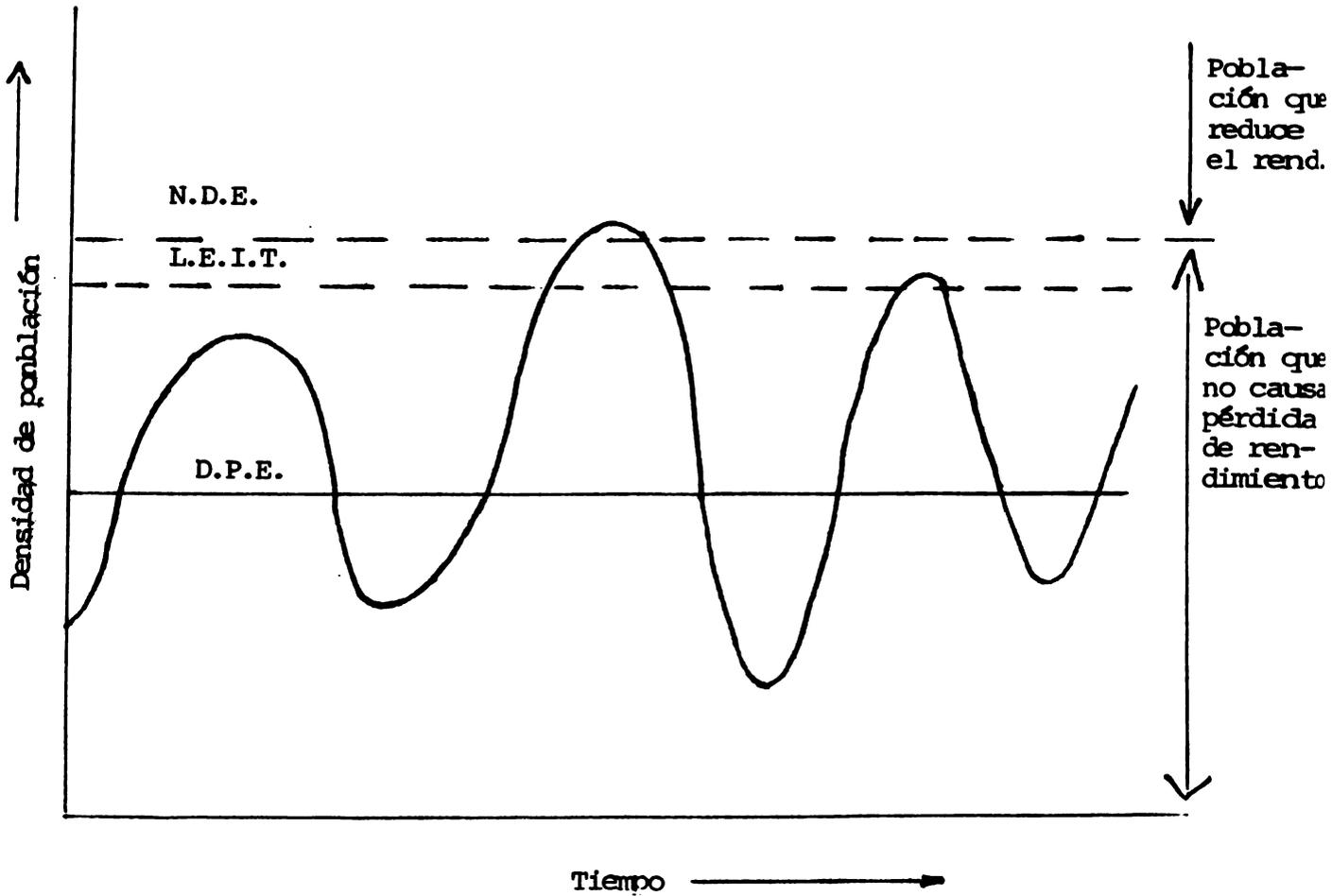


Figura 6. Representación esquemática de las fluctuaciones de las densidades de una plaga en relación con los conceptos de Densidad Promedio de Equilibrio, límite Económico de infestación tolerable y Nivel de Daño Económico. (Tomado de Cisneros, 1980, basado en Stern, 1966).

Tipos de control de plagas. Desde la aparición de los insectos y otros organismos, nocivos por competir con los intereses del hombre, éste utilizó una o varias técnicas para obtener el mayor provecho de su esfuerzo. Así hoy en día se tiene conocimiento sobre una diversidad de formas, técnicas, tácticas, tipos, etc. de control de plagas.

Control mecánico, físico (algunos los unen y le llaman control físico-mecánico), cultural, etológico, genético (autocida), fitogenético y químico. Haciendo uso de las formas de control más susceptibles a ser unificadas, nace el concepto de CONTROL INGREGADO DE PLAGAS, que ya fué mencionado anteriormente, en la reseña histórica que sobre este tópico se hizo anteriormente.

Como toda táctica de control, el CIP tiene sus propias características, como ser:

- 1o. En el CIP no se busca la represión total de las plagas, sino su mantenimiento a niveles bajos.
- 2o. Ninguna plaga es considerada como particular, sino como un elemento más del agroecosistema (del que forman parte además las otras plagas, la planta, enemigos naturales, etc.).
- 3o. En el CIP, a los insecticidas se les reconoce su gran valor como elementos tóxicos; tomándolos en consideración por su efecto sobre los demás componentes del ecosistema, los que pueden disminuirse mediante la selectividad.

El CIP también tiene sus impedimentos al igual que cualquier otra técnica de represión de plagas:

- 1o. Impedimentos Técnicos:
 - a) Demanda de personal especialmente entrenado para evaluar el CIP.
 - b) Ignorancia de lo que significa el CIP y una protección vegetal racional.
- 2o. Impedimentos Organizacionales:
 - a) Falta de cooperación y coordinación entre entidades involucradas en la protección vegetal, debido en gran parte a la falta de relaciones armónicas entre instituciones y a nivel individual a veces dentro de la misma institución.

- b) Inestabilidad del personal u organizaciones encargadas de la protección vegetal.

3o. Impedimentos económicos:

- a) Asignación de fondos insuficientes para la investigación sobre protección vegetal y su protección al campo.
- b) Bajos salarios del personal dedicado a la investigación en protección vegetal y al desarrollo y aplicación de programas de CIP.

4o. Impedimentos Educativos:

Esto es relativo a las dificultades surgidas de la rapidez con que avanzan los conocimientos científicos en que descansa el CIP y su proyección hacia los agricultores, agrónomos y funcionarios en posiciones de decisión.

5o. Impedimentos de Comercialización:

La relación entre ofertantes y demandantes no es la ideal.

FUTURO DEL CIP. Tomando como referencia los ejemplos con buenos resultados llevados a cabo sobre CIP, entre los que figuran: Control de Plagas del Algodonero en el valle de Cañete, Perú; Control de Plagas del Manzano en Nueva Escocia (Canadá); Control de Plagas de la Alfalfa en California (USA) y otros casos más; tomando en cuenta además la frecuencia con que eventos de esta naturaleza se están dando; y finalmente considerando las restricciones hechas, como producto del control de calidad; El CIP tiene un porvenir favorable. Nosotros tenemos la responsabilidad de demostrar que el CIP no es una UTOPIA.

REFERENCIAS

- AGUILERA, V. HUMBERTO. 1978 Consideraciones Tendientes a un Control Integrado de la broca del grano del café. *Hypothenemus hampei*). Seminario Sobre Manejo Integrado de Plagas, (copia mimeografiada), CATIE, Turrialba, Costa Rica. 14 pp.
- ANDREWS, K.L. 1984. El Manejo Integrado de Plagas Invertebradas en Cultivos Agronómicos, Hortícolas y Frutales en la E.A.P. Proyecto MIPH, El Zamorano F.M. Honduras, C.A.
- BEINGOLEA, O.D. 1980. El Futuro del Control Integrado de las Plagas Agrícolas (CIP); en *Rev. Per. Ento.* 23(1): 7-15.
- BORROR, D.; D. De LONG; Ch. TRIPLEHORN. 1981. *An Introduction to the Study of Insects.* 5ª ed. CBS College Publishing. Philadelphia, USA. 827 pp.
- CALVERT, D. 1979. Historia del Control Integrado de Plagas; en *Control Integrado de Plagas en Sistemas de Producción de Cultivos para Pequeños Agricultores.* Turrialba, Costa Rica. Vol. 1, p. 141.
- CARSON, R. 1960. *Primavera Silenciosa;* Barcelona, España. 344 pp.
- CISNEROS, F. 1980. *Principios del Control de Las Plagas Agrícolas.* 1era. ed. Ed. Pacif. Press. Lima, Perú. 189 pp.
- COMSTOCK, J.H. 1940. *An Introduction To Entomology* 9a. ed. Ed. Plimpton Press, Norwood, Mass. USA. 1064 pp.
- DE BACH, P. 1977. *control Biológico de las Plagas de Insectos y Malas Hierbas.* 5ta. ed. Ed. CECOSA. México, D.F. 949 pp.
- FALCON, L.A. 1979. *Principios de Control Integrado de Plagas; en Control Integrado de Plagas en Sistemas de Producción de Cultivos para Pequeños Agricultores.* Turrialba, Costa Rica. Vol. II, P. 6-31.
- FERNALD, H.T.; H.H. SHEPARD. 1955. *Applied Entomology* 5ta. ed. Ed. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York, USA. 385 pp.
- GALLO, D.; O. NAKANO; S. SILVEIRA NETO; R.P. LIMA CARVALHO; G. CASADEI De BATISTA; E. BERTI FILHO; J.R. POSTALI PARRA; R.A. ZUCCHI; S. BATISTA ALVES. 1978. *Manual de entomología Agrícola.* Ed. CERES. Sao P. Brasil. 531 pp.
- KING, A.B.S.; J. SAUNDERS. 1984. *Las Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central.* CATIE. Costa Rica. 182 pp.

- LE PELLEY, R. H. 1973. Las Plagas del Café. Ed. Labor. Barcelona, España. 693 pp.
- MARMOLEJO, F.; D. VILLEGAS. 1978. Desarrollo y Avance de Los Programas de Control Integrado en Colombia; en Principios Generales de Control Integrado de Plagas y Enfermedades con Enfoque en Maíz y Soya. Primer Curso Intensivo de CIP La Molina, Lima, Perú. 7 pp.
- N. A. S.; 1980. Manejo y Control de Plagas de Insectos. Control de Plagas de Plantas y Malas Hierbas. 1era. ed. Ed. Limusa, Vol. III, México, D.F. 511 pp.
- ODUM. E.; 1972. Ecología. 3era. ed. Ed. Interamericana S.A. de C.V. México. 639 pp.
- QUEZADA, R. 1985. Factibilidad del Uso de Enemigos Naturales de la Broca del Café, (Hypothenemus hampei); en Actividades en Turrialba, CATIE. Costa Rica. Vol. 13(4): 5 pp.
- 1986. Principios, Fundamentos y Tácticas del Manejo Integrado de Plagas. Conferencia Presentada en "Seminario Sobre Manejo Integrado de Plagas para Administradores del Sector Agrícola". Guatemala y Honduras, 4-6 de Marzo, 1986. Copia mimeografiada. CATIE. 23 pp.
- RAVEN, K.; 1978. Resistencia a Insecticidas; en Principios Generales de Control Integrado de Plagas y Enfermedades con Enfoque en Maíz y Soya. Primer Curso Intensivo de CIP. La Molina, Lima, Perú. 7 pp.
- SAUNDERS, J.; A. KING; C. VARGAS; 1983. Plagas de cultivos en América Central, una Lista de Referencia. CATIE. 90 pp.
- SMITH, R.F.; J. L. APPLE. 1978. Principios de Control Integrado de Pestes, en Principios Generales de Control Integrado de Plagas y Enfermedades con Enfoque en Maíz y Soya. Primer Curso Intensivo de CIP, La Molina, Lima, Perú. Vol. I.
- VAN EMDEN, H. F.; 1977. Control de 1977. Control de Plagas y su Ecología. Cuadernos de Biología Ed. Omega, Barcelona, España. 64 pp.

EL USO DE LOS PESTICIDAS EN EL CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS

* Ing. Agr. M.SC. Elías Prudot

INTRODUCCION

La agricultura comenzó por ser un inspirado invento para alimentar a la humanidad. Se ha convertido en un negocio para el enriquecimiento de mucha gente que no siembra ni cosecha.

La agricultura, ha dado origen a una filosofía que sostiene, que cualquier cosa que obstruya las metas del negocio agrícola debe ser eliminada.

Dentro de este contexto se ha adjudicado a los insectos el papel de indeseables y se ha desarrollado una gigantesca industria dispuesta a exterminarlos. Una de las consecuencias de esta actitud moderna hacia la agricultura y los insectos, es el empobrecimiento y destrucción del ambiente. La cruzada contra los insectos ha sido justificada como una campaña contra el hambre.

Al haber hecho la apreciación anterior, corresponde preguntarnos lo siguiente:

- ¿Merecen los insectos en general ser vistos con una óptica destructiva?
- ¿Deben los insectos ser destruidos aún a costa de la destrucción misma del hombre?
- ¿Hasta que punto se protege a la agricultura a través del uso de sustancias abióticas letales?
- ¿Cuál es la situación actual y futura de los países menos adelantados, si no reparamos juiciosamente sobre los pesticidas?

Justamente el día de hoy, apareció en un diario de este país (El Tiempo, 21 de julio de 1986), un artículo responsabilizado por cuatro distinguidos profesionales de medicina y farmacia y un miembro obrero del CCOPH (Comité Coordinador de Organizaciones Populares de Honduras). En este artículo se hace un recuento cronológico de pesticidas, que desde hace muchos años han dejado de ser usados en países más avanzados y sin embargo siguen siendo utilizados en el nuestro. De tales productos se sostiene que afectan al

* Profesor Titular CURLA-UNAH
La Ceiba, Honduras, C.A.

hombre por sus efectos oncogénicos y teratogénicos. Probablemente la falta de sutileza en nuestras apreciaciones o en las de aquellos técnicos que tienen poder de decisión no nos permiten deshacernos de tan ingentes problemas.

Que oportuna resulta esta carta pública, justamente cuando iniciamos un curso sobre Manejo Integrado de Plagas, en donde los pesticidas (principalmente Insecticidas) son sometidos a severas críticas, por las razones que ya todos imaginamos.

En una intervención anterior a ésta hecha por el Dr. Contreras refiriéndose a los efectos de la TOXICIDAD, mencionó a Paracelsus (1493-1541); quién sostenía que "La dosis correcta, establece la diferencia entre el remedio y el veneno". Justamente por el desconocimiento de lo perjudicial que son los insecticidas, es que muchas personas, al usarlos sufren consecuencias fatales.

He aquí algunos ejemplos que corroboran lo anterior. En 1983, una madre aflijida por la severa infestación de Pediculus humanus (piojos), que sufrían dos de sus hijas aplicó Parathion puro en la cabeza de ellas y al día siguiente luego de una lastimosa agonía perecieron junto con su padre, quien para calmarles su sufrimiento, se durmió en el mismo lecho que ellas, ignorando los efectos que le provocarían la inhalación de veneno impregnado en el cabello de las niñas, obviamente ellas murieron por intoxicación dermal. Lo anterior ocurrió en un caserío del Depto. de Santa Bárbara, Honduras.

Se han recogido otros casos, citados por Carson (1962), quien señala el caso de "Un niño de un año, había sido llevado a vivir a Venezuela con sus padres. En la casa donde se mudaron había cucarachas y después de unos cuantos días emplearon un insecticida conteniendo ENDRIN. El niño y el perrito de la familia fueron sacados de la casa antes de hacer la pulverización, a eso de las nueve de la mañana. Después de pulverizar se fregaron los suelos. El niño y el perro volvieron alrededor de media tarde. Cosa de una hora después el perro vomitó, empezó a sufrir convulsiones y murió, a las 10 de la noche del mismo día empezaba a vomitar el bebé, era presa de convulsiones y perdía el sentido, tras aquel fatal contacto con el ENDRIN, la saludable criatura se convirtió en poco más que un vegetal: incapaz de ver ni oír, sujeto a espasmos musculares frecuentes; y con la apariencia de estar completamente desarraigado del contacto con cuanto le rodeaba. Meses después fué tratado en New York y los médicos dijeron, que era sumamente dudoso que pudiera presentarse algún grado de recuperación útil".

El ENDRIN es un miembro más de lo que en algún tiempo se denominó la "Docena sucia".

En Florida, "Dos niños encontraron un saco vacío y lo usaron para arreglar un columpio. Poco después ambos murieron y 3 niños más enfermaron. El saco había contenido Parathion". Pero no solo accidentalmente ocurren accidentes con los insecticidas (pesticidas en general). La misma autora a que hemos venido refiriéndonos, cuenta que "Un químico, deseando saber cual es la dosis agudamente tóxica para el ser humano, tragó Parathion 0,00424 de onza. Sufrió parálisis tan súbitamente, que no tuvo tiempo de alcanzar los antidotos que había preparado y murió".

Con todo lo anterior y más aún, los pesticidas parece - que seguirán siendo usados por mucho tiempo, todo parece indicarlo así, de manera, que no nos resta más que aprender a combinarlos con otros métodos de control y usar estos productos en la mejor forma posible; prueba de ello es la enorme producción mundial que de estos productos ocurre en el mundo. Uno de los principales países es United States of América. Pero es mas elocuente observar la gráfica 1 y 2, que por si sola deja mucho al respecto.

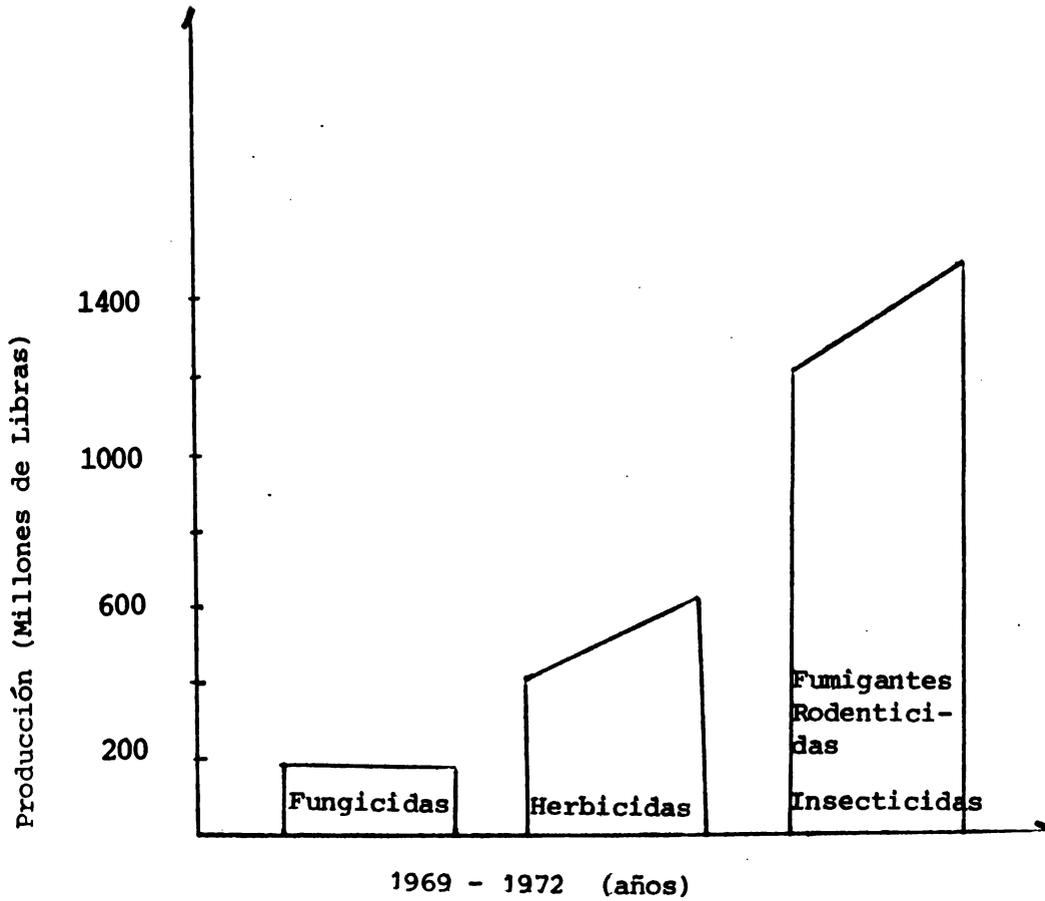
USO SELECTIVO DE PESTICIDAS

Se considera selectivo a un pesticida cuando su aplicación es capaz de destruir a uno o varios organismos perjudiciales sin causar daño a los benéficos. No existen pesticidas selectivos ideales aunque hay productos con tendencia a la selectividad, por ejemplo: Insecticidas sistémicos de rápida penetración a la planta; los fungicidas sistémicos, los herbicidas (que mucho progreso han tenido en lo que a selectividad se refiere).

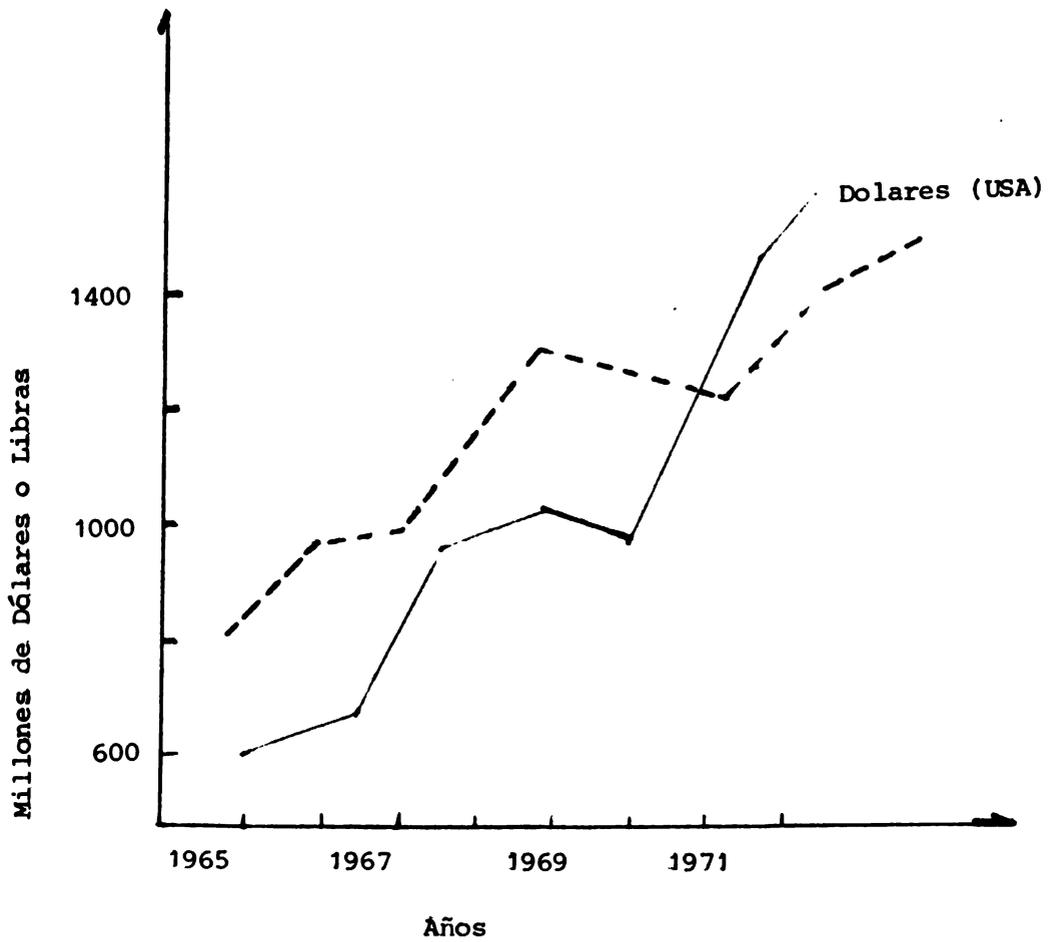
No es raro que se escuche decir a algunos especialistas que es necesario crear productos selectivos a nivel de especie, esto carece de fundamento práctico y económico, puesto que dentro de un cultivo no siempre existe solo una especie con el mismo hábito de alimentación. El agricultor por otro lado vería no muy apropiada esta circunstancia, ya que tendría que comprar un producto para cada plaga.

La selectividad puede ser fisiológica o ecológica.

La fisiológica se da cuando distintos organismos son expuestos directamente a un producto y se observan efectos diferenciales entre sí.



GRAFICA.1. Producción de materiales según su clase
(Modificado de Parker, 1981)



GRAFICA 2. Producción de pesticidas y ventas en los Estados Unidos (Modificados de Parker, 1981)

La selectividad ecológica se da cuando un organismo no resulta afectado debido a que queda fuera del alcance del producto aplicado; esta tiene que ver mucho con el habitat del individuo.

A pesar de que los insecticidas afectan procesos vitales comunes a todos los insectos, existen marcadas diferencias en el grado de susceptibilidad o tolerancia que presentan las diferentes especies o grupos de especies. Las diferencias obedecen a fenómenos como:

- Mayor o menor velocidad de penetración del insecticida al cuerpo del insecto.
- Capacidad de almacenamiento y excreción.
- Diferencias en el grado de penetración e intensidad de ataque en el sistema susceptible.
- Diferencias en el proceso metabólico del producto en el organismo del insecto; donde este producto se descompone rápidamente (se biodegrada), o se vuelve más activo. Ambos fenómenos se fundamentan en procesos enzimáticos. Conviene recordar aquí, la forma como actúan los insecticidas fosforados a la altura de la sinapsis (sistema nervioso central); inhibiendo la acción de la colinesterasa, enzima que actúa sobre el transmisor químico que se conoce como acetil colina, encargado precisamente de provocar las convulsiones de reacción, frente al estímulo que por acción del insecticida recibe el insecto. Es decir, que al ser bloqueada la colinesterasa por acción del fosforado, la acetil colina ejerce una mayor acción sobre el sistema nervioso central hasta descontrolarlo totalmente y esto produce la muerte al organismo.

Se considera tres categorías de insecticidas en cuanto a su grado de selectividad:

1. Sustancias activas Monotóxicas. Son aquellas que en virtud de sus propiedades específicas afectan solo a una especie, por ejemplo el Nitrocarbazol que se usó para controlar las polillas de la vid Clysia y Plychosis en Europa desde 1942, sin usarlo para otras plagas, porque no producía un eficiente control. Finalmente fué sustituido por otros productos de amplio espectro.
2. Sustancias activas Oligotóxicas. Denominadas así porque ejercen su acción sobre un número limitado de especies (dentro de un rango relativamente amplio de dosificaciones): por ejemplo, usando Schradan (fosforados) pueden controlarse

áfidos del sauce con un DL_{50} de 22 mg/Kg., mosca doméstica con 1932 mg./Kg. y la cucaracha americana (Periplaneta americana) con 2170 Mg./Kg.

3. Sustancias activas Politóxicas. Son aquellas cuyo efecto es muy diverso, actuando sobre organismos plagas, benéficos e indiferentes. Son las denominadas de amplio espectro y des de luego las preferidas por la mayoría de los agricultores; los que generalmente son más baratos debido a los grandes volúmenes de consumo-producción. Sin embargo, para fines de control integrado de plagas, estos son los que menos con viene usar.

Por otro lado, en cuanto a los tipos de selectividad se - pueden nombrar los siguientes:

- a) Selectividad por Ingestión. Propia de aquellos productos que deben ser ingeridos para ejercer su acción (llamados por eso estomacales) por ejemplo: Arseniato de plomo, DIPEL - (B. thuringiensis), etc.
- b) Selectividad por acción Sistémica. Propia de insecticidas sistémicos, actuando contra picadores, chupadores, los que una vez dentro del torrente de savia, generalmente no dejan residuos superficiales que puedan afectar por contacto a los enemigos naturales. Como ejemplo: Aldicarb (conocido el - producto comercial como Temik) es un Carbamato estrictamente sistémico.
- c) Selectividad por Efecto Fugáz. Ciertos insecticidas se bio-degradan rápidamente (nicotina, fosdrin).
- d) Selectividad según El Grado de Dosificación. Se considera que jugando con la dosis se puede conseguir bajar la población de la plaga, usando menos de lo que corrientemente se recomienda. Herrera citado por Cisneros (1980), usó 165 cc. de Metasystox/ha. en lugar de 1000 que era lo recomendado y obtuvo una mortalidad de 98% de la población de áfidos del algodónero; al tiempo que preservaba los enemigos naturales tanto de áfidos, como de otras plagas. 20 años después se ha demostrado, que esta dosificación no conlleva a resistencia por parte de los áfidos.
- e) Selectividad por Forma de Aplicación. Esto es, considerando las siguientes formas:

- i. El efecto de las formulaciones, es decir si se va a aplicar un polvo seco, un granulado, etc., etc.
- ii. Aplicaciones a la semilla. Proteje durante la germinación y a la planta tierna, tal es el caso de Aldrin sobre la semilla de algodón.
- iii. Cobertura parcial de la planta. Aplicable con mayor facilidad cuando la plaga tiene tendencia a agregarse en determinada área de la planta.
- iv. Cobertura parcial del campo (desmanches).
- v. Selectividad por atracción de cebos tóxicos.

R E F E R E N C I A S

Barbera, C. 1976. Pesticidas Agrícolas Ed. Omega
2da. ed. Barcelona, España 569 pp.

Cañizo, J. A.; R. Moreno; C. Carijo. 1981. Guía
práctica de plagas. Ed. Mundi Prensa. Madrid,
España. 371 pp.

Carson, R.; 1960. Primavera Silenciosa, Barcelona,
España. 344 pp.

Cisneros, F.; 1980. Principios de control de las
plagas agrícolas. 1era. ed., Ed. Pacific. Press,
Lima, Perú. 189 pp.

Gunther, F.A.; L. R. Jeppson 1969. Insecticidas Moder
nos y la Producción Mundial de Alimentos. Ed.
CECSA, 3era ed., México, D.F. 293 pp.

N.A.S.; 1980. Manejo y control de Insectos-control
de Plagas de Plantas y Malas hierbas. Ed. LIMUSA,
1era. ed., Vol. III. México, D.F. 511.

METODOS DE MUESTREO Y SU IMPORTANCIA EN EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

* Raúl Muñoz Hernández

1. INTRODUCCION

El conteo total de los insectos que integran una población en un área determinada es casi imposible en la práctica, debido a limitaciones de tiempo, personal, accesibilidad, riesgos de destruir el habitat y falta de recursos económicos. Por lo que la mayoría de los casos se recurre al muestreo para estimar la población.

En el manejo de plagas es esencial el muestreo para poder determinar la distribución y la abundancia, tanto de organismos dañinos como benéficos.

No puede haber toma de decisiones sino se determina el nivel económico y el status de la población insectil en un momento dado.

Sarmiento (1981), menciona que el manejo de plagas tiene como principales objetivos, el uso racional de insecticidas basado en la determinación de niveles de daño económico, protección y fomento de la fauna benéfica, y la integración de tecnologías de control de efectividad comprobada. Ninguno de estos objetivos podrán cumplirse sino se dispone de un método de evaluación preciso, relativamente simple y de fácil aceptación por el productor y los agentes de extensión.

Ruesink y Kogan (1975), coinciden en que el manejo de plagas moderno no puede realizarse sino se tiene un estimado acusioso de la densidad de las poblaciones de plagas, sus enemigos naturales, o sin evaluaciones reales del daño a la planta o su efecto sobre el rendimiento.

* Ing. Agr., M.Sc. Coordinador del Programa de Entomología del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), Apdo. 329 San Pedro Sula, Cortés, Honduras, C.A.

2. FINES DE LA EVALUACION DE INSECTOS

La evaluación de niveles poblacionales de insectos tiene dos fines fundamentales:

- 2.1. Para investigación básica
- 2.2. Para tomar decisiones en la ejecución de programas de control integrado.

El muestreo con fines de investigación básica, requiere de estimados precisos de los parámetros, y es esencial para determinar fluctuaciones estacionales, umbrales económicos, tablas de vida, tasas de mortalidad, etc. El muestreo para toma de decisiones de control requiere de estimados menos acusiosos, pero rápidos para poder clasificar las poblaciones en categorías de decisión, tales como "aplicar" "o no aplicar" un insecticida, liberar un agente benéfico (Sarmiento 1981).

Una vez que se han determinado los umbrales económicos; estimados de niveles de población para tomar decisiones de manejo, son suficientes para conducir un programa de control integrado de plagas (Irwin 1978). González (1970), considera al muestreo de insectos como el cimiento de un edificio por cuanto a partir de él se construyen las columnas que sustentan la estrategia del control integrado. (Fig. 1). Ver ejemplos para calcular el umbral económico para el control de broca.

3. PRINCIPIOS PARA LA DECISION DE CONTROL

Según De La Torre (1980), existen 2 principios fundamentales relacionadas a las medidas de control.

- 3.1 No se debe llevar a cabo ninguna especie de control contra una plaga, a menos que dicha plaga se encuentre presente en realidad. En caficultura a menudo, no se obedece este principio; muchas veces el caficultor y aún el técnico, sigue a ciegas un programa de control, sin preocuparse en determinar si la plaga en cuestión se encuentra realmente en su finca.
- 3.2. No tomar medidas de control de ninguna clase, a menos que se sepa que los insectos están presentes en cantidades suficientes como para causar daños importantes desde el punto de vista económico. Esto implica que debemos tener un amplio conocimiento de la plaga, de la planta y la inter-relación con el medio para establecer el umbral económico.

4. CONCEPTOS BASICOS RELACIONADOS CON EL MUESTREO DE INSECTOS

El muestreo para ser lo más preciso posible, debe considerar en su estrategia un conocimiento previo de los tipos de distribución de la población, de los métodos de muestreo y de los factores que pueden influenciarlo.

4.1. Tipos de distribución espacial de las poblaciones

4.1.1. Distribución al azar: es el tipo de arreglo más simple; las hipótesis ecológicas requeridas para aceptar que los insectos se hallan distribuidos al azar son:

- Que todos los puntos en el espacio tengan la misma probabilidad de ser ocupados por un individuo.
- Que la presencia de un individuo en un punto cualquiera no afecta la ubicación de otro.

Esta distribución casi no ocurre en la naturaleza porque supone que todo el espacio reúne condiciones de habitabilidad, y que los individuos de una población no interactúan o son indiferentes a la presencia de otro (Fig. 2 A).

4.1.2. Distribución regular o uniforme: esta distribución está condicionada a que se cumpla la primera hipótesis de la distribución al azar, pero no la segunda. Es decir, que todo el espacio puede ser habitable, pero que los individuos interactúan compitiendo por un recurso del medio, tales como: espacio o alimento, que obliga a que cada individuo ocupe un territorio más o menos constante (Fig. 2 B). Esta situación en la naturaleza, según los ecólogos casi no ocurre, pero en la agricultura puede ocurrir en ecosistemas de monocultivo cuando hay un ordenamiento en el distanciamiento entre surcos y entre plantas.

4.1.3. Distribución agregada o contagiosa: está condicionada a que no se cumpla ninguna de las hipótesis de la distribución al azar.

Al no cumplirse la primera hipótesis, significa que unos puntos en el espacio, poseerán condiciones óptimas, medias regulares o nulas de habitabilidad, de

ahí la diferente acumulación de individuos. Al no cumplirse la segunda hipótesis, significa que los individuos presentes en el área interactúan positivamente, por lo que ocurre el fenómeno de agregación, como es el caso de agrupaciones con fines reproductivos, de alimentación, de invernación, de estivación, oviposición, hábitos sociales, etc. (Fig. 2 C.)

Este tipo de distribución es la más frecuente en ecosistemas naturales y agrícolas, especialmente en áreas donde hay gran variabilidad en los tipos de plantas y sus estados de desarrollo.

4.2. Metodología de muestreo

El planteamiento de una metodología de muestreo implica:

- 4.2.1 Seleccionar el tipo de muestreo
- 4.2.2 Seleccionar el tamaño de la unidad de muestreo
- 4.2.3 Seleccionar el número de unidades de muestreo
- 4.2.4 Seleccionar la oportunidad de muestreo
- 4.2.5 Seleccionar la mecánica o procedimiento de trabajo.

4.2.1 Selección del tipo de muestreo.

Se pueden mencionar los siguientes tipos de muestreo, de los cuales unos están relacionados.

- 4.2.1.1. Muestreo al azar simple o irrestricto : es aquel que permite seleccionar n unidades dentro de N posibles, teniendo cada una las mismas probabilidades de ser elegida (Fig. 3 A).
- 4.2.1.2. Muestreo sistemático: es aquel en que las muestras se toman de acuerdo a un criterio preestablecido, ya sea en espacio o tiempo, de acuerdo a las características de distribución de las unidades de muestreo. En este caso la elección de la primera unidad determina la posición de las demás (Fig. 3 B).
Este tipo de muestreo es el recomendado por Sánchez (1984) para evaluaciones de broca del fruto del cafeto.

- 4.2.1.3. Muestreo al azar estratificado: es aquel en que el habitat o finca se divide en estratos, debido a la preferencia que tienen los individuos por un habitat especial. En cada estrato se toma n unidades al azar, quedando constituida la muestra por elementos de cada estrato (Fig. 3 C).

Se puede estratificar una finca de acuerdo al grado de sombreado, topografía, etc.

- 4.2.1.4. Muestreo selectivo: los fines perseguidos por muchos trabajos, no se pueden alcanzar con una estricta aleatorización y es por ello que se hace uso del muestreo "selectivo". Ejemplo: si deseamos evaluar el efecto de un insecticida sobre minador de la hoja Leucoptera coffeella, debemos evaluar las hojas dañadas. Podemos estratificar la planta en tres alturas, alta, media y baja, y aplicar en cada estrato el muestreo selectivo.
- 4.2.1.5. Muestreo secuencial: se caracteriza porque no tiene un número fijo de muestras, por depender de la ocurrencia o no de un nivel pre-establecido o de lo que se vaya encontrando dentro de la toma de muestras. Un ejemplo se menciona a continuación: suponiendo que en una finca X el umbral económico (umbral de aplicación) es de 4% de cerezas perforadas por broca. Sabemos que Sánchez (1984) recomienda muestrear 14 sitios de 5 plantas cada uno, de las que se extraen 20 frutos al azar (100 frutos por sitio), si en los primeros sitios muestreados encontramos porcentajes de cerezas perforadas muy inferiores a 4%, no será necesario seguir muestreando, para decidir no aplicar insecticida. Si por el contrario, en los primeros sitios muestreados se encuentran porcentajes muy superiores a 4% paramos el muestreo, y decidimos aplicar insecticida. Y si en los primeros sitios muestreados encontramos valores cercanos a 4%, será necesario muestrear los 14 sitios para tomar la decisión de aplicar o no insecticida.

Al hacer uso de este muestreo, y considerando la distribución de la broca en la finca, corremos el riesgo de muestrear zonas más in-

festadas y dar conclusiones para el área total y viceversa.

4.2.2 Selección del tamaño de la unidad de muestreo.

La determinación precisa del tamaño de la unidad de muestreo debe ser hecha con cierta arbitrariedad por el evaluador, ya que depende de varios factores como la distribución espacial, densidad de cultivo, naturaleza de la planta o cultivo, comportamiento del insecto, finalidad del estudio, etc. En la práctica se ha demostrado que unidades pequeñas cuidadosamente estratificadas, son las más eficientes (Pieters y Sterling 1973, Pieters 1978).

En general, se recomienda que cuando las densidades de las poblaciones de insectos son bajas, las unidades de muestreo deben ser mayores que cuando la densidad de población es alta.

Cuando la distribución de la población es uniforme, la unidad de muestreo debe ser más pequeña que cuando la población es heterogénea (Sarmiento 1983). Para broca del cafeto, Sánchez (1984), da un método adecuado para calcular el tamaño de muestra.

4.2.3 Selección del número de unidades de muestreo.

El número de muestras a tomar depende fundamentalmente de:

4.2.3.1 La precisión deseada.

A mayor número de muestras implica mayor precisión, pero además mayor costo. Dependiendo del estudio que se desea realizar, se puede sacrificar precisión para bajar costos. Ejemplo: si se dice que con 100 muestras tendríamos un 2% de error, y si tomamos 20 muestras, tendríamos un 5% de error. En este caso, es más conveniente tomar únicamente 20 muestras, porque la diferencia de error es mínima.

4.2.3.2 Tipo de muestra

En un muestreo al azar, se toma normalmente más muestras que en el estratificado.

4.2.3.3 La densidad y dispersión de la población

A mayor densidad menos muestras y viceversa. Si la distribución es irregular, tomar mayor número de muestras. Si se conocen los factores de agregación, se disminuye el número de muestras.

Para determinar el número de muestras en poblaciones distribuidas al azar, se puede utilizar la fórmula del error estandar S/\sqrt{n} donde S es la desviación estandar y n el número de muestras en que se basó dicha estimación. Según la fórmula para una desviación estandar dada, el error es una función decreciente del número de muestras. Por ejemplo, si se permite un error estandar de 10% alrededor de la media a través de un muestreo preliminar se determina la media y la desviación estandar, el número de muestras estará dado por: $0.1 = S/\sqrt{n}$ donde $n = 100 \frac{S^2}{\bar{X}^2}$ Sarmiento (1981).

Para determinar el número de muestras a tomar cuando se evalúa broca del fruto del cafeto, Sánchez (1984) e Ibarra (1985), dan ejemplos bien ilustrados.

4.2.4 Selección de la oportunidad de muestreo

Tiene que ser definido en la metodología de evaluación y depende de los siguientes factores:

4.2.4.1 Del ritmo diurno. Los insectos debido a este factor pueden movilizarse de una parte de su habitat a otra, por lo que el momento en que se realicen los muestreos no deben coincidir con estos cambios.

Según varios investigadores, la broca del fruto del cafeto H. hampei tiene mayor actividad en las horas de la tarde, por lo que conviene seleccionar estas horas para realizar estudios de diseminación e infestación de nuevos frutos.

4.2.4.2 De las condiciones del medio. Las poblaciones de insectos están sujetos a cambio debido a factores abióticos (clima) y bióticos (enemigos naturales), pero las fluctuaciones mayores son debido a cambios de clima, por lo que los muestreos deben realizarse a intervalos regulares y en lo posible bajo condiciones similares.

4.2.4.3 Del ciclo de vida, hábitos de la especie y velocidad de cambios en plantas hospederas. Entre los insectos hay poblaciones que pueden cambiar rápidamente debido a su corto ciclo, ejemplo en pulgones; mientras que otras tienen ciclos prolongados como loes el caso de las queresás. En cultivos perennes (cafeto) la planta no tiene mayores cambios, por lo que no necesitan muestreos tan frecuentes en comparación con cultivos anuales.

4.2.4.4 De la finalidad del muestreo. La oportunidad de muestreo será diferente si se desea evaluar el efecto inmediato de un insecticida, que cuando se desea evaluar el efecto residual.

4.2.5 Selección de la mecánica o procedimiento de trabajo

Esta "mecánica" está en relación con todos los pasos que se realizan para llevar adelante el tipo de muestreo adoptado. Incluye operaciones tales como trampeo, colección de muestras, acondicionamiento, transporte, separación, contaje, anotación de datos, etc.

4.3. Factores que afectan el muestreo.

- 4.3.1 **La Disposición Espacial:** Un mismo método de muestreo puede dar resultados muy distintos, según que la población tenga una distribución espacial al azar, uniforme o agregada. Si la distribución es al azar o uniforme, el muestreo más apropiado es al azar o azar estratificado, pero si la distribución es agregada, es importante conocer los mecanismos de agregación para delinear un muestreo sistemático.
- 4.3.2 **La Distribución Temporal:** Ya se ha indicado que cada insecto tiene su propio ritmo de actividad que puede afectar los resultados de un muestreo y que muchas veces determinan la adopción de muestreos sistemáticos.
- 4.3.3 **Efectos Metodológicos, Instrumentales y personales:** Una vez que se adopta una metodología de muestreo, llevarlo a la práctica requiere de manejo de instrumentos que tienen que ser manipulados y leídos por personas. Cada una de estas operaciones está sujeta a ciertos márgenes de error que afectan su eficiencia, por lo que es recomendable antes evaluar comparativamente distintas metodologías de evaluación para lograr mejores estimados (Sarmiento 1981).

Entre los efectos más comunes podemos mencionar: a) la variabilidad del observador, en el sentido que rara vez los resultados obtenidos por una persona coinciden con los obtenidos por otra con la misma metodología. En este aspecto debe ponerse especial atención en el adiestramiento y procedimiento de información uniforme de los contadores de plagas; b) la variabilidad de las técnicas de captura, ya que éstas están influenciadas por varios factores como el aire, temperatura, color, etc., cuya contribución al volumen de captura no siempre es conocido, y así los resultados de dos tipos de trampas en una misma área y por un mismo tiempo no son los mismos (Lewis y Taylor, 1967).

4.4. Técnicas de muestreo de insectos en el agroecosistema.

Hay cuatro habitats que pueden ser muestreados en un agroecosistema: el suelo, la interfase suelo-aire, la planta y el aire (Irwin 1978). Hay tres procedimientos bien definidos para determinar el número de individuos que son: por observación o conteo directo, por captura o trapeo y por observación o conteo indirecto (Sarmiento 1981). Entre las alternativas de evaluación en cada uno de los habitats se pueden mencionar las siguientes:

4.4.1 Evaluación directa de la población.

A. En el suelo

- Sobre la superficie
- Debajo de la superficie

B. En la interfase suelo-aire

- Captura con trampas de caída (Ejem. para grillos).

C. En la planta

- Por conteo directo o in situ
- Por colección y conteo en laboratorio

D. En el aire

- Captura por intercepción
- Captura o trapeo con atrayentes y/o intercepción
- Captura con atrayentes o atractantes.

Ejem: Captura de adultos de Phyllophaga sp. con luz negra.

4.4.2 Evaluación indirecta de la población

- Por conteo de residuos
- Por determinación de daños

5. MUESTREO PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE BROCA DEL FRUTO Hypothenemus hampei, Ferr.

A continuación se mencionan las recomendaciones de muestreo dadas por Sánchez en base a estudios realizados en los años 1979 y 1984.

5.1. Muestreo en fincas

Para cafetales menores o iguales a dos hectáreas, la metodología a seguir es la siguiente:

Calcular el número de plantas que tiene el cafetal y dividirla entre "n" ($n = 14$ sitios de muestreo). El cociente resultante será el número de plantas a dejar entre cada sitio a muestrear. Por ejemplo, un cafetal tiene 2,000 plantas, entonces $2,000 \div 14 = 143$, por lo tanto, de cada 143 plantas se establecerá un sitio de muestreo.

El sitio de muestreo está integrado por 5 plantas cogidas a lo largo del surco, observando en cada planta 20 cerezas al azar en toda la planta, por lo tanto el sitio de muestreo queda integrado por 100 cerezas. Para la elección de los frutos, se introduce la mano entre las bandolas y sin ver se toma una cereza, no se corta, pero sí se observa si está o no perforada por broca.

Si la cereza está perforada, cortarla y echarla en un recipiente cerrado, si no lo está no lo haga, simplemente cuente hasta llegar a 20 cerezas por planta (perforadas o no), revisando siempre cinco cafetos a lo largo del surco en cada sitio. (ver hoja de evaluación de broca).

Es conveniente determinar el (I) índice de decisión de control para que en ciertos muestreos no se evalúen todos los sitios de muestreo. Para mayor información, consultar a Sánchez (1984).

5.2. Muestreo en beneficios

5.2.1 En sacos

En primer lugar, se calcula el número de sacos, cajas o galones de café cereza que se recibirán por día en el beneficio. Conocido el número de estas unidades por muestreo sistemático aleatorio, se obtiene el 14% del total de unidades. En las unidades

seleccionadas se calcula el peso de cada una de ellas y la sub-muestra consistirá del 2% del peso calculado por unidad, en cada una de cuyos tercios se debe obtener una parte alicuota.

- 5.2.2 En flotes o natas del sifón (vanos, semivanos, cerezas secas y brocadas). Se calcula el total de flotes en kilos que habrá al final del día en el beneficio. El 3% de éstos constituirá la muestra y ésta se obtiene de 6 sitios del sifón, tratando de obtener una parte alicuota en cada sitio. El modelo contiene una probabilidad de 90% de detectar sacos con broca, cuando en ellos existe un 5% de infestación y una probabilidad de 95% de encontrar cerezas brocadas dentro de un costal y la misma probabilidad en las natas o flotes cuando la infestación es de 0.1%.

6. DEFINICIONES

- Densidad Absoluta

Es el resultado de la determinación del total de individuos en un área. Por ejemplo: número de grillos por hectárea.

- Densidad relativa.

Es la determinación del número de individuos por una unidad de muestreo arbitraria como número de pulgones por hoja, número de larvas vivas por hoja del minador de la hoja.

- Estimado absoluto.

Ocurre cuando aunque no se evalúa todos los individuos, se estima la población absoluta, porque la unidad de muestreo es una porción conocida del área total. Por ejemplo: número de larvas de gusanos cortadores por m² o número de larvas por planta. Si se conoce el número de plantas por ha. se puede tener un estimado absoluto.

- Estimado relativo.

Cuando se determina el número de individuos en una unidad arbitraria que no es una parte conocida del área total, o que es muy difícil calcularla. Por ejemplo: número de frutos por bandola perforados por broca.

- Indices de población.

Ocurre en los casos en que los individuos no pueden ser contados, pero sí productos o evidencias dejadas por ellos. Por ejemplo: número de excrementos por metro cuadrado.

CALCULO DEL NIVEL DE DAÑO ECONOMICO (UMBRAL DE APLICACION) EN TRES FINCAS CAFETALERAS CON DIFERENTE TECNOLOGIA.

Definición del "nivel de daño económico". Es la densidad de la plaga, cuyo perjuicio iguala al valor del costo de las medidas de control disponibles (Cisneros 1980).

El porcentaje de frutos perforados por broca permisible en una finca cafetalera, dependerá básicamente de la producción esperada, del precio del café y del costo en que se incurra al realizar una medida de control.

A. Parámetros que se deben saber para calcular el nivel de daño económico.

Se pueden calcular estos parámetros por área (acre, manzana, hectárea, etc.) En nuestro caso los calcularemos por manzana.

1. Rendimiento por manzana (en cereza, pergamino seco u oro). Se debe estimar la cosecha que vamos a proteger.
2. Conversión de cereza a pergamino u oro. Esta conversión dependerá de la zona en que se encuentre la finca, ya que cuando el cafetal es de "bajo", se obtendrá menos café pergamino u oro del café cereza en comparación con un cafetal de "altura". Por lo anterior, el técnico debe saber cual es ésta conversión en su zona de trabajo. En Honduras, en promedio la conversión es 4.5:1 (4.5 libras de cereza: 1 libra de pergamino seco).

3. Precio de venta del cafeto.

El precio del café no es fijo, por lo que deben tomarse en cuenta los precios actuales o calcular el precio que se tendrá en la época de cosecha. En la actualidad, el precio de 1 quintal de pergamino seco es de L. 150.00.

4. Costo del control por manzana.

En este caso, tomaremos el costo del control químico que en Honduras, en promedio es de L. 45.00/aplicación/manzana, cuando se realiza con bomba manual.

B. Evaluación de daños de broca del fruto del cafeto según el porcentaje de infestación.

Sánchez (1984), después de realizar disecciones en frutos perforados por broca, encontró que:

- a) El 90% de frutos brocados tenían dañado sólo un cotiledón.
- b) El 5% de estos frutos brocados tenían dañado los dos cotiledones.
- c) El 5% de frutos brocados no tenían daño en ningún cotiledón.

De acuerdo a lo anterior, podemos considerar que el 100% de frutos brocados solo sufren daño en un cotiledón. Por lo tanto, el daño real en la cosecha en un momento dado, es la mitad del porcentaje de frutos perforados encontrados en el cafetal.

A continuación, se presentará la metodología para calcular el umbral de daño económico en tres fincas donde se calculó la producción en 40, 15 y 5 quintales de pergamino seco por manzana.

Estas tres fincas tienen como datos comunes los siguientes:

- a) Conversión 4.5:1 (4.5 qq. de cereza: 1 qq. de pergamino seco).
- b) Costos del control (químico). L.45.00/aplicación/manzana

- c) El precio actual del café es de L.150.00 por quintal de pergamino seco.

Otro factor que toma en cuenta Sánchez (1984) es el de calcular el peso promedio de una cereza; pero este dato lo obviaremos con el fin de hacer más práctica la metodología, ya que al final se obtienen resultados similares.

METODOLOGIA

Para la finca que producirá 180 qq. de cereza/manzana (40 qq. de pergamino seco) conociendo este dato podemos decir que:

- a) Con 1% de frutos infestados estamos perdiendo 0.5% de la producción total (cereza, pergamino u oro)
- b) Por regla de tres calculamos las libras de cereza perdidas (si es que hemos calculado la producción de cereza/manzana).

$$\begin{array}{rcl}
 180 \text{ qq. de cereza} & \dots\dots & 100\% \text{ de producción total} \\
 X & \dots\dots\dots & 0.5\% \text{ de producción pérdida} \\
 X = 0.9 \text{ qq.} & = & 90 \text{ libras de cereza perdidas}
 \end{array}$$

- c) Calculamos por la regla de tres la equivalencia de estas libras de cereza en libras de pergamino seco.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Según conversión} & 4.5 \text{ libras de cereza} & \dots\dots 1 \text{ lb. de pergamino seco} \\
 & 90.0 \text{ libras de cereza} & \dots\dots x \\
 & & X = 20 \text{ libras pergamino seco}
 \end{array}$$

- d) Por regla de tres calculamos el valor de las libras de pergamino seco que se perderían.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Según precio actual} & 100 \text{ libras pergamino seco} & \dots\dots \\
 & \dots\dots\dots L. 150.00 &
 \end{array}$$

20 libras pergamino seco.....X

X = 30 lempiras

O sea cuando se tiene 1% de frutos infestados, se está perdiendo 30 lempiras.

- e) Compararíamos esta pérdida (L.30.00) con el costo que incurriríamos en hacer una aplicación de Thiодan por manzana (L.45.00).

En este caso, como la pérdida causada por broca es menor que el costo del control químico, no se recomienda la aplicación del insecticida; o sea que podemos soportar más infestación de broca hasta el punto en que la pérdida que nos cause la broca sea igual al costo del control químico (nivel de daño económico), que es el que deseamos calcular para que, a partir de él iniciemos el control del insecto.

Ver los niveles de daño económico calculados para las tres fincas en estudio.

Finca #1. Rendimiento calculado 180 qq. de cereza/manzana (40 qq de pergamino seco).

% DE FRUTOS INFESTADOS	LIBRAS PERDIDAS DE:		TOTAL LEMPIRAS PERDIDOS
	CEREZA	PERGAMINO SECO	
0.5	45.0	10.0	15.00
1.0	90.0	20.0	30.00
1.5	135.0	30.0	45.00 **
2.0	180.0	40.0	60.00

Finca # 2. Rendimiento calculado 67.5 qq. de cereza/manzana (15 qq. de pergamino seco)

% DE FRUTOS INFESTADOS	LIBRAS PERDIDAS DE:		TOTAL LEMPIRAS PERDIDOS
	CEREZA	PERGAMINO SECO	
1	33.75	7.5	11.25
2	67.50	15.0	22.50
3	101.25	22.5	33.75
4	135.00	30.0	45.00 **

Finca # 3. Rendimiento calculado 22.5 qq. de cereza/manzana (5 qq. de pergamino seco)

% DE FRUTOS INFESTADOS	LIBRAS PERDIDAS DE:		TOTAL LEMPIRAS PERDIDOS
	CEREZA	PERGAMINO SECO	
1	11.25	2.50	3.75
2	22.50	5.00	7.50
3	33.75	7.50	11.25
4	45.00	10.00	15.00
5	56.25	12.50	18.75
6	67.50	15.00	22.50
7	78.75	17.50	26.25
8	90.00	20.00	30.00
9	101.25	22.50	33.75
10	112.25	25.00	37.50
11	123.75	27.50	41.25
12	135.00	30.00	45.00 **

** Nivel de daño económico

Como podemos observar, el nivel económico para las tres fincas con producciones de 40,15 y 5 qq. de pergamino seco/manzana son 1.5, 4.0 y 12.0% de infestación, tendríamos pérdida económica, y lo mismo si aplicamos insecticida cuando el porcentaje de infestación está por debajo del nivel de daño económico.

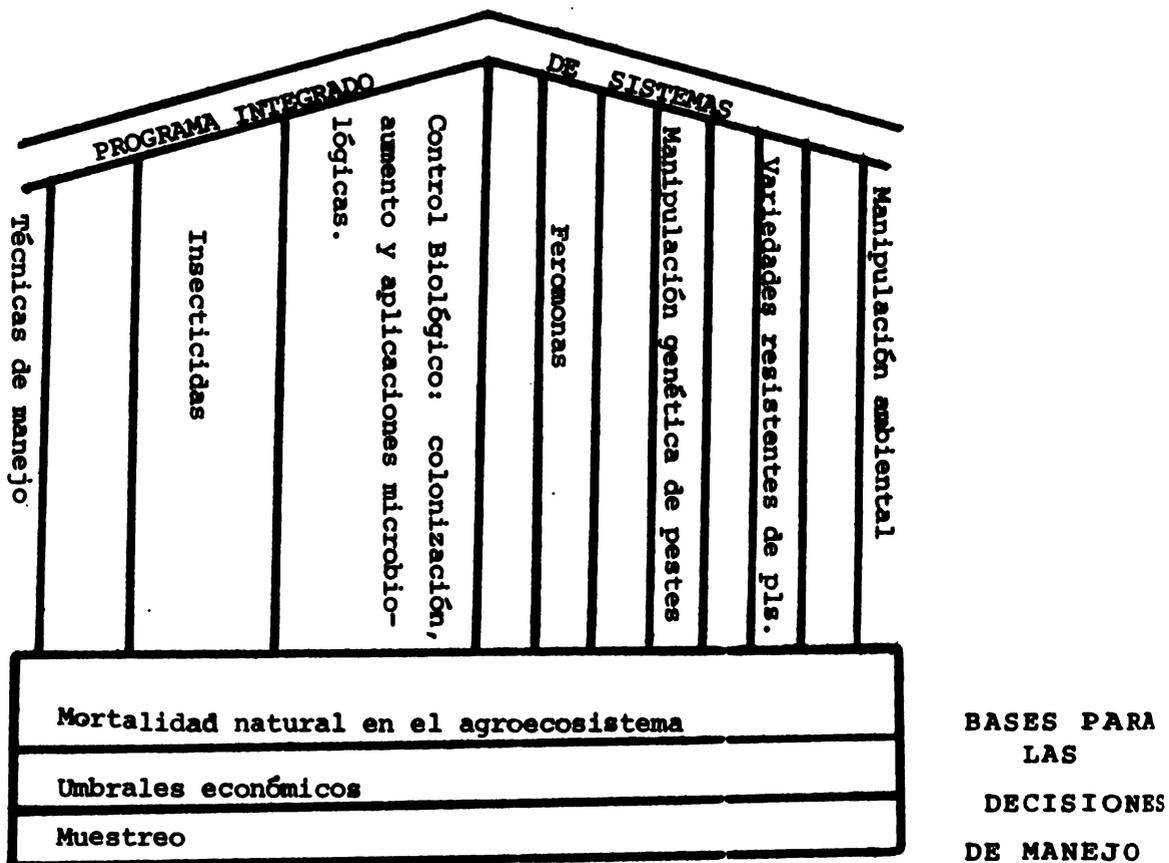
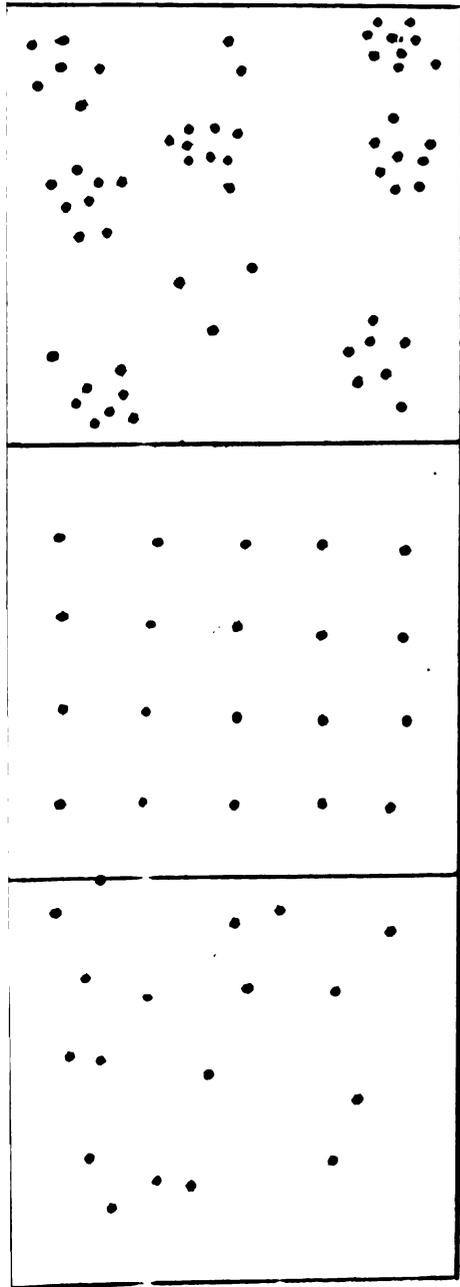
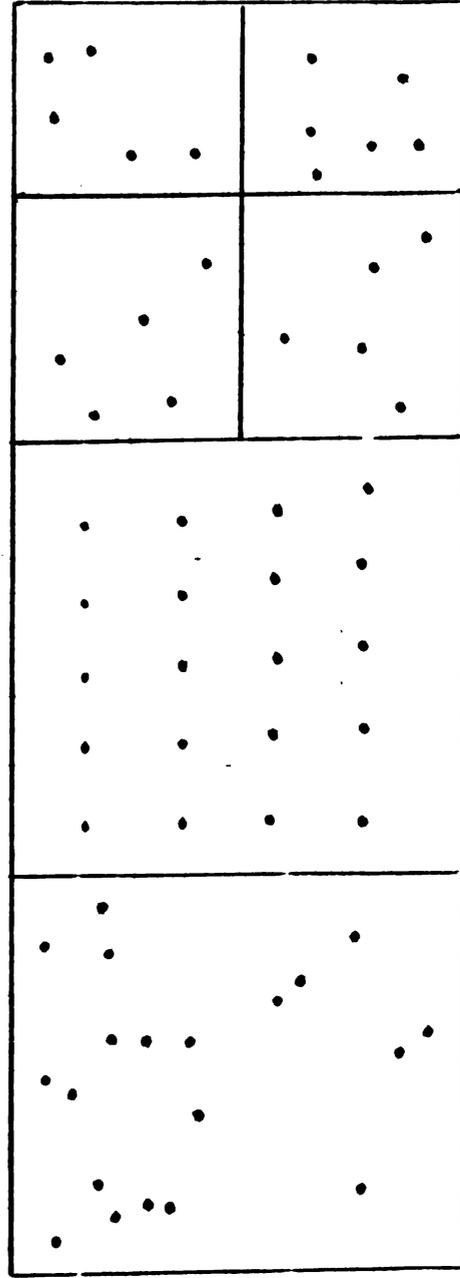


Figura 1. Un diagrama esquemático describiendo el desarrollo de un programa de manejo de plagas análogo a la construcción de una casa.
(GONZALES, 1970)



A. Distribución completamente al azar. B. Distribución uniforme o regular. C. Distribución contagiosa.

Figura 2. Diferentes tipos de distribución espacial



A. Muestreo completamente al azar. B. Muestreo sistemático. C. Muestreo estratificado al azar.

Figura 3. Tres tipos de muestreo en el campo

HOJA DE EVALUACION DE BROCA DEL FRUTO DEL CAFETO

Hypothenemus hampei Ferr.

REGION No. _____ AGENCIA No. _____

NOMBRE DEL CAFICULTOR _____ CULTIVAR _____

DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA _____ EDAD DE LA PLANTACION _____

AREA MUESTREADA _____ FECHA DE FLORACION PRINCIPAL _____

asnm _____ mts. TECNOLOGIA EMPLEADA _____

qq /Mz CALCULADOS PARA LA PRESENTE COSECHA _____ PERGANIMO SECO.

MUESTREADOR _____ FECHA DE MUESTREO _____

SITIO DE* MUESTREO No.	No. DE CEREZAS PERFORADAS DE (100 AL AZAR)	SUMA ACUMULADA	ESTADOS PRESENTES DEL INSECTO EN CIEN FRUTOS PERFORADOS				OBSERVA- CIONES.
			HUEVOS	LARVAS	PUPAS	ADULTOS	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
TOTAL							

* El sitio de muestreo está formado por cinco plantas continuas en el mismo surco, de las que se obtienen 20 frutos al azar.

B I B L I O G R A F I A

- CISNEROS, V.F. 1980. Principios del control de las plagas Agrícolas. Univ. Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú. pág. 42.
- DE LA TORRE, R.M. 1980. Encuestas sobre las poblaciones de insectos "Manejo y control de plagas de insectos". Edit. Limusa, Mexico. Vol III, 511 p.
- GONZALES, D. 1970. Sampling as basis for pest management strategies. Pages 83-101 in tall timbers conferences on Ecological animal control by habitat management.
- IRWIN, M.E. 1978. Evaluación de la densidad de poblaciones de insectos en principios generales de control integrado de plagas y enfermedades con énfasis en maíz y soya. Primer curso intensivo. Lima, Perú. Vol. I.
- IBARRA, E.L. 1985. Muestreo estadístico en la investigación agropecuaria y forestal. "Memoria del 1er. curso regional sobre manejo integrado de plagas del cafeto con énfasis en broca del fruto (Hypothenemus hampei Ferr.) IICA, Guatemala, Guatemala. pp. 241-258.
- LEWIS, T. and L.R. TAYLOR. 1967. Introduction to experimental Ecology. Academy Press London. 401 pp.
- PIETERS, E.P. and W.L. STERLING. 1973. Comparison of sampling techniques for cotton arthropods in Texas. Tex. Agric. Exp. Stn. Misc. Publication 1120:8 pp.
- PIETERS, E.P. 1978. Comparison of Sample-Unit sizes for D-vac Sampling of cotton arthropods in Mississippi. Jour. of Econ. Entom. vol 71(1):107-8.
- RUESINK, W.G. and M. KOGAN, 1975. The quantitative basis of pest management: Sampling and measuring P: 309-351 in introduction to insect pest management. Wiley, New York, 587 pp.
- SANCHEZ Y RAMIREZ, V. 1979. Sistemas de muestreo para detectar broca del grano del café. INMECAFE, Depto. estadística, Xalapa, México. 33 pp.
- SANCHEZ Y RAMIREZ, V. 1984. Combate económicamente oportuno de broca del grano del café. INMECAFE, Xalapa, México. 55 pág.
- SARMIENTO, M.J. 1981. Evaluación de insectos en control integrado de plagas y enfermedades agrícolas. Segundo curso intensivo. Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú, Vol. I.

SARMIENTO, M.J. 1983. Apuntes del curso crianza y evaluación de insectos. Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú.

RESISTENCIA DE LOS INSECTOS A LOS INSECTICIDAS

* Dr. Bernard Decazy

Los plaguicidas son necesarios en la agricultura moderna. Sin ellos, sería imposible obtener los alimentos y los productos que hacen falta hoy en el mundo. La resistencia de las plagas a los plaguicidas amenaza con desposeernos de esos instrumentos - tan valiosos para la agricultura.

Cuando los plaguicidas se aplican debidamente, se espera dominar con ellos las plagas que amenazan los cultivos. Sin embargo, la pérdida de eficiencia del control de una plaga puede resultar del uso de prácticas inapropiadas. Y antes de todo, antes de pensar en un fenómeno de resistencia, es preciso averiguar las siguientes posibles causas del fracaso:

- El empleo de una dosificación del insecticida inferior a la recomendada.
- El manejo descuidado del equipo de aplicación del insecticida, tal como una velocidad excesiva.
- El uso de un equipo mal ajustado, sucio o gastado.
- La mala distribución cronológica de las aplicaciones del insecticida.
- La degradación de los ingredientes de un insecticida debido al calor, luz, humedad excesiva en el almacenamiento.
- La mezcla inapropiada de plaguicidas o del insecticida con agua sucia o muy alcalina.
- Las condiciones atmosféricas desfavorables como lluvia calor o frío excesivos durante y después de la aplicación.

Sin embargo, las plagas muchas veces sobreviven, no obstante a que las aplicaciones hayan sido hechas en el momento y forma adecuadas. En tales casos, se puede pensar que la causa del fracaso de la medida de control químico, se deba a la resis-

* Entomólogo, IRCC/PROMECAFE/ANACAFE.

tencia del insecto al insecticida.

DEFINICION DE LA RESISTENCIA

Cada persona que trabaja en resistencia da un sentido diferente al término: El bioquímico estudiando las diferencias de la cinética enzimática, el genetista estudiando los genes de resistencia y el agrónomo haciendo el control de las poblaciones de la plaga, tienen todas maneras diferentes de ver y de definir la resistencia.

El grupo de trabajo de expertos de la O.M.S. en resistencia de las plagas a los plaguicidas dieron una definición que no es totalmente satisfactoria. Según ellos (Brown y Pal, 1971), la resistencia es: "La evolución en un brote de insectos de la capacidad de tolerar dosis de veneno que serían mortales para la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie". Dicen también, "La resistencia muestra un cambio genético en respuesta a la selección".

En la primera definición no se habla de insectos individuales y tampoco de lo que es una población normal.

La segunda definición es más apropiada porque el cambio genético puede manifestarse en un insecto individual o en poblaciones y puede ser muy ligero o muy fuerte.

Sawicky y Denholm, 1984, dicen que resistencia y control están, los dos, bajo la dependencia de factores económicos, y para ellos, "La resistencia representa todo cambio de origen genético de la tolerancia en respuesta a la selección; el fracaso de las medidas de control representa el nivel al cual esa resistencia es de importancia económica".

HISTORIA Y AMPLITUD DE LOS CASOS DE RESISTENCIA

La resistencia fue descubierta en 1908 al no poder destruir con una mezcla sulfocálcica las cochinillas de los árboles frutales Quadraspidiotus perniciosus en los Estados Unidos de América.

El número de casos aumenta rápidamente hasta hoy: 5 en 1928, 7 en 1938, 14 en 1948, 137 en 1960, 354 en 1975, 474 en 1980, 500 y 600 hoy mismo.

Es preciso decir que cuando las estadísticas indiquen resistencia en una especie, eso no quiere decir que la especie en su totalidad es resistente. Sino que la resistencia se muestra para un brote en un lugar geográfico.

En otros casos, como la resistencia de la mosca doméstica a los organoclorinados, los gusanos de la harina (Thibolium castaneum) al lindano y al malathion, la resistencia es universalmente ubicada.

Toda especie tiene potencialidades de resistencia a cualquier tipo de insecticida. Pero parece que hay potencialidades diferentes según las órdenes de insectos y ácaros.

El máximo de casos de resistencia se encuentra en los - Dípteros (1/3 de los casos debido a los mosquitos). Después vienen los Homópteros (áfidos y chinches), los Coleópteros, los Lepidópteros y los ácaros.

Cada uno de los órdenes representa 15% de los casos de resistencia 1/3 de los arthropodos resistentes son de importancia médica o veterinaria, 2/3 son de importancia agrícola.

Para lo que concierne a las familias químicas se puede enumerar: En 1976, 203 casos de resistencia al DDT; 225 a los Cyclodienos; 147 a los organofosforados; 36 a los carbamatos y 6 a los piretroides. De 1976 a 1985 se incrementó el número de casos de resistencia a los carbamatos y hubo una explosión para los piretroides (50 casos en 1984).

RESISTENCIA A VARIOS PLAGUICIDAS

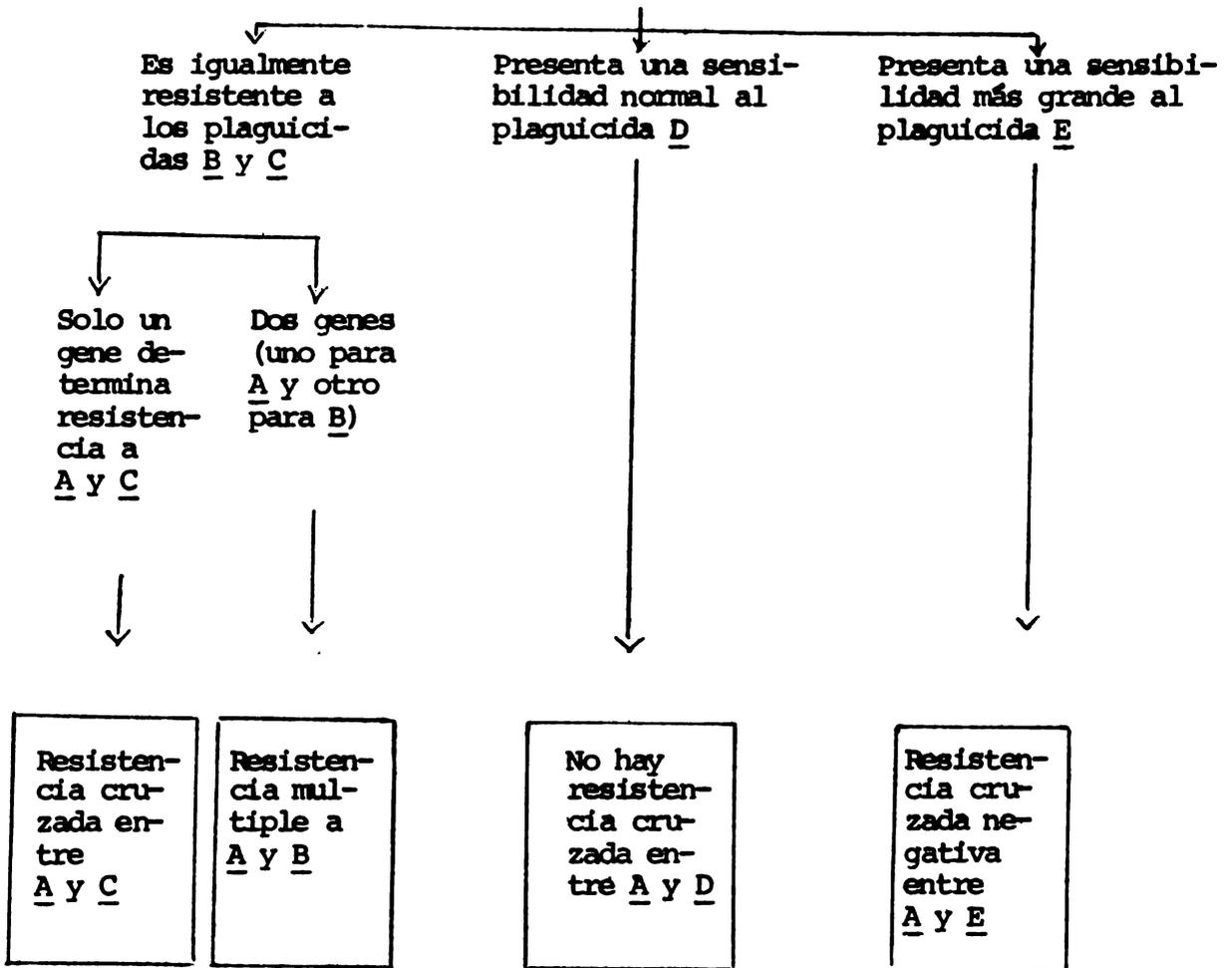
Muy a menudo, la resistencia de un insecto a un producto modifica su sensibilidad a otros productos.

El sitio de la resistencia en los Antropodos son los genes, traídos entonces por el ADN cromosómico. La Resistencia puede ser:

- Cruzada
- Múltiple
- No Cruzada
- Cruzada negativa

RESISTENCIA A VARIOS PLAGUICIDAS

Brote resistente al Plaguicida A



Varias definiciones muestran su carácter evolutivo y hereditario.

La resistencia resulta de la selección hecha por aplicaciones seguidas, sobre individuos que tienen ya una cierta preadaptación - dentro de la especie, y llevan genes de resistencia responsables de cambios en la bioquímica y la fisiología del insecto. Esa preadaptación pudiera haberse producido por mutaciones naturales o bajo la acción de tóxicos naturales.

Esta teoría es opuesta a la que pretende explicar que la resistencia es debida a fenómenos de post-adaptación, siendo las aplicaciones del tóxico las responsables del comportamiento fisiológico que pudiera ser transmitidos a la progenie.

Todo eso quiere decir que no se puede saber si una especie puede conseguir resistencia, aplicando un tóxico y en tal caso en cuantas aplicaciones, si el insecto está predispuesto a la resistencia.

MECANISMOS BIOQUIMICOS Y FISIOLOGICOS

Cuando un insecto está en contacto con un insecticida, el proceso de intoxicación ocurre según 3 etapas:

- Una etapa de absorción y penetración (ingestión, con tacto, inhalación).
- Una etapa de metabolización para la eliminación del tóxico.
- Una etapa de intoxicación en la cual el producto ya metabolizado más o menos, va a bloquear un sitio sensible cuya consecuencia es la muerte del insecto.

Una modificación dentro de una o más de estas 3 etapas puede conducir a un cambio en la sensibilidad del insecto al producto.

CONDICION DE APARICION DE LA RESISTENCIA

Los casos de resistencia en el campo son escasos, afortu nadamente. Pero para quedarse en esa situación, es preciso entender mejor como aparece el fenómeno, como se desarrolla y cuáles son los factores de desarrollo para limitar su influencia.

Los factores de aparición de la resistencia son clasificados en 3 tres grupos:

- Factores genéticos: Frecuencia, número y dominancia de los genes de resistencia, Selección anterior por otros ingredientes activos.

- Factores biológicos: Duración del ciclo, progenie, monogamia, poligamia, partenogénesis.
- Factores de hábito tales como: Aislamiento, movilidad, migración.
- Factores operativos: Estructura química del plaguicida y su relación con productos anteriores, formulación, persistencia de los residuos, dosis, método de aplicación.

Los factores genéticos y biológicos son inherentes a la especie y no pueden ser modificados por el hombre. Pero deben ser bien conocidos para evaluar el riesgo de resistencia.

Los factores operativos están, al contrario, bajo nuestra dependencia y tenemos que actuar sobre ellos.

De varios estudios sobre la dinámica de aparición de la resistencia, se enseña que los factores predominantes son:

- El número de generaciones anuales
- La movilidad de las poblaciones
- La dominancia de los genes de resistencia
- La dosis de insecticida utilizada
- La persistencia de los residuos

ESTRATEGIA DE LIMITACION DE LA RESISTENCIA

Una herramienta más utilizada en el pasado para prevenir la disminución de sensibilidad, consistía en aumentar la dosis de aplicación. Pero eso contribuye a aumentar la presión de selección. Igualmente la aplicación a un ritmo más rápido de tratamientos seguidos acentúa la eliminación de insectos migrantes sensibles que puedan diluir los genes de resistencia.

Las estrategias utilizadas son de 3 tipos:

- Actuando sobre factores operativos
- Utilizar sinergistas
- Ampliar los métodos de control

1. Factores Operativos:

La meta es limitar al máximo la presión de selección en las poblaciones tratadas. Para eso es preciso que:

- El insecticida sea bien diferente de los productos utilizados anteriormente en lo que concierne al modo de acción y al modo de detoxificación por vía metabólica.
- El insecticida debe ser poco persistente y usar formulaciones que no liberen lentamente el ingrediente tóxico en el ambiente.
- Se debe de aplicar estrictamente la dosis recomendada, pues ella sola permite el control de los individuos heterocigotes; no se puede aplicar una dosis menor que sea subletal para los heterocigotes pues aquellos van a sobrevivir y desarrollar una dominancia del gene de resistencia; una dosis mayor en poblaciones cuya sensibilidad es ya un poco baja, aumenta también la resistencia.
- Las aplicaciones deben de ser circunstancias en el espacio (para permitir la llegada seguida de migrantes sensibles) y en el tiempo para impedir una presión de selección continua (evitar aplicaciones de seguro).

2. Sinergistas, Alternabilidad y Mezcla de Insecticidas:

Algunos sinergistas que bloquean las enzimas de detoxificación tienen una buena eficiencia en laboratorio; pero su utilización es difícil al campo. Sin embargo, es un modo de control interesante para el futuro.

Se pueden utilizar productos y/o mezclas de productos, en la medida que su modo de acción y su metabolismo sean diferentes uno de otro y que genes de resistencia a cada producto estén presentes a una frecuencia bastante baja para que no coexistan en un mismo individuo y así evitar el riesgo de una resistencia cruzada o múltiple.

3. Ampliación de Métodos de Control:

Todo método que permita disminuir la presión de selección de los insecticidas es interesante. El manejo integrado de plagas es una buena respuesta a esa preocupación.

Se debe utilizar el M.I.P. con la meta de prevenir la resistencia.

En algunos casos ya el control químico no consigue ninguna eficiencia; el M.I.P. es la única alternativa para controlar la plaga. Afortunadamente no hay casos en especies agrícolas.

Detección de la Resistencia:

A menudo, uno se entera de un fenómeno posible de resistencia a su principio, por una respuesta desigual de los controles químicos: Unos son eficientes, otros no.

Esa presunción, hay que averiguarla. Para eso se debe hacer ensayos de laboratorio para determinar si - las diferencias de tolerancia observadas son confirmadas bajo condiciones controladas de laboratorio.

Hay varias metodologías de ensayos en laboratorio; pero se pueden condensar en 2 tipos:

- Método de las concentraciones seriadas que permiten el cálculo de la concentración letal 50% (C L 50). Para ello se aplican cantidades conocidas de un insecticida a un número determinado de insectos, sea bajo forma de gotas de baños o de pulverización.
- Método de la dosis discriminante. Para ello, se expone un número determinado de insectos a una concentración del insecticida conocida para proporcionar la mortalidad total de la población normalmente sensible en una duración dada.

Estrategia para Levantar Resistencia

Cuando se ha demostrado la resistencia al insecticida que se esté utilizando, la solución más sencilla y rápida del problema es, por lo general, el empleo de otro producto químico. El insecticida sucedáneo debe ser alguno contra el que no hay resistencia cruzada.

A largo plazo, al no utilizar ni una sola vez el producto incriminado, los migrantes sensibles van a diluir la población de insectos resistentes y después de algunos años o décadas, la resistencia puede perder su intensidad.

Conclusión:

Dada la gravedad de los fenómenos de resistencia en algunos casos agrícolas o de salud humana, es preciso tomar en cuenta este fenómeno al establecer las estrategias de control de una plaga, para impedir su aparición.

Se puede actuar con los factores operativos como: aplicaciones localizadas: evitar el uso de mezclas; evitar la alteración de los ingredientes activos; adoptar las técnicas del Manejo Integrado de Plagas.

CLASIFICACION GENERAL DE LOS INSECTICIDAS

* Norberto Enrique Urbina

Un insecticida es una substancia para matar insectos y sus parientes cercanos, las garrapatas, los ácaros y las arañas. Durante los últimos 80 años, habiendo tremendos cambios en la industria de plaguicidas. Estos adelantos han proporcionado al hombre, algunos de los medios para incrementar considerablemente la producción de alimentos y fibras, así como a controlar algunas enfermedades transmitidas por insectos, tales como la malaria, el tifus, la fiebre amarilla, la encefalitis, etc. A comienzos del siglo, los agricultores y los técnicos en control de plagas dependían casi exclusivamente de los arsenicales, azufre, aceites derivados del petróleo y la piretrina para el control de las plagas. No obstante, que los aceites derivados del petróleo y la piretrina aún se utilizan, el énfasis mayor actualmente es sobre los órgano-fosforados, carbamatos e hidrocarburos clorinados que fueron desarrollados desde la II Guerra Mundial. Algunos de estos insecticidas, particularmente unos pocos hidrocarburos clorinados, como el DDT, permanecen en el ambiente por años, afectando de esta manera la cadena alimenticia de los peces, aves y mamíferos.

Un insecticida perfecto, si existiera tal producto, debería reunir las siguientes cualidades:

1. Altamente tóxico a plagas insectiles y artrópodos relacionados.
2. Inocuo al hombre, insectos benéficos, animales domésticos y plantas.
3. Barato, fácil de producir y siempre disponible.
4. Químicamente estable para aplicaciones residuales.
5. Atrayente al insecto y no molesto al hombre
6. Inestable para aplicaciones aéreas, para no contaminar el ambiente, matando las plagas inmediatamente y descomponiéndose subsecuentemente en productos inócuos.
7. No inflamable.
8. No corrosivo.

9. Que no produzca manchas.
10. Fácil de preparar en cualquier formulación deseada.

Los insecticidas son clasificados tradicionalmente de la siguiente manera:

- Por su modo de penetración.
- Por su uso/función
- Por su formulación
- Por su composición química.
- Por su modo de acción.

A MODO DE PENETRACION

- I. **ESTOMACALES.** Causan un efecto tóxico cuando son ingeridos por los insectos. El follaje de las plantas es tratado con insecticidas estomacales para controlar insectos masticadores. Los cebos envenenados con insecticidas estomacales, controlan cortadores y babosas, así como a las moscas domésticas y cucarachas.
- II. **DE CONTACTO.** Ejercen su acción al penetrar en la cutícula, conductos respiratorios y tarsos de los insectos. Aquí se incluyen las aspersiones "residuales" que se aplican a las paredes y techo de los edificios para matar insectos que se posan en las superficies tratadas; los aerosoles y aspersiones aéreas que se adhieren y matan a los insectos voladores y los larvicidas que penetran por la traquea y cutícula de las larvas de los insectos.
- III. **FUMIGANTE.** Son compuestos orgánicos volátiles cuyos vapores penetran dentro del cuerpo de los insectos a través de los espiráculos y la superficie del cuerpo.
- IV. **DISECANTES.** Consisten en polvos que ejercen una acción abrasiva sobre la cutícula y que absorben las grasas y ceras de la capa protectora exterior de los insectos provocándoles pérdida de líquidos que causan su muerte por deshidratación. Uno de estos polvos es el Sílica gel.

B. USO Y/O FUNCION

- I. Sistémicos : Son absorbidos dentro de la sangre de los animales o en la savia de las plantas matando la plaga sin causar daño al hospedero.
- II. Fumigantes: son gases que matan a las plagas cuando son inhaladas o absorbidos a través de la pared del cuerpo.
- III. Esterilizantes: Estos compuestos químicos inhibitan a los insectos para su reproducción.
- IV. Aplicación foliar: Son insecticidas que solamente son recomendados para aspersiones foliares y así controlar insectos masticadores.
- V. Adulticidas: Matan a los insectos en su estado adulto.
- VI. Larvicidas: Matan a los insectos en su estado de larva o ninfa.

C. FORMULACION

Los insecticidas son producidos de compuestos químicos naturales o sintéticos que matan a los insectos inmediatamente pero que no producen efectos dañinos al hombre cuando son formulados y aplicados correctamente. La aplicación correcta y el uso de la formulación precisa de un insecticida, son esenciales en un programa de control químico. Algunos tóxicos son aplicados en forma pura como el malathion y el dibrom, usando el método de ultrabajo volumen (UBV). Sin embargo, la mayoría de los insecticidas son producidos en forma de polvos secos, granulados, polvos mojables, soluciones y emulsiones con concentraciones variables de producto tóxico. Los diagramas en las figuras No. 1 y 2 indican las interrelaciones entre las diversas formulaciones. El ingrediente activo o material técnico es el agente tóxico básico en su forma comercial más pura. Raramente se encuentra en forma químicamente pura. Algunos insecticidas técnicos son líquidos mientras que otros ocurren en forma sólida.

INSECTICIDAS SOLIDOS O EN POLVO

Fig. I

INSECTICIDA TECNICO	+ MATERIAL INERTE	+ AGENTE HUMECTANTE	+ AGUA
= INSECTICIDA EN POLVO O GRANULADO			
= POLVO HUMECTABLE O MOJABLE			
= SUSPENSION			

INSECTICIDAS LIQUIDOS.

Fig. II

INSECTICIDA TECNICO	+ SOLVENTE	+ EMULSIFICANTE	+ AGUA
= SOLUCION			
= CONCENTRADO EMULSIFICANTE			
= EMULSION			

AGENTES AUXILIARES

1. SOLVENTES

- A) ACETONA
- B) BENCENO
- C) CICLOHEXANONA
- D) ORTO-DICLOROBENCENO
- E) XILENO
- F) ACEITES DE PETRÓLEO
 - ACEITE No. 1
 - ACEITE No. 2
 - KEROSINA CRUDA
 - KEROSINA DESODORIZADA

2. EMULSIFICANTES

- A) DETERGENTES
- B) TRITON
- C) SPANS
- D) TWEENS

3. AGENTES DISPERSANTES Y HUMECTANTES

4. ADHERENTES O STICKERS

5. SINERGISTAS

6. ACARREADORES Y DILUYENTES PARA POLVOS (MATERIAL INERTE)

COMPONENTES DE UNA FORMULACION

1. Ingrediente activo o material técnico. Es la sustancia biológicamente activa con propiedades plaguicidas.
2. Solventes (en caso de líquidos) o diluyente (en caso de sólidos).
3. Coadyuvantes. Son sustancias que adicionadas a la formulación le proporcionan propiedades útiles o beneficiosas.

AGENTES SURFACTANTES

1. Emulficante: Sustancia que ayuda a la producción y mantenimiento de la dispersión de un líquido en el seno de otro líquido.
2. Humectante: Sustancia que apreciablemente baja la tensión interfacial entre un líquido y un sólido aumentando la tendencia del mismo a hacer contacto con la superficie del sólido de manera que no se quede ninguna área seca.
3. Extensores: Sustancia que aumenta el área que un volumen dado de un líquido cubrirá de un sólido o de otro líquido. Ej: el jabón.
4. Dispersores: Sustancia que ayuda a mantener la dispersión homogénea de partículas sólidas en el seno de un líquido evitando que dichas partículas se floculen.

AGENTES ADHESIVOS

son sustancias que aumentan la firmeza de adherencia de partículas líquidas finas a la superficie de un sólido.

AGENTES ESTABILIZADORES

Son sustancias que neutralizan los sitios químicamente activos, del material técnico, manteniendo la estabilidad química de este último. Evitan que se descomponga el material técnico por reaccionar con el agente diluyente.

AGENTES FORMADORES DE DEPOSITO

Substancias que aumentan la adherencia de un material a una superficie, disminuyendo la afinidad entre el material tóxico y el agua ocasionando en consecuencia un mayor depósito tóxico en la superficie. Las principales formulaciones son:

- I. Polvos secos: Consiste de material técnico y un acarreador inerte, como talco o pirofilita, donde cada una las partículas del ingrediente inerte están recubiertas con el material tóxico. Los polvos secos pueden aplicarse a mano, con espolvoreadores especiales y por medio de aeroplanos. Estos materiales son generalmente baratos, fáciles de aplicar y no causan daño a las plantas. Los polvos secos no son absorbidos por la piel pero pueden ser peligrosos si son inhalados. Los acarreadores o materiales inertes usados para la fabricación de polvos secos son: atapulguita, bentonita, cal hidratada, caolina, calcita, talcos y pirofilita. El diámetro máximo de las partículas es de 0.3 mm.

- II. Granulados: Son formulaciones secas de partículas más grandes que los polvos secos. No se adhieren al follaje lo que es una ventaja para el control de hormigas en predios con mucha vegetación. Varios insecticidas son preparados en esta forma y se usan principalmente para el control de plagas del suelo (ejemplos: Furadan, Temik, Thimet y Cyrolane). El tamaño de las partículas oscila entre 0.3 y 11.9 mm.

- III. Polvos mojables o polvos humectables: Consisten en la mezcla del material técnico, con un acarreador inerte y un agente humectante (generalmente un detergente sintético). Son sólidos acondicionados para formar una suspensión al entrar en contacto con el agua. Se entiende como suspensión la mezcla homogénea de partículas sólidas en el seno de un líquido.

- IV. Soluciones: Están formados por el material técnico disuelto en un solvente como kerosina, acetona, xileno o diesel. Se presentan en soluciones de uso inmediato como las que se usan para el control de insectos en hogares o en forma de concentrados. Estos últimos contienen un alto porcentaje de material técnico y deben diluirse en aceites, agua y otros diluyentes antes de aplicarlos. Hay también polvos solubles los que forman verdaderas soluciones en el agua o sea que hay una dispersión de iones de moléculas ultrami-

croscópicas.

- V. Concentrados emulsificables: Consisten de material técnico, un solvente y un agente emulsificante. Al entrar en contacto con el agua forman una emulsión. Se entiende por emulsión la suspensión homogénea de las partículas de un líquido en el seno de otro líquido. La leche es una emulsión en la cual los glóbulos de grasa y otros ingredientes están suspendidos en el agua.
- VI. Suspensiones fluibles: Son formulados cuando el material técnico es insoluble en agua y en otros solventes orgánicos por lo cual se les suspende formando una pasta. Generalmente se utilizan para el tratamiento de semillas.
- VII. Soluciones aceitosas: Este tipo se utiliza cuando el material técnico viene en petróleo diáfano, como generalmente vienen los productos de uso doméstico.
- VIII. Concentrados de ultrabajo volumen: Es cuando el ingrediente activo o material técnico viene a una concentración de casi el 100%.
- IX. Fumigantes: Son todos aquellos productos que liberan el material técnico en forma de gas. Son los que se utilizan para fumigar (Bromuro de Metilo).
- X. Aerosoles: Es la suspensión de partículas sólidas o líquidas diminutas en el seno de un gas.
- Partícula sólida: Producen humo (Espiral Plagatox).
- Partícula Líquida: Producen una neblina.
- XI. Atrayentes: Formulados en forma especial (feromonas).
- XII. Misceláneos: Baños garrapaticidas, cebos envenenados y ungüentos que se pueden manufacturar con diferentes formas de líquidos y sólidos.

D. CLASIFICACION DE INSECTICIDAS POR SU COMPOSICION QUIMICA

El desarrollo de nuevos insecticidas en las pasadas cuatro décadas ha sido tan rápido que no es posible cubrir en un corto escrito todos los productos insecticidas, sin correr el riesgo de estar desactualizado muy pronto.

Por lo tanto, el propósito de este material, es clasificar estos productos químicos de acuerdo a las propiedades químicas que los convierten en insecticidas.

El deseo del hombre por controlar su medio-ambiente ha resultado en la creación de muchos químicos útiles. La evolución de los insecticidas químicos empezó esencialmente con la disponibilidad inmediata de materiales como: derivados del arsénico, de aceites de petróleo y de insecticidas vegetales (ejemplos: nicotina, piretrina, rotenona).

Los primeros insecticidas órgano-sintéticos que aparecieron para uso público fueron los compuestos dinitro y thiocynates. El descubrimiento más significativo que propició la proliferación de nuevos insecticidas sintéticos - fue el desarrollo del DDT. Este compuesto fue sintetizado en 1874 por Zeidler, pero sus propiedades insecticidas fueron descubiertas por primera vez en 1939 por Muller de Suiza. El uso del DDT revolucionó el control de plagas insectiles. Inmediatamente después del DDT aparecieron otros insecticidas clorinados tales como el BHC, toxafeno, clordano, aldrin y dieldrin. La segunda introducción masiva de nuevos insecticidas fue iniciada por un técnico alemán, Gerhard Schrader, quien fue un pionero en la química y usos de los insecticidas órgano-fosforados.

El número de compuestos órgano-fosforados usados actualmente para el control de insectos es superior a cualquier otro grupo de insecticidas, siendo el Parathion, Systox, Malathion, Diazinon y DDVP (dichlorvos) los más ampliamente utilizados. Los compuestos carbamates fueron desarrollados por la Compañía Geigy en 1947.

En la Tabla 1 se resume la clasificación general de los insecticidas de acuerdo a su naturaleza química y origen.

I. HIDROCARBUROS CLORINADOS

Este grupo incluye importantes insecticidas tales como DDT, BHC, Clordano y Dieldrin. Todos los compuestos que pertenecen a este grupo se caracterizan por lo siguiente:

- (1) La presencia de átomos de carbono, cloro, hidrógeno y algunas veces oxígeno, incluye además uniones C-Cl;
- (2) La presencia de cadenas cíclicas de carbono (también anillos de benceno);

Tabla 1. AGRUPACION GENERAL DE INSECTICIDAS

CLASE	ORIGEN	GRUPO QUIMICO	EJEMPLOS		
Insecticidas y Acaricidas	Sintéticos-Orgánicos	Hydrocarburos Clorinados	DDT y derivados BHC Cyclodienes		
		Compuestos Organo-fosforados	Alifáticos Arílicos		
		Carbamatos	Naftílicos Fenílicos Heterocíclicos Oximas		
		Thiocyanatos Nitrofenoles			
		Compuestos Organo-Flourados Sulfonatos, Sulfuros Sulfones	Fluoroacetato		
		Fumigantes	Bromuro de Metilo		
		Compuestos miscelaneous			
		Sintético-Inorgánicos	Arsenicales Fluoruros Mercuriales		
			Productos Naturales Orgánicos	Vegetales (botánicos)	Nicotina Piretrina Retenona
				Microbianas	Toxinas Antibióticos
Activadores o Sinérgicos	Sintético-Orgánicos	Sinérgísticos	Compuestos Metileno-dioxifenílicos		
Carreadores o relleno	Natural-Orgánicos Natural-Inorgánicos	Productos del Petróleo (talcos, polvos)			
Atrayentes	Sintéticos-Orgánicos	Atrayentes alimenticios Atrayentes sexuales			
Repelentes	Sintético-Orgánico				
Reguladores del crecimiento	Sintético-Orgánicos	Hormonas			
Químico-esterilizantes	Sintético-Orgánicos	Agentes Alkylantes			

- (3) Carencia de sitios activos intramoleculares;
- (4) Son apolares y lipofílicos;
- (5) Muy estables en el medio ambiente (sin reactividad química).

En términos generales hay cinco categorías mayores de insecticidas Hidrocarburos clorinados: DDT y sus análogos, isómeros del hexacloruro de Benceno (BHC), compuestos CICLODIENES, Terpenes clorinados y misceláneos.

DDT y Análogos

1. DDT: Es uno de los insecticidas más importantes que ha aparecido en el mercado. DDT significa dicloro-difeniltricloroetano. Es uno de los productos más apolares que se conocen - siendo por lo tanto soluble en la mayoría de los solventes orgánicos apolares y prácticamente insoluble en agua. DDT es muy estable química y bioquímicamente excepto en la presencia de alcali-alcohólico el cual lo descompone a DDE, un producto no tóxico para los insectos. La DL₅₀ del DDT es 250 ppm (87-500 ppm).

2. DDD: Es también conocido como Rhotane. Su solubilidad es parecida a la del DDT. En general DDD es menos efectivo que el DDT para controlar insectos, con algunas excepciones. Por ejemplo, el DDD es superior al DDT en el control de larvas de moscas negras, el gusano cornudo del tabaco, el tomate y el escarabajo mexicano del frijol. El DDD es de 1/5 a 1/10 veces menos tóxico que el DDT a los mamíferos y tiene una DL₅₀ de 3400 ppm.

3. METHOXICHLOR: Tiene una solubilidad en agua de 0.1 ppm pero es soluble en la mayoría de los solventes orgánicos, siendo además sujeto a dehidroclorinación. Su toxicidad a los mamíferos es solamente 1/25 a 1/50 veces de la del DDT. No se acumula en los tejidos grasos ni es excretado en la leche como el DDT. Por lo tanto, el methoxiclor es preferido al DDT para usarlo en animales domésticos, alimento para animales y en establos. No es tan estable como el DDT por lo que

tiene un efecto residual menor. Su DL_{50} es de 6000 ppm. (5000-7000 ppm).

4. DICOFOL (Kelthane): No obstante que los ácaros y las garrapatas no son insectos (Clase ARACNIDA, orden - Acarina) su control es responsabilidad de los entomólogos. Los químicos usados para su control se denominan acaricidas. Los ovicidas, químicos que matan huevos, - son también muy usados en el control de ácaros ya que debido a su corto ciclo de vida una gran proporción de ácaros y garrapatas está siempre en el estado de huevo. Debido al uso indiscriminado del DDT, las poblaciones de ácaros se incrementaron ya que el DDT mató los enemigos naturales de los ácaros, los insectos, sin causar les ningún daño a ellos. Existen varios análogos del DDT que son efectivos como acaricidas y no tóxicos a - los insectos.

uno de estos compuestos es el Dicofol cuyo nombre comercial es Kelthane. Es moderadamente tóxico, con una DL_{50} de 575 ppm.

5. CHLOROBENZILATE: Este producto es soluble en la mayoría de los solventes orgánicos y ligeramente soluble en agua. Es hidrolizado por alkalis y ácidos fuertes. En general no es tóxico a los insectos. Los residuos de este producto se sabe que son muy persistentes en el campo. Su toxicidad a los mamíferos (DL_{50}) es de 3100-4850 ppm.

BHC y sus derivados

El Hexacloruro de Benceno (BHC) fue preparado por primera vez en 1825 por Michael Faraday quien no reconoció sus propiedades insecticidas. Var den Linden, descubrió cuatro isómeros en 1912, Dupire y Raucort en - Francia y Slade en Inglaterra descubrieron simultáneamente las propiedades insecticidas del BHC. El grupo - Británico aisló el isómero gamma nombrándolo Lindano en honor a Var den Linden.

Los isómeros del BHC son estables a la luz, alta - temperatura, agua caliente y ácidos. El Lindano es relativamente soluble en agua (10 ppm.). Es aproximadamente 100 veces más volátil que el DDT por lo tanto tiene una acción fumigante. La toxicidad del BHC es proporcional al contenido de su elemento tóxico, el isómero gamma. Este isómero, por acción de contacto, estomacal y

fumigante es de 50-10,000 veces más efectivo que los otros isómeros. Es tóxico a los mamíferos con una DL_{50} de 125 ppm (76-200 ppm). - Preparaciones que contienen por lo menos 99% de isómero gamma se llaman LINDANO.

La proporción de isómeros en el BHC técnico es la siguiente:

alfa = 65-70%
beta = 5-6%
gamma = 13%

COMPUESTOS CYCLODIENES

Este es el nombre colectivo de un grupo de hidrocarburos cíclicos sintéticos en el cual se encuentran insecticidas tan importantes como el CLORDANO, heptacloro, aldrin, dieldrin, y endosulfan.

1. CLORDANO. Es un producto insoluble en agua y soluble en la mayoría de los solventes orgánicos. Es susceptible a altas temperaturas y a tratamientos alcalinos. Es compatible con la mayoría de los insecticidas. Está compuesto de dos isómeros (alfa y beta) siendo el beta 10 veces más tóxico que el isómero de alfa. El Clordano es tóxico a los mamíferos con una DL_{50} de 283-590 ppm.

2. ALDRIN: Este compuesto es casi insoluble en agua y soluble en la mayoría de los solventes orgánicos. Es rápidamente convertido a su epóxido Dieldrin en los tejidos animales y vegetales y en el suelo. De allí que ambos presenten los mismos efectos tóxicos y tengan una DL_{50} de 55-60 ppm.

3. DIELDRIN: Es el epóxido del Aldrin y es uno de los compuestos químicos más persistentes que se conocen. El dieldrin puede ser absorbido a través de la piel y es un estimulante del sistema nervioso central.

4. ENDRIN O ISODRIN: El endrin es un isómero del Dieldrin y el isodrin es el isómero del aldrin, ambos son menos estables que sus isómeros y sus efectos tóxicos son similares a los del Aldrin y dieldrin. Solamente el endrin ha sido producido comercialmente. El endrin es altamente tóxico con una DL_{50} de 3-45 ppm.

5. HEPTACLORO: Tanto el heptacloro, como el hexacloro son derivados del Clordano. El heptacloro es de 4 a 5

veces más tóxico a los insectos que el clordano técnico. Es estable al calor, luz, humedad, aire, ácidos y agentes oxidantes. En sistemas biológicos el heptacloro es convertido a su epóxido el cual es más tóxico, por lo tanto el proceso de epoxidación es vital para producir toxicidad. Tiene una DL₅₀ de 90 ppm (40-188).

6. ENDOSULFAN: Este es una mezcla de dos isómeros siendo moderadamente soluble en solventes orgánicos e insolubles en agua. Tiene además propiedades acaricidas. El endosulfan es absorbido a través de la piel y tiene una DL₅₀ de 18-110 ppm.

TERPENES CLORINADOS

Los productos en este grupo son preparados mediante la clorinación de terpenes naturales. El Toxafeno y el Strobane pertenecen a este grupo. El primero es un insecticida muy importante desde el punto de vista económico especialmente para el algodón. El toxafeno es muy estable excepto en la presencia de alcalis, luz y calor arriba de 155°C. Su naturaleza tóxica es similar a la del Clordano. Los perros son especialmente susceptibles a este compuesto. La DL₅₀ es de 69 ppm (40-283). El Strobane es similar al Toxafeno, con una DL₅₀ de 200-250 ppm. Es fácil de producir y tiene un efecto residual.

MISCELANEOUS

1. MIREX: Este es un producto moderadamente tóxico con una DL₅₀ de 235-702 ppm. Es especialmente efectivo para controlar hormigas, tijeretas (Dermaptera), babosas, caracoles y gusanos de alambre.
2. KEPONE: Es un producto muy similar al Mirex. Tiene una DL₅₀ de 95-140 ppm. Además de insecticida tiene también un efecto acaricida. Tanto el Mirex como del Kepone son usados como venenos estomacales en forma de cebos para controlar babosas, caracoles y hormigas.

II. ORGANO-FOSFORADOS

Los compuesto órgano-fosforados son una combinación de alcoholes y ácidos fosfóricos para formar ésteres. Hay 6 sub-clases basados en los elementos directamente adheridos al átomo de fósforo (P). Estas sub-clases son: (1) fosfatos, (2) fosfonatos, (3) fosforotiatos, (4) fosforoti_latos, (5) fosforoditi_latos y (6) fosforoamidatos.

Cada una de estas sub-clases es dividida en 3 categorías que se basan en la estructura del grupo radical (R).

Estas categorías son: (1) derivados alifáticos, (2) derivados fenílicos y (3) derivados heterocíclicos.

Los Órgano-fosforados tienen la característica común de ser o convertirse en excelentes inhibidores de la colina-esterasa.

Derivados Alifáticos

1. **TEPP:** Es un producto extremadamente tóxico a los mamíferos con un DL_{50} de 0.5-2 ppm. Debido a su alta toxicidad no se usa actualmente.
2. **MALATHION:** Es uno de los productos más seguros ya que tiene una DL_{50} de 885-2200 ppm y es metabolizado por el hígado de los mamíferos. Mata los insectos por acción de contacto, de vapor y estomacal. La selectividad del malathion se debe a la presencia de grupos carboxílicos, los cuales son susceptibles a hidrólisis por los mamíferos.
3. **TRICLORFON (DIPTEREX Y DYLOX):** Es un producto soluble en agua, alcoholes y quetonas. Es inestable en presencia del calor y es dehidroclorinado para formar un insecticida altamente tóxico llamado Diclorvos. Esta dehidroclorinación también ocurre en el cuerpo de los insectos. El Dipterex tiene una acción sistémica dando buen control de endo y ectoparásitos del ganado. Tiene una DL_{50} de 450-469 ppm.
4. **NALED (DIBROM).** Es un insecticida de acción rápida que tiene alguna acción fumigante y de contacto. Su DL_{50} es de 430 ppm. Es un insecticida de bajo riesgo para los peces y la vida silvestre. Tiene una corta vida residual pudiéndose usar hasta 4 días antes de la cosecha sin peligro de residuos.
5. **DICLORVOS (DDVP, VAPONA):** Este es un insecticida muy volátil y que tiene una acción muy rápida contra moscas domésticas. Tiene una DL_{50} de 25-170 ppm.
6. **DIMETOATO (CYGON, ROGOR):** Es un producto particularmente tóxico a las moscas caseras. Es un insecticida sistémico con una vida residual larga, usado en aspersiones foliares para controlar insectos chupadores (áfidos, ácaros-rojos, chinches). También tiene acción de contacto. Es soluble en agua o inestable en alkalis. Tiene una DL_{50} de 250-500 ppm.
7. **DEMETON (SYSTOX):** Es un insecticida sistémico altamente tóxico a los mamíferos con una DL_{50} de 2-13

ppm. Es usado principalmente como aspersión foliar teniendo una larga vida residual. Son activados - dentro de la planta formando sulfones convirtiéndolo en más tóxico para los insectos.

8. FORATO (THIMET): Es un insecticida muy relacionado al Demeton. Tiene una DL_{50} de 1-5 ppm. Es un insecticida sistémico y también DL_{50} acaricida. Muy usado para controlar plagas del algodón.

9. OTROS INSECTICIDAS EN ESTA CATEGORIA:

- a. DISULFOTON (Disyston) DL_{50} = 2-12 ppm.
- b. MEVINFOS (Phosdrin) DL_{50} = 3-17 ppm.
- c. MONOCROTOFOS (Azodrin) DL_{50} = 21 ppm.

Derivados Fenólicos

1. Parathion Etilico y Metilico: Es un insecticida altamente tóxico a los mamíferos con una DL_{50} de:

Parathion etilico = 3-30 ppm.

Parathion metilico = 9-42 ppm.

El parathion es absorbido a través de la piel y es también muy dañino si es inhalado. Es un insecticida de amplio espectro. El parathion metilico tiene una baja toxicidad dérmica en comparación al parathion etilico.

2. RONNEL (KORLAN): Es un insecticida sistémico para animales. Es soluble en agua y en la mayoría de los solventes orgánicos. Es un insecticida muy seguro con una DL_{50} de 906-3025 ppm. Se administra vía oral para el control de endo y ectoparásitos del ganado (tórnsalo, gusano tornillo, etc.). También se usa para aplicaciones residuales en el control de moscas caseras, pulgas y cucarachas. Es fitotóxico, por lo que no se recomienda para usar sobre plantas.

3. OTROS:

(a) Crufomate (Ruelene) DL_{50} = 660-1000 ppm

(b) Gardona DL_{50} = 4000-5000 ppm

Derivados Heterocíclicos

1. DIAZINON (BASUDIN): Es un producto relativamente soluble en agua y miscible con la mayoría de los solventes orgánicos. Es de moderada a relativamente baja toxicidad a los mamíferos con un DL_{50} de 66-600 ppm. Es un insecticida de amplio espectro, controlando plagas del suelo y del follaje de hortalizas y cultivos anuales y perennes.
2. AZINPHOSMETHYL (GUTHION O GUSATHION): Es un insecticida y acaricida de muy amplio espectro. Es altamente tóxico a los mamíferos, con una DL_{50} de 13-16 ppm. Es utilizado para controlar plagas en frutales, hortalizas, algodón y ornamentales.
3. CHLORPYRIFOS (DURSBAN): Es un insecticida estomacal y de contacto efectivo para controlar mosquitos, garrapatas, insectos del suelo y del follaje en cultivos agronómicos. Es moderadamente tóxico a los animales, con un DL_{50} de 97-276 ppm. Es muy tóxico para la fauna acuática.

III. INSECTICIDAS CARBAMATOS

Estos insecticidas son en general derivados sintéticos de la Fisostigmina (Eserina) que es el principal alcaloide de la planta Physostigma venenosum. Este alcaloide es un inhibidor de la enzima Colina-esterasa. Se les denomina también derivados del ácido carbámico (CO_2H_2). Los carbamatos típicos contienen nitrógeno pero difieren de los hidrocarburos clorinados y de los órgano-fosforados por la carencia de Cloro y Fósforo. La mayoría son insecticidas de contacto y tienen la particularidad de bajar el nivel de Colina-esterada y actuar como venenos del sistema nervioso de la manera como actúan los órganos fosforados.

1. CARBARYL (SEVIN): Es un insecticida de amplio espectro que controla de 100-150 especies de insectos pero que es virtualmente inefectivo contra mosca doméstica, ciertos áfidos y ácaros. Es de moderada toxicidad a los mamíferos con una DL_{50} de 500-700 ppm. Es estable al calor, la luz, e hidrólisis excepto bajo condiciones alcalinas. Tiene una corta vida residual por lo que se puede usar cercano a la cosecha. Es altamente tóxico a las abejas.
2. ALDICARB (TEMIK): Es un insecticida sintético, acaricida y nematocida, el cual es absorbido a través de las raíces de las plantas y tiene una vida residual de hasta 10 semanas. Es altamente tóxico, con una DL_{50} de 1-30 ppm.
3. CARBOFURAN (FURADAN): Es un insecticida efectivo para el control de insectos del suelo del maíz, plagas del algodón y papas. Es altamente tóxico con un DL_{50} de 5 ppm.

4. **PROPOXUR (BAYGON):** Es un insecticida de contacto y que presenta cierta acción sistémica cuando es aplicado al suelo. Posee una acción rápida y larga vida residual. Es efectivo contra cucarachas, mosquitos, chinches y arañas. Su DL_{50} es de 95-104 ppm.
5. **OTROS CARBAMATOS DE IMPORTANCIA**
- a) **METRHONYL (LANNATE):** Insecticida de amplio espectro DL_{50} 2-5 ppm.
- b) **MESUROL:** Efectivo como repelente de pájaros y para el control de babosas en frijol: DL_{50} = 130 ppm.
- c) **DIMETILAN:** Usado para controlar moscas en establos. Viene impregnado en bandas plásticas que se cuelgan del techo para el control de moscas: DL_{50} = 25-64 ppm.

IV. FUMIGANTES

Los fumigantes son gases que destruyen las células y tejidos del insecto al penetrar al mismo a través de la cutícula y los conductos respiratorios. Estos gases son dispersados en forma molecular, las cuales penetran a través de hendiduras o resquicios de productos almacenados. Su uso principal es en el control de plagas de productos almacenados. Hay dos factores que juegan un papel importante en la caracterización de los fumigantes: (1) Inflamabilidad y (2) propiedades de advertencia al peligro. Todos los fumigantes son sustancias extremadamente volátiles y muy tóxicos al hombre, por lo tanto, todo fumigador debe estar debidamente entrenado, provisto del equipo indicado y debe entender los peligros asociados con los fumigantes que usa.

1. **NAFTALINA ($C_{10}H_8$):** Este es un fumigante de uso doméstico, que es elaborado en forma de bolitas o laminitas, para el control de polillas de la ropa y escarabajos de las alfombras.

1. **PARADICLOROBENCENO ($C_6H_4Cl_2$):** El PPCB como se conoce también fue probablemente el primer insecticida de los hidrocarburos clorinados que se produjo. Es usado principalmente para proteger colecciones de insectos, abrigos y lana. Da un buen control de mosca doméstica al aplicarlo en los toneles de basura a razón de 1 a 2 onzas cada dos semanas, en un recipiente separado.

3. **ACIDO CIANHIDRICO (HCN):** Este gas es usado para el control de insectos y roedores. El Cianuro es altamente tóxico al hombre por lo que debe ser aplicado sólo por perso-

nal bien entrenado. Después que la fumigación ha sido completada el local debe ser ventilado profusamente.

4. BROMURO DE METILO (CH_3Br): Es un gas más pesado que el aire y con un pronunciado poder de penetración. Es altamente tóxico e inflamable y su presencia no es advertida en forma gaseosa ya que es inodoro, por lo que usualmente se le agrega en la formulación dos por ciento de cloropicrina para evitar accidentes. Es usado para el control de insectos en graneros y bodegas, y también para el control de plagas del suelo incluyendo nemátodos, pero su alta volatilidad restringe un poco su uso como tratamiento al suelo.

5. DICLORURO DE ETILENO ($\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$): Este compuesto es generalmente mezclado con tetracloruro de carbono y vendido como DOWFUME. Es usado para el control de insectos del suelo y de los productos almacenados. Su DL_{50} es 700-900 ppm.

6. CLOROPICRINA (CCl_3NO_2): Este gas fué desarrollado como un gas lacrimógeno durante la Primera Guerra Mundial. Tiene propiedades irritantes por lo que es agregado al Bromuro de Metilo como agente de advertencia. Es empleado para controlar plagas del suelo pero no es muy utilizado en fumigaciones debido a sus vapores persistentes.

7. FOSFINA (FOSTOXIN) (PH_3): Está compuesto de polvo de aluminio y fósforo, el cual reacciona lentamente con la humedad del aire. Se considera como no inflamable, pero altamente tóxico. Debido a su baja velocidad de activación y la facilidad del manejo de su formulación (tabletas) se considera un fumigante seguro.

8. OTROS FUMIGANTES

- a) Disulfuro de Carbono
- b) Dibromuro de Etileno
- c) Oxido de Etileno
- d) Floururo Sulfuroso

V. INSECTICIDAS INORGANICOS

Estos insecticidas son relativamente no específicos y como no son muy tóxicos a los insectos se necesitan grandes cantidades para ejercer algún control de plagas en el campo.

Debido a estas limitaciones, los insecticidas inorgánicos han sido gradualmente sustituidos por los insecticidas sintético-orgánico. Hay dos grupos de compuestos inorgánicos que aún se usan como insecticidas. Los arsenicales y los fluoruros.

ARSENICALES

La actividad insecticida de este grupo de compuestos está directamente relacionada al contenido de arsénico metálico. Estos productos pueden ser muy fitotóxicos si la porción de arsénico soluble en agua es alta. Todos los arsenicales son venenos estomacales para los insectos y dejan en la superficie del suelo y de las plantas residuos insolubles en agua.

1. **ARSENIATO DE PLOMO:** Se le conoce también como arseniato de plomo "ácido" ($PbHA O_4$) y contiene aproximadamente 20% de arsénico. Puede causar fitotoxicidad. Las formulaciones comerciales de arseniato de plomo "básico" contienen 14% de arsénico siendo menos activo que la formulación ácida. Su DL_{50} es de 100 ppm. La formulación ácida es más usada porque es más tóxica a los insectos. Es efectivo contra insectos masticadores. La formulación más popular es un polvo seco conteniendo 32% ó más de arsénico. Actúa también como fungicida.

2. **ARSENIATO DE CALCIO:** Este producto puede contener hasta 37% de arsénico. Las formulaciones comerciales tienen 25% de arsénico y se consideran seguras. Por lo general es más fitotóxico que el arseniato de plomo. Su DL_{50} es de 35 ppm. Es formulado como cebo al 15% polvo al 25% y polvo humectante al 70%. Es utilizado contra el picudo del algodón y varias plagas en frutales y hortalizas.

FLUORUROS INORGANICOS

Generalmente, el grado de toxicidad de estos productos está relacionando a su contenido de fluor pero también su grado de fitotoxicidad aumenta. Actúan como venenos estomacales.

1. **FLUORURO DE SODIO (NaF):** Es usado como un veneno estomacal desde 1896. Contiene 45.2% de Fluor y es soluble en agua. Su DL_{50} es 75 ppm. Es formulado como polvo o cebo y es usado para el control de cucarachas, garrapatas y piojos. Debido a problemas de fitotoxicidad no es usado en plantas.

2. **CRIOLITA, Fluoraluminato de Sodio (Na_3AlF_6):** Este material ocurre en forma natural pero puede también ser sintetizado. Contiene 54% de fluor y no es muy fitotóxico, sin embargo en climas muy húmedos puede ocasionar quemaduras en

las hojas del maíz. Es un insecticida muy seguro y no causa problemas de residuos. El límite de tolerancia ha sido establecido en 7 ppm. Es usado para el control de plagas en futaes y hortalizas.

VI. INSECTICIDAS BOTANICOS (VEGETALES)

Antes del desarrollo de los insecticidas orgánicos modernos los insecticidas de origen vegetal fueron muy populares debido a su alta toxicidad a los insectos y su bajo grado de peligro al hombre y a los animales domésticos con la excepción de la Nicotina que es altamente tóxica a los mamíferos. Estos insecticidas y sus derivados son usados primariamente en forma de aerosoles para controlar plagas caseras y como polvos para el control de ectoparasitos de los animales domésticos.

NICOTINOIDES

1. **NICOTINA:** El sulfato de nicotina ha sido usado como insecticida de contacto, fumigante y como veneno estomacal. Aparece en el mercado con el nombre de Black Leaf 40 con un 40% de sulfato de nicotina. Es especialmente efectivo contra áfidos y otros insectos de cuerpo blando. Es altamente tóxico a los mamíferos con una DL_{50} de 50-60ppm, y es absorbido a través de la piel.

Comercialmente la nicotina es obtenida de Nicotiana tabacum y Nicotiana rústica, con una concentración en las hojas de la primera de 2-5% y de 5-14% en la segunda. La Anabasina y la Nicotina son los únicos otros dos alcaloides de importancia como insecticida, que se encuentran en esas plantas.

2. **NORNICOTINA:** Se encuentra en las hojas de Nicotiana sylvestris y es más efectivo que la nicotina contra algunos insectos. es igualmente de tóxico como la Nicotina.

3. **ANABASINA:** También es conocida como Neonicotina y se obtiene de hojas y ramitas tiernas de la planta Anabasis aphylla que crece en Asia Central y Nor-Africa. El Sulfato de Anabasina es usado comercialmente como insecticida en Rusia.

ROTEÑOIDES

1. **ROTENONA:** las fuentes económicamente importantes de ROTENONA son las plantas Derris elliptica y Derris malaccensis, originarias de Asia del Este y Loncho-

carpus urucu, de América del Sur. La Rotenona es usada en forma de raíces machacadas, resinas y material cristalizado extraído con solventes tales como cloroformo. Debido a su baja toxicidad a los humanos (DL_{50} = 60-1500 ppm). Su uso es permitido en hortalizas al momento de la cosecha. Ocurren rotenoides en forma natural, de los cuales la rotenona es el que tiene más poder insecticida. Actúa como veneno de contacto y estomacal.

PIRETROIDES

1. PIRETRINA: Este material es encontrado en las flores de plantas que pertenecen a la familia Compositae y al género Chrysanthemum. Las especies más utilizadas son Chrysanthemum cinerariaefolium y C. coccineum cultivadas principalmente en Kenya, Uganda, Tanzania, Ecuador, y Japón. su actividad insecticida se atribuye a la acción de seis constituyentes. Piretrina I y II, Cinerina I y II y Jasmolina I y II. La piretrina es esencialmente no tóxica a los mamíferos (DL_{50} = 200-2600 ppm) y es el insecticida primario en varios aerosoles de uso doméstico. Su acción es de contacto y no tiene ninguna acción estomacal porque son rápidamente hidrolizados a compuestos no tóxicos.

2. PIRETROIDES SINTETICOS: Son mucho más estables que las piretrinas naturales con propiedades tóxicas muy similares. Hay varias piretrinas en el mercado actualmente, entre ellos a) Aletrina, b) Resmetrina, c) Decametrina, d) Bartrina, e) Cicletrina, f) Otros.

VII. AGENTES SINERGISTICOS

La actividad de ciertos insecticidas, especialmente Piretrina puede aumentarse enormemente mediante la adición de ciertos compuestos que no tienen ninguna propiedad insecticida. Este fenómeno es llamado "SINERGISMO" y los agentes se denominan "sinergistas" o "activadores". Los más importantes son:

1. SESAMIN: Es un componente del aceite de ajonjolí y es usado en combinación con piretrina.
2. SESAMULIN: Igual al anterior.

3. BUTOXIDO DE PIPERONILO: Es un producto sintético usado en la preparación de aerosoles.
4. SESAMEX: Es un sinergista de amplio espectro, que actúa no sólo con piretrina, sino que también con carbamatos, organofosforados e hidrocarburos clorinados.
5. MGK264.

E: MODU DE ACCION

- I. VENENOS FÍSICOS: ACEITES MINERALES, POLVOS INERTES
- II. VENENOS PROTOPLASMÁTICOS: METALES PESADOS (HG), ACIDOS
- III. INHIBIDORES DEL METABOLISMO. ROTENONA
 - A) RESPIRATORIOS
 - B) INHIBICIÓN DE LA OXIDASA DE FUNCIÓN MIXTA, SINERGISTAS
 - C) METABOLISMO DE CARBOHIDRATOS
.....FLOUROACETATO DE SODIO
 - D) METABOLISMO DE AMINAS
 - E) HORMONAS HORMONA JUVENIL
- IV. AGENTES NEURO ACTIVOS
 - A) ANTICOLINESTERASAS. ORGANO FOSFORADOS Y CARBAMATOS
 - B) PERMEABILIDAD DE IONES. DDT, PIRIRETROIDES, CICLODIENES, BHC
 - C) AGENTES PARA RECEPTORES NERVIOSOS. NICOTINA
- V. VENENOS ESTOMACALES. BT TOXINA

COMO PREPARAR INSECTICIDAS PARA SU USO (DOSIFICACION)

Por: Ing. Norberto E. Urbina

Las formulaciones en polvo generalmente vienen listas para usarse, pero algunas veces es necesario diluirlos con material inerte, para propósitos especiales. El material técnico y sus solventes usualmente no tienen la misma gravedad específica o peso por unidad (galón o litro). Por lo tanto, los mismos no pueden mezclarse de acuerdo a volumen sino que en base a peso/peso. Después de esto sí es posible diluirlos por volumen con bastante exactitud ya que la gravedad específica de los ingredientes ha sido compensada en la preparación del concentrado. Por ejemplo, el clordano pesa el doble que la kerosina, por lo que una solución que contenga 2 galones de clordano técnico y 98 galones de kerosina, contendría 4% de clordano por peso y no 2%. Sin embargo, un concentrado de clordano al 20%, contiene 20% de clordano por peso, por lo tanto puede ser diluido por volumen en la proporción de 1:9 para formar un caldo de aspersión al 2%.

FORMULAS PARA DILUCIONES

A. PROPORCIONES

CONCENTRADO

+

DILUYENTE

I.A. : %

CONSISTENCIA: LIQUIDO

CONSISTENCIA: LIQUIDO

CONCENTRADO

+

DILUYENTE

I.A. : %

CONSISTENCIA: SOLIDO

CONSISTENCIA: SOLIDO

$$P = \frac{E}{D} - 1$$

B. CANTIDADES REALES

CONCENTRADO

+

DILUYENTE

I.A. : %

CONSISTENCIA: LIQUIDO

CONSISTENCIA: LIQUIDO

CONCENTRADO

+

DILUYENTE

I.A. : %

CONSISTENCIA: SOLIDO

CONSISTENCIA: SOLIDO

$$x = \frac{D \times C}{F}$$

CONCENTRADO

+

DILUYENTE

I.A. : %

CONSISTENCIA: SOLIDO

CONSISTENCIA: LIQUIDO

$$x = \frac{D \times C \times P}{F}$$

CONCENTRADO

+

DILUYENTE

I.A. : %

CONSISTENCIA: LIQUIDO

CONSISTENCIA: LIQUIDO

$$x = \frac{D \times C \times P}{100 \times L}$$

Los insecticidas líquidos son comprados ya sea formulados como soluciones o como concentrados emulsificables. Estos deben ser diluidos en aceite o agua para preparar el caldo de aspersión final. Los polvos por otro lado son a menudo diluidos a concentraciones más bajas usando talco u otro material inerte.

A. FORMULA PROPORCIONAL: $P = \frac{F}{D} - 1$ (FORMULA A)

Es una fórmula simple para diluir un líquido en otro líquido o un sólido en otro sólido. Esta fórmula es una proporción tal como 1:19 y por lo tanto no nos da la cantidad de concentrado requerido para preparar una determinada cantidad tal como 5 galones de Malathion al 50% (concentrado emulsificable).

EJEMPLO 1: Prepare 100 galones de una emulsión conteniendo 2.5% de Malathion usando Malathion concentrado emulsificable (C.E.) al 50% y agua.

SOLUCION: Usamos la fórmula A.

$$P = \frac{F}{D} - 1$$

$$P = \frac{50\%}{2.5} - 1 \quad P = \frac{20}{1} - 1 = 19$$

Necesitamos 19 partes de diluyente por 1 de Malathion E.C. 50%, lo que hace un total de 20 partes (Proporción de 1:19). Con un total de 20 partes, cada parte entonces es igual a $\frac{100 \text{ galones}}{20 \text{ partes}}$

o sea 5 galones de Malathion C.E. 50%. Agregue, por lo tanto, 5 galones de Malathion C.E. 50% a 95 galones de agua para formar 100 galones de emulsión al 2.5% de Malathion.

B. FORMULAS PARA CANTIDADES REALES:

1. Fórmula para preparar una cantidad dada de polvo insecticida o emulsión usando sólido con sólido o líquido con líquido

$$X = \frac{D \times C}{F} \quad (\text{Fórmula } B_1)$$

La fórmula B_1 se usa cuando se desea producir una cierta cantidad de insecticida en polvo o emulsión,

usando materiales de la misma forma.

EJEMPLO 1: Prepare 100 libras de Clordano en polvo al 10%, usando Clordano al 75% (polvo) y talco.

SOLUCION: Aplicamos la Fórmula B₁.

$$X = \frac{10\% \times 100 \text{ lbs.}}{75\%} = \frac{1000}{75} = 13.3 \text{ libras}$$

Agregue 13.3 libras de Clordano al 75% en 86.7 libras de talco para hacer 100 libras de Clordano al 10% - (polvo)

EJEMPLO 2: Prepare 400 litros de emulsión conteniendo 0.5% de Diazinon, usando Diazinon C.E. al 20% y agua.

SOLUCION:

$$X = \frac{0.5 \times 400}{20} = \frac{200}{20} = 10 \text{ litros}$$

Agregue 10 litros de Diazinon C.E. al 20% a 390 litros de agua para hacer 400 litros de emulsión con 0.5% de Diazinon.

2. FORMULA PARA PREPARAR UNA SUSPENSION EN BASE A PESO/PESO.

$$X = \frac{D \times C \times P}{F} \quad (\text{Fórmula B}_2)$$

Esta fórmula se usa cuando se desea preparar - una cierta cantidad de insecticida con ingredientes cuya forma es diferente, tal como mezclar con agua, un polvo mojable (sólido) para producir una suspensión.

EJEMPLO 1: Prepare 100 galones de una suspensión con teniendo 1.5% de Malathion usando Malathion P.M. al 75% y agua.

SOLUCION: Aplicamos la fórmula B₂

$$X = \frac{1.25\% \times 100 \text{ galones} \times 8.34 \text{ lbs/galón}}{75\%} = 13.9 \text{ lbs. de Malathion P.M. al 75\%}$$

Llene el tanque mezclador con la mayoría de los 100 galones de agua. Agregue 13.9 libras de Malathion P.M. al 75%. Termine de llenar el tanque hasta la marca de los 100 galones.

EJEMPLO 2: Prepare 10 litros de una suspensión de metomil al 0.05% usando Lannate P.M. al 85% y agua.

SOLUCION:

$$X = \frac{0.05 \times 10,000 \text{ ml} \times 1 \text{ gramo/cc.}}{85\%} = \frac{5.88 \text{ gramos de Lannate P.M. al 85\%}}{85\%}$$

Ponga 5.88 gramos de Lannate P.M. al 85% en el tanque de una aspersora de 10 litros de capacidad.

3. FORMULA PARA PREPARAR DILUCIONES DE FORMULACIONES LIQUIDAS PRESENTADAS EN BASE A LIBRAS DE I.A. POR GALON.

$$X = \frac{D \times C \times P}{100 \times L} \quad (\text{Fórmula } B_3)$$

EJEMPLO 1: Prepare 100 galones de una emulsión conteniendo 0.5% de Clordano, usando Clordano 4 E.C. - (4 libras/galón).

SOLUCION: Aplicamos la fórmula B_3

$$X = \frac{0.5\% \times 100 \text{ gls.} \times 8.34 \text{ lbs/galón}}{100\% \times 4 \text{ libras/galón}} = \frac{1 \text{ galón aproximadamente de Clordano 4 E.C.}}{4 \text{ libras/galón}}$$

Agregue un galón de Clordano 4 EC a 99 galones de agua para hacer 100 galones de emulsión con 0.5% de Clordano.

FORMULAS DE DILUCION

A. PROPORCIONES

$$P = \frac{E}{D} - 1 \quad (\text{FORMULA A})$$

P = No. DE PARTES DE DILUYENTE POR UNA PARTE DE FORMULACION.
 E = % DE I.A. EN LA FORMULACION.
 D = % DE I.A. EN LA DILUCION FINAL O EN EL POLVO SECO.

B: CANTIDADES REALES

1. PARA PREPARAR UNA CANTIDAD DADA DE INSECTICIDA USANDO LIQUIDO CON LIQUIDO O SOLIDO CON SOLIDO

$$X = \frac{D \times C}{F} \quad (\text{FORMULA B}_1)$$

X = CANTIDAD REQUERIDA DE FORMULACION EN LA MEZCLA (LIBRAS, GALONES, KILOGRAMOS, LITROS, ONZAS)

D = % DE I.A. EN EL POLVO SECO O EN LA DILUCION FINAL (SOLUCION O EMULSION)

C = CANTIDAD DE DILUCION O POLVO SECO A PREPARAR (LIBRAS, GALONES, KILOGRAMOS, LITROS, ONZAS)

F = % DE I. A. EN LA FORMULACION

2. PARA PREPARAR UNA SUSPENSION EN BASE A PESO/PESO

$$X = \frac{D \times C \times P}{F} \quad (\text{FORMULA B}_2)$$

- X = LIBRAS O KILOGRAMOS DE FORMUALCION A USAR
 D = % DE I.A. EN LA DILUCION FINAL (SUSPENSION)
 C = CANTIDAD DE GALONES O LITROS A PREPARAR
 P = PESO DE UN GALÓN DE DILUYENTE (EL PESO DEL AGUA ES DE 8.34 LIBRAS/GALÓN)
 F = % DE I.A. EN LA FORMULACIÓN

3. PARA PREPARAR DILUCIONES DE FORMUALCIONES LIQUIDAS PRESENTADAS EN BASE A LIBRAS DE I.A. POR GALON

$$X = \frac{D \times C \times P}{100 \times L} \quad (\text{FORMULA } B_3)$$

- X = GALONES DE FORMULACIÓN REQUERIDOS
 D = % DE I.A. EN LA DILUCION FINAL (EMULSION O SOLUCION)
 C = CANTIDAD DE GALONES O LITROS A PREPARAR
 P = PESO DE GALON DE DILUYENTE (EL PESO DEL AGUA ES DE 8.34 LIBRAS/GALON)
 100 = FACTOR DE 100% DE PUREZA
 L = LIBRAS DE I.A. POR GALON DE FORMULACION

PROCEDIMIENTOS BASICOS PARA CALIBRACION DE ASPERSORAS

Por: Ing. Norberto E. Urbina *

La razón principal por la cual una aspersora tiene que calibrarse, es para determinar la cantidad de Litros por Hectárea (LPH) o Galones por manzana (GPM_z) a aplicar o el número de bombas o tanques necesarios para cubrir una hectárea o manzana. Si se trata de una aspersora accionada por tractor necesitamos saber cuántas hectáreas o manzanas son cubiertas con cada tanque. Una vez conocido lo anterior el aplicador puede mezclar en el tanque la cantidad correcta de plaguicida, siguiendo las recomendaciones encontradas en la etiqueta del producto o la dada por los técnicos en control de plagas.

Los Litros por Hectárea (LPH) o Galones por Manzana (GPM_z) aplicados por una aspersora es el resultado de dos factores:

- (1) Los litros por Minuto (LPMín) o Galones por Minuto (GPMín) que descarga cada boquilla y,
- (2) Las Hectáreas por Minuto (HPMín) o Manzanas por Minuto (M_z PMín) cubiertos por cada tanque de la aspersora.

Conociendo éstos dos factores, los LPH o GPM_z se pueden determinar usando las siguientes fórmulas:

A.	$LPH = \frac{LPMin}{HPMin}$	LPH = Litros por Hectárea
		LPMín = Litros por Minuto
		HPMín = Hectáreas por Minuto
b.	$GPM_z = \frac{GPMin}{M_zPMin}$	GPM_z = Galones por Manzana
		GPMín = Galones por Minuto
		M_z PMín = Manzanas por Minuto

Los LPH O GPM_z pueden cambiarse mediante:

- (1) El cambio de los Litros o Galones por minuto,
- (2) El cambio de las Hectáreas o manzanas por minuto,
- (3) Cambio de las dos anteriores simultáneamente.

La descarga por minuto de cada boquilla y el área cubierta por minuto de una aspersora son generalmente independientes la una de la otra. Por lo tanto, la responsabilidad del aplicador es manipular ambos factores para obtener los LPH o GPM_z adecuados.

* Entomólogo de IICA/PROMECAFE

COMO MODIFICAR LOS LITROS POR MINUTO O GALONES POR MINUTO:

Los LPMin o GPMin que descargan las boquillas se pueden variar de la siguiente forma;

- (1) Usando una bomba más grande,
- (2) Variando el orificio del regulador
- (3) Cambiando el tamaño o el número de boquillas

Cuando se está calibrando una aspersora, los dos métodos más comúnmente utilizados para modificar el flujo de las boquillas son:

- (1) Cambiar el tamaño y número de boquillas (para modificaciones grandes) y,
- (2) Variar el tamaño del orificio del regulador (para modificaciones pequeñas).

La descarga de la bomba fluye tanto a través del agujero de la boquilla como por el orificio del regulador. Al reducir el tamaño del regulador se requiere una mayor presión para forzar la descarga de la bomba a través del sistema. El incremento de la presión aumenta la descarga de las boquillas. Se obtiene la mayor descarga de las boquillas y la máxima presión cuando el orificio del regulador está cerrado y todo el líquido fluye a través de las boquillas. Al aumentar el tamaño del orificio del regulador se obtiene una presión baja y una menor descarga a través de las boquillas.

Los cambios en descarga inducidos al variar el tamaño del orificio del regulador son generalmente pequeños debido a que el flujo de un líquido a través de un orificio varía en proporción a la raíz cuadrada de la presión (para duplicar la descarga la presión debe incrementarse 4 veces) y generalmente es necesario operar dentro de un rango de presión relativamente estrecho. Por ejemplo, el rango de presiones recomendadas para la aplicación de herbicidas va desde 20 a 30 PSI, con el objeto de controlar la deriva.

Hay dos métodos comúnmente utilizados para determinar la descarga por minuto de una aspersora. El primero consiste en determinar la cantidad de líquido necesario para restaurar el nivel original en el tanque después de haber operado el sistema por un tiempo fijo. El segundo consiste en coleccionar y medir la descarga de unas pocas boquillas por un tiempo fijo, sacar el promedio y luego multiplicarlo por el número de boquillas en el aguilón. Para obtener una medida más precisa de la descarga por minuto de la aspersora el tiempo fijo que se debe operar el sistema debe ser lo suficientemente largo (3-5 minutos) y el mismo debe repetirse varias veces (5 mínimo).

Ejemplo:

Una aspersora es operada por 3 minutos. Después de ese tiempo se necesitan 75 litros para restaurar el nivel original del tanque. ¿Cuál es la descarga en litros por minuto?

$$LPMin = \frac{\text{Líquido Requerido para Restaurar Nivel (Litros)}}{\text{Tiempo (minutos)}}$$

$$= \frac{75}{3} = 25$$

$$R = 25 \text{ Litros/minuto}$$

COMO MODIFICAR LAS HECTAREAS O MANZANAS POR MINUTO

La anchura del aguilón y la velocidad de aplicación determina el número de Hectáreas por Minuto (HPMin) o Manzanas por Minuto (M_zPMin) que cubre la unidad. Al calibrar una aspersora, el método principal usado para modificar las hectáreas o manzanas por minuto, es la variación de la velocidad de aplicación, ya que la anchura del aguilón es generalmente fija para cada aspersora en particular.

Hay algunas limitaciones, desde el punto de vista práctico, en lo relacionado con la variación de la velocidad de aplicación ya que el aplicador no puede ir muy rápido por razones de seguridad ni muy despacio por razones de eficiencia.

Las fórmulas para calcular las hectáreas o manzanas por minuto son:

$$A. \quad HPMin = \frac{\text{Ancho de Aguilón (m)} \times \text{Velocidad (KPH)} \times 16.6}{10,000 \text{ m}^2}$$

$$B. \quad M_{z}PMin = \frac{\text{Ancho Aguilón (m)} \times \text{Velocidad (KPH)} \times 16.6}{7,000 \text{ ó } 8,000 \text{ m}^2}$$

Donde: 16.6 son los metros por minuto equivalentes a la velocidad 1 KPH.

7,000 ó 8,100 son los metros cuadrados en una manzana según la zona.

Ejemplo:

Un agricultor realizará una aplicación de insecticidas con una aspersora montada en tractor que tiene aguilón de 20 metros de longitud. ¿Cuántas hectáreas por minuto podrá asperjar a una velocidad de aplicación de 8 KPH?

Aplicando la fórmula tenemos:

$$\text{HPMin} = \frac{20 \times 8 \times 16.6}{10,000}$$

$$\text{HPMin} = 0.26$$

PROBLEMAS MAS COMUNMENTE ENCONTRADOS EN CALIBRACION DE ASPERSORAS:

Hay dos tipos principales de problemas de calibración que un aplicador puede encontrar:

- Tipo 1. El aplicador tiene una aspersora movida por tractor y la cual ya tiene instaladas las boquillas y él quiere determinar los litros por hectárea que puedan ser aplicados viajando a una velocidad razonable a las condiciones del campo. Este es el tipo clásico de problema cuando un agricultor consigue prestada la aspersora de otro agricultor.
- Tipo 2. El aplicador desea asperjar un cultivo con una cantidad específica de solución por hectárea por lo que tiene que seleccionar las boquillas para aplicar la cantidad correcta.

A continuación se presentan algunos ejemplos para resolver estos problemas:

Ejemplo Tipo 1:

Un agricultor desea aplicar un herbicida en sus potreros a razón de 2 litros de producto comercial por hectárea. Su aspersora tiene un aguilón de 10 metros de ancho la cual está equipada con boquillas tipo abanico. La capacidad del tanque de la aspersora es de 400 litros. La presión de aplicación será de 25 PSI para minimizar la deriva. La velocidad máxima de aplicación será de 8 KPH. Con los datos anteriores determine lo siguiente:

- a) Litros/Ha
- b) Hectáreas cubiertas por tanque,
- c) Cantidad de producto comercial a usar por tanque.

Solución 1.

Este problema se puede resolver usando el método de la "Décima de Hectárea". Esto consiste en que el agricultor asperjará una franja de terreno que corresponda a 1/10 de hectárea. La longitud de la franja dependerá de la anchura del aguilón así tenemos:

$$\text{Metros cuadrados en } 1/10 \text{ de hectárea} = 1000 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud de franja} = \frac{\text{Metros cuadrados en } 1/10 \text{ hectárea}}{\text{Anchura del aguilón}}$$

$$= \frac{1000}{10}$$

$$= 100 \text{ metros}$$

El agricultor entonces asperjará una franja de 100 metros, restaurará el nivel original de líquido en el tanque y le agregará un cero al número en litros requeridos para restaurar el nivel original.

Si asumimos que después de haber repetido la operación varias veces se necesitan 20 litros para restaurar el nivel, el agricultor estará aplicando 200 litros por hectárea.

Solución 2.

El técnico o el agricultor deberá usar las fórmulas dadas anteriormente para determinar LPH, las hectáreas o manzanas cubiertas por el tanque de la aspersora y la cantidad de producto químico a aplicar.

FUNDAMENTOS DE LA APLICACION DE PESTICIDAS

* Saúl Edgardo Contreras

En el Agroecosistema normalmente se presentan problemas fitosanitarios de diferentes orígenes. Existen insectos, malezas, hongos, bacterias, virus, nemátodos y otros organismos que atacan a los diferentes cultivos. Estos pueden dañar las partes subterráneas de la planta, otros tallos y troncos, algunos se especializan en dañar el área foliar, otros atacan estructuras fructíferas y las malezas compiten con la planta por agua, luz y nutrientes. El daño causado por estos organismos varía desde pequeñas mordeduras en el área foliar hasta la destrucción completa de la planta. La severidad del daño está relacionado directamente con el tamaño de las poblaciones de los organismos considerados plagas. Poblaciones numéricamente altas causan daños muy severos y es necesario tomar medidas de control para reducir drásticamente esos altos niveles de población.

La reducción numérica de las poblaciones de plagas a niveles relativamente tolerables se puede efectuar de diferentes maneras. Actualmente la protección vegetal dispone de los métodos de control siguientes: control mecánico, físico, cultural, biológico, variedades resistentes o fitogenético, técnica del insecto estéril, control genético de insectos y el control químico.

La selección del método o de los métodos de control representa la primera decisión trascendental que debe de efectuar el técnico. La reducción numérica de las plagas se puede efectuar eficazmente cuando se ha seleccionado correctamente el método de control que se ajusta a esa determinada circunstancia. Existen ciertos criterios que pueden contribuir a la selección del método:

a. Evaluar los riesgos y beneficios de cada método.

Cualquier método de control tiene sus bondades y sus limitaciones. Existen métodos de control que son relativamente caros y otros de bajo costo. Algunos actúan rápidamente y otros son de acción lenta. Hay métodos de control que presentan soluciones temporales para el problema de las plagas y otro cuyo efecto es permanente. Algunos requieren mucha mano de obra, otros no.

* Profesor de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

b. Escoger el método que sea más efectivo.

Todos los métodos de control son efectivos. Sin embargo, el porcentaje de efectividad varía en relación con las características inherentes al método seleccionado. Normalmente, el criterio que determina la efectividad es el índice de abundancia numérica de las plagas antes y después de que se haya aplicado la medida de control.

c. Escoger el método que cause el daño mínimo a las personas y al ambiente. En su mayoría, los diferentes métodos de control no son perjudiciales para el hombre y su ambiente. La única excepción es el control químico.

d. Conocer la mejor época para aplicar la medida de control. La aplicación de cualquier medida de control debe basarse en el conocimiento ecológico de las plagas que se desean controlar. Asimismo, el conocimiento ecológico de las plagas debe relacionarse con la fenología del cultivo. La interacción plaga-cultivo-ambiente debe ser el criterio para seleccionar la época de aplicación de la medida de control.

e. Conocer el uso apropiado del método.

Todo método de control presenta sus propias características de operabilidad. Algunos requieren el uso de maquinaria y equipo especializado. Para otros es deseable conocer las técnicas específicas de la aplicación del método de control.

f. Rentabilidad

Los diferentes métodos de control varían en relación con la rentabilidad. Un determinado método de control puede ser efectivo pero rentable. Otros métodos de menor efectividad podrían ser más rentables.

g. Conocer las regulaciones legales que son aplicables al método de control seleccionado.

Algunos métodos de control tienen regulaciones legales que deben ser acatadas por los usuarios de esos métodos. Al cumplir esas disposiciones el método de control se vuelve inoperativo y el problema de las plagas se puede incrementar. Además, existe la probabilidad de que se generen problemas de contaminaciones, intoxicaciones y de que se detecten residuos indeseables en los alimentos.

En la mayoría de los casos el método de control seleccionado es el químico. Esto se debe a los factores siguientes: Existe una amplia gama de productos para controlar la mayoría de organismos que causan problemas fitosanitarios. Los pesticidas son productos de acción rápida y de excelente potencia. Permiten que el agricultor use sus medidas de control independientemente de las actividades que realiza el vecino. La eficacia de control es aceptable aún cuando la densidad de población de la plaga es alta. Existe, además, mucha disponibilidad de equipo para aplicar estos productos. Sin embargo, los pesticidas son caros y tienen que usarse de la manera más eficiente que sea posible.

El uso del control químico involucra conocer la biología y hábito de la plaga, pesticidas, sistemas y equipos de aplicación, factores ambientales y conocer los eventos que transcurren desde el momento en que el pesticida está dentro del equipo de aplicación hasta que hace contacto con el blanco específico.

Aspectos Biológicos de los Organismos

Un aspecto fundamental es conocer la distribución espacial de los organismos. La distribución de los organismos en el espacio puede presentarse de tres diferentes maneras: al azar, uniforme y gregaria o en agregación. Cuando la infestación es incipiente los organismos presentan una distribución al azar o gregaria. A medida que transcurre el tiempo, el organismo se vuelve más abundante y puede desarrollar una distribución más uniforme. Las diferentes formas de distribución contribuyen a delimitar las áreas que necesitan tratamiento.

Otro factor importante es la edad estructural de la población. La edad estructural se refiere al patrón de distribución por edades de los organismos dentro de la población. A través de este parámetro se puede determinar si el organismo presenta generaciones cíclicas o si presenta generaciones cruzadas o traslapadas. La aplicación es más efectiva cuando está dirigida a organismos pequeños y de tamaño uniforme. Es decir, se busca dirigir la aplicación hacia el estadio de mayor susceptibilidad. Es más fácil controlar organismos pequeños que los grandes. Los organismos de mayor tamaño necesitan mayor cantidad de sustancia activa para producir el efecto tóxico deseado.

Es necesario también efectuar muestreos de la población del organismo para establecer su densidad relativa y poder determinar cuando la población ha alcanzado el umbral económico. Normalmente el muestreo está dirigido a buscar el estadio de la

plaga que causa más daño. Otros estadíos muestreados constituyen un indicador de predicción del comportamiento futuro de la población.

A través de los factores previamente mencionados se delimitan las áreas que necesitan tratamiento y el momento oportuno para efectuar la aplicación.

Factores Meteorológicos

Las condiciones meteorológicas afectan los pesticidas antes de que hagan contacto con el área blanco y después de que el contacto se ha efectuado.

La temperatura juega un papel determinado en las aplicaciones de pesticidas. Inicialmente afecta el aplicador porque cuando la temperatura es elevada tiende a despojarse de la ropa y de otros equipos de protección. Esto lo hace más vulnerable a las intoxicaciones.

Las altas temperaturas en conjunción con la humedad relativa fomentan la evaporación de la aspersion. Las moléculas de los líquidos siempre se encuentran en movimiento y éste puede ser más violento a medida que la temperatura aumenta. Las moléculas con mayor energía escapan a la fuerza de tensión superficial y cuando más alta sea la temperatura mayor número de moléculas pueden escapar. Es decir hay mayor evaporación.

La temperatura también afecta el fraccionamiento de la emulsión. Cuando la temperatura es alta las moléculas más volátiles de la emulsión tienden a evaporarse más rápidamente.

La humedad relativa, como ya se mencionó anteriormente, está íntimamente relacionada a la temperatura. Entre menos saturado esté el aire mayor será la evaporación.

Otro factor importante es el viento. El viento afecta la penetración y también la formación de derivas. La penetración depende lógicamente de la forma de las hojas y su proporción en el espacio, así como también del estado de desarrollo y crecimiento de las plantas. Entre mayor sea la velocidad del viento menor es la penetración. Todo el líquido es interceptado por las hojas superiores sin que nada penetre. Además, entre mayor sea la densidad de plantas menor será la penetración.

La deriva es el desplazamiento del material espolvoreado

o rociado fuera del lugar de aplicación. El desplazamiento depende de la intensidad del viento y del peso y tamaño del material pulverizado.

Concepto de Aplicación

La aplicación consiste en colocar o dirigir un pesticida sobre o dentro de plantas, animales, edificios, suelo, agua o cualquier otro blanco que se especifique. La aplicación tiene por objeto lograr que un pesticida se encuentre en disponibilidad de hacer contacto con una peste. La disponibilidad se logra a través de una mejor distribución del pesticida dentro del área de tratamiento. Asumiendo que el pesticida tiene una toxicidad ya especificada, por medio de la aplicación se busca colocar sobre el área blanco suficientes cantidades de tóxico que causarán la destrucción del organismo plaga.

La cantidad de tóxico a depositar no es constante pero puede asumirse que sí lo es. La toxicidad de los insecticidas para los insectos se especifica en base a microgramos por gramo. Una dosis letal para un insecto que pesa unos pocos miligramos es extremadamente pequeña. La dosis de tóxico que se aplica en una hectárea es más de 100,000 veces la dosis requerida que causa efectos letales sobre el insecto.

Un aspecto importante que menciona el concepto de aplicación es el área blanco. Las dosis de los pesticidas vienen especificadas en base a gramos de sustancia activa por unidad de área o en base a litros o kilogramos de producto formulado por unidad de área. En realidad es el cultivo lo que se considera como el área blanco cuando se aplican insecticidas y fungicidas. En muy raras ocasiones se hace referencia al organismo plaga como blanco específico.

Cuando se especifica el cultivo como el área blanco también se está considerando el blanco como una área plana. Esto trae como consecuencia que se aplique la misma dosis o volumen de aspersion sobre toda el área e independientemente del área que actualmente ocupa el cultivo. Tampoco se considera el área foliar del cultivo; en algunos casos esta puede ser 10 a 20 más el área física ocupada por el cultivo.

Dosis

La dosis es la cantidad o porción del pesticida que es aplicado a la especie blanco. La dosificación se expresa en

gramos o kilogramos de sustancia activa por hectárea o en base a gramos o volúmenes de producto formulado por unidad de área. Este dato siempre está indicado en la etiqueta que está adherida al envase del pesticida. La aplicación del pesticida en cantidades mayores a las especificadas por el fabricante básico no tiene ningún valor puesto que no mejora la eficacia biológica del pesticida. Es decir, un depósito de pesticida que sobrepase el óptimo recomendado no produce rendimientos mayores.

La mayoría de los pesticidas modernos se usan en dosis de un kilogramo o menos por hectárea. Conociendo que un kilogramo equivale a 10^9 microgramos y que una hectárea tiene 10^8 cm^2 , al efectuar una aplicación de 1 kg./Ha cada cm^2 estaría recibiendo una cantidad de 10 microgramos de pesticida.

Después de efectuada la aplicación, si se observa que la plaga es controlada se asume que se obtuvo una buena distribución del tóxico. Las fallas pueden deberse a que el producto cayó en el lugar equivocado, que cayó en el lugar especificado pero en el momento inoportuno.

La aplicación de pesticidas busca que una dosis definida de tóxico sea letal para el organismo plaga y que reduzca su población a niveles inferiores al umbral económico establecido. Este proceso debe de efectuarse minimizando los costos inherentes a la aplicación.

Método de aplicación

Los pesticidas en algunos casos, son preparados por el fabricante de tal manera que puedan ser colocados directamente sobre el área blanco. Sin embargo, la mayoría de los pesticidas son formulados o preparados de diferente manera y requieren el uso de equipo especializado para su aplicación. El equipo de aplicación pueden ser simple como el caso de un aerosol o complejo como es el caso de los helicópteros y aviones.

La mayoría de los pesticidas son formulados para que puedan aplicarse usando el agua como diluyente. Por esta razón, la mayoría de las aplicaciones se efectúan como aspersiones y esto ha motivado el desarrollo de diferentes equipos de aspersión. Otro método de aplicación usado es la espolvoración. Existen otros métodos de aplicación pero éstos tienen uso limitado.

En términos generales se puede establecer que los dos métodos de aplicación más usados son: aspersiones y las espol-

voreaciones. Las aspersiones se pueden clasificar en dos grandes grupos: a) Altos volúmenes y b) Bajos volúmenes.

Alto volumen. Una cantidad suficiente de una aspersión diluida es aplicada para saturar toda la superficie del cultivo. Cierta cantidad de la aspersión origina la máxima retención sobre el cultivo. El exceso a la cantidad retenida se drena hacia las partes inferiores de la planta o al suelo. El objetivo del alto volumen es contaminar toda la superficie del cultivo con el pesticida. Frecuentemente la densidad del depósito es proporcional a la concentración del insecticida pero independiente del volumen de aspersión.

Bajo volumen. El bajo volumen no intenta saturar o cubrir toda el área foliar del cultivo. La distribución de la aspersión es por zonas o parches. Esta aplicación depende de que el insecto haga contacto con las áreas tratadas o de que la aspersión se redistribuya y se ponga en disponibilidad para el organismo. En este caso la densidad del depósito es proporcional a la concentración del tóxico en la aspersión y al volumen de aspersión.

El objetivo de la aspersión es lograr que el producto se distribuya en el área blanco. Esta situación no siempre puede ser obtenible. Por ejemplo: la aspersión de un árbol con 400 galones por manzana durante el verano puede ocasionar que unos 320 galones caigan al suelo. El mismo árbol aplicado con el mismo galonaje, pero durante la época de invierno, es decir cuando el área foliar es abundante, la recuperación de la aspersión en el suelo puede ser de 40 galones. De lo anterior se puede establecer que el método de aplicación está sujeto a las condiciones que presenta el área foliar.

La selección del método de aplicación debe de basarse en los factores siguientes: a) Velocidad; b) equipo sencillo; c) grado de selectividad; y d) rentabilidad para el agricultor.

La clasificación de los volúmenes de aspersión previamente mencionada es de carácter cualitativo. Se limita a describir el procedimiento y no intenta establecer las cantidades de volumen de aspersión que definan lo que se debe entender por bajo o alto volumen.

A medida que ha transcurrido el tiempo han aparecido nuevas clasificaciones de los volúmenes de aspersión.

VOLUMENES DE ASPERSIÓN

NOMENCLATURA	EQUIPO	
	TERRESTRE L/Ha	AEREO L/Ha
UBV (ULV) Ultra bajo volumen	0 - 5	0 - 5
BV (LV) Bajo volumen	5 - 100	5 - 75
AV (HV) Alto volumen	100 - más	75 - más

<u>NOMENCLATURA</u>	<u>EQUIPO AEREO (L/Ha)</u>
UBV - ULV	5
BV - LV	5 - 20
AV - HV	20

<u>NOMENCLATURA</u>	<u>EQUIPO (L/Ha)</u>
UULV	0.5
ULV	0.5 - 5
LV	5.0 - 50
MV	50 - 150
HV	150

La primera clasificación tiene un aspecto fundamental. Además de definir el volumen de aspersión también especifica la categoría del equipo de aspersión, terrestre o aéreo. La siguiente clasificación está especificada para equipos aéreos. Además de las dos clasificaciones mencionadas, existe la clasificación internacional de volúmenes de aspersión. Esta clasificación adiciona dos nuevos volúmenes de aspersión: el ultra-ultra-bajo volumen y el medio volumen. Lo único que tienen en común estas tres clasificaciones son los volúmenes de aspersión ultra-bajo volumen. Los otros volúmenes de aspersión varían en un amplio rango.

Existe otra clasificación que relaciona el volumen de aspersión con el área blanco y el tamaño de las gotas. Los datos de este cuadro son de carácter cualitativo y cuantitativo. Además, muestran que existe una estrecha relación entre el volumen de aspersión y el tamaño de las gotas. A menor volumen de aspersión menor es el tamaño. Además, establece que la naturaleza del blanco determina el tamaño adecuado de gota.

DIAMETROS DE GOTAS (MICRAS)

UBV	90 - 150	90 - 150	-	-
BV	200 - 400	200 - 400	300 - 500	200 - 400
AV	200 - 400	200 - 400	300 - 500	200 - 400

Los cuadros anteriores muestran que existe un amplio rango entre los límites inferiores y superiores establecidos para cada volumen de aspersión. Condición similar existe entre el tamaño de las gotas. Esta situación indica que es difícil determinar cuando un volumen de aspersión se convierte en el de otra categoría. Por ejemplo, cuando se aplican 5 litros por hectárea no se sabe si está usando ultra-bajo-volumen o el bajo volumen. La organización mundial de salud en 1971 definió el ultra-bajo volumen de la manera siguiente: "La aplicación de un volumen por unidad de área que sea compatible con un control económico". Esta definición elimina ambigüedades, establece que el volumen tiene que ser el mínimo y que la población del organismo debe ser reducida a niveles inferiores a los del umbral económico establecido.

La Pulverización

La pulverización o rociado significa aplicar un producto en forma líquida o suspendido, solubilizado o emulsionado, en otro líquido que puede ser el agua o un solvente orgánico. La técnica de la pulverización consiste en fraccionar la masa líquida en gotas cuyo tamaño oscila entre 50 y 1500 micras. Como se ha establecido previamente, el objetivo final de la pulverización es lograr que el pesticida quede uniformemente distribuido sobre el área blanco, para que se encuentre disponible al organismo plaga.

Cuando se efectúa una aspersión parte del material pulverizado hace contacto con el área blanco, otra parte cae en zonas no comprendidas dentro del área de aplicación y otra porción del volumen de aspersión se pierde en el ambiente. Todo el material que no cae sobre el área blanco se considera como desperdicio.

La cantidad de pesticida que cae sobre el área blanco se conoce como material recuperado. El material forma depósitos superficiales sobre el área blanco y está determinado por su distribución y la retención en aquellos lugares donde pueda estar disponible al organismo plaga.

La distribución del depósito sobre el área blanco se puede estimar en base al número de gotas por unidad de superficie. Este parámetro se conoce como cobertura y está especificado en base al número de gotas por centímetro cuadrado. En gran medida la pulverización adecuada depende de la obtención de un tamaño correcto de gota para asegurar una cobertura uniforme de gotas requeridas. Depende también de la movilidad de la peste, las características del ingrediente activo y de la redistribución del ingrediente activo sobre el área blanco.

Dada la importancia que reviste el tamaño de las gotas en la pulverización, es necesario conocer algunas propiedades físicas de las gotas.

Gotas: tamaño, volúmenes y clasificación.

Las gotas tienen un tamaño reducido y por esa razón su diámetro se determina en micras. El volumen esférico se determina mediante la fórmula siguiente:

$$V = \frac{4}{3} \times 3.14 \times R^3$$

La clasificación se describe en el cuadro siguiente:

CLASIFICACION DE LA GOTA SEGUN SU TAMAÑO

<u>NOMENCLATURA</u>	<u>TAMAÑO (MICRAS)</u>	<u>VOLUMEN (MICRAS³)</u>	<u>CLASIFICACION</u>
Lluvia moderada	1000	5.236 x 10 ⁸	Pulverización
Lluvia ligera	800	2.68083 x 10 ⁸	
Lluvia fina	500	6.545 x 10 ⁷	
Llovizna	200	4.1888 x 10 ⁶	Atomización
Neblina	100	5.236 x 10 ⁵	
Nubre	30	1.41372 x 10 ⁴	Nebulización
Aerosol	15	1.76715 x 10 ³	

Para fines prácticos, cuando las gotas de la pulverización tienen el tamaño óptimo se obtiene un máximo control de la plaga, la dosis usada del pesticida es mínima y hay menor contaminación. Cuando las gotas son de tamaño mayores que el óptimo recomendado el desperdicio del insecticida se incrementa rápidamente en función cúbica del diámetro de la gota. Por ejemplo la lluvia moderada tiene un diámetro de 1000 micras y la neblina de 100. La gota de la lluvia moderada no es 10 veces mayor que la neblina, sino que es mil veces mayor.

En general, las gotas de menor tamaño son más efectivas para impactar sobre los insectos y sobre el follaje y no rebotan. Gotas grandes, - por ejemplo arriba de las 250 micras de diámetro son menor efectivas para impactar sobre el blanco y además tienen la tendencia a rebotar. Sin embargo, las gotas de tamaño pequeño son susceptibles a la evaporación y a la deriva.

Relacion entre el tamaño de gota, velocidad de caída y deriva.

El tamaño de la gota determina su velocidad de caída. Entre más grande es la gota mayor será su velocidad de descenso y habrá menos deriva puesto que la velocidad horizontal del viento le causará un mínimo despla-

zamiento. Los efectos son inversos cuando la gota tiene un diámetro pequeño.

RELACION ENTRE EL TAMAÑO DE GOTA Y DERIVA

TAMAÑO DE GOTA (MICRA)	VELOCIDAD DE CAIDA (M/SEGUNDO)	DISTANCIA DE LA DERIVA (METROS)
1000	0.400	0.25
500	0.210	0.48
200	0.072	1.40
150	0.048	2.10
100	0.026	3.80
90	0.021	4.80
70	0.014	7.20
50	0.007	14.30

Altura de caída = 1.0 metro

Velocidad = 3.60 Km/h.

Volumen constante: 2 l/Ha.

Cuando se mantiene una pulverización constante, la variación de cobertura por factor x se obtiene con la variación del tamaño de la gota - multiplicado por la resultante de la raíz cúbica del mismo factor.

VOLUMEN CONSTANTE (2 l/Ha) EN RELACION AL NUMERO DE GOTAS

TAMAÑO DE GOTAS (MICRAS)	COBERTURA (GOTAS/cm ²)
20	4768
40	596
60	176
70	116
80	74
90	52
100	38
110	28
120	22
140	14
160	10
180	6
200	5
220	3

Tamaño de la gota constante.

Cuando se efectúan pulverizaciones con un tamaño preestablecido de gota, cualquier variación que se efectúe en el volumen de aspersion, el tamaño de gota variará proporcionalmente con la reducción o aumento de volumen. Las cifras en los cuadros han sido aproximadas y no reflejan exactamente la variación correcta del volumen. Por ejemplo para 1000 - 1/Ha y un diámetro de 500 micras la cobertura es 152.8 y para 500 1/Ha es de 76.4 gotas/cm².

TAMAÑO DE LA GOTA CONSTANTE^{1/}

VOLUMEN (l/Ha)	No. GOTAS/cm ² CON DIAMETRO DE		
	500 micras	400 micras	200 micras
1000	153	300	2500
500	80	150	1250
100	15	30	250
50	8	15	125

Cobertura Constante.

Quando las pulverizaciones se efectúan con una cobertura preestablecida; cualquier variación en el volumen de aspersión afectara el tamaño de la gota en base al factor: raíz cúbica de x. Donde x es la relación entre el primero y el último volumen rociado.

COBERTURA CONSTANTE (50 gotas/cm²) EN RELACION
AL TAMAÑO DE LA GOTA (DIAMETRO)

DIAMETRO DE LA GOTA (MICRAS)	VOLUMEN (l/Ha)
60	0.56
80	1.34
100	2.62
150	8.83
200	20.94
250	40.91
300	70.68
400	163.55
500	327.25

Diámetro Volumétrico Medio (DVM-MVD).

No existe un equipo pulverizador que produzca gotas exactamente del mismo tamaño. Al efectuar la pulverización se forma un espectro de gotas de diferentes tamaños. Se generan gotas pequeñas, medianas y grandes. Normalmente existen mayor número de gotas pequeñas que grandes y el rociado puede ser caracterizado por el tamaño de gota que queda comprendido entre los extremos superiores e inferiores del tamaño de las gotas. El diámetro volumétrico medio se puede conceptualizar de la manera siguiente:

"Es el tamaño de gota caracterizado en relación con el volumen total de aspersión. Es decir el 50% del volumen en gotas es mayor al tamaño promedio de gotas (VMD) y el otro 50% del volumen es menor al tamaño promedio de gotas (VMD)".

Además del diámetro volumétrico medio existe otro parámetro denominado Diámetro Volumétrico Máximo. El diámetro volumétrico máximo es el tamaño máximo de gotas en relación al volumen total de aspersión.

El diámetro volumétrico máximo tiene importancia práctica. Por medio de este valor se puede calcular rápidamente el diámetro volumétrico medio. Dividiendo el diámetro volumétrico máximo entre el factor 2.2 se determina el diámetro volumétrico medio.

En conclusión, los fundamentos de la aplicación de pesticidas involucra el conocimiento de los umbrales económicos, factores meteorológicos y la pulverización adecuada de los pesticidas.

BIBLIOGRAFIA

1. ANONIMO. s.f. La técnica de aplicación de agroquímicos su teoría y práctica. Monsanto de Centroamérica. 64 P.
2. _____ . 1984. Curso de instrucción sobre las técnicas de la aplicación de productos agroquímicos. IBA, GEIGY.
3. BRUYEROS, M. 1985. Aplicación terrestre. Curso sobre uso adecuado de plaguicidas. Ministerio de Agricultura y Ganadería . - El Salvador. pp. 1-27
4. MATTHEWS, G.A. 1977. C. d. a. Controlled Droplet Application. PANS. 23(4): 387-394.
5. MANFORTE, V. s.f. La aplicación aérea de pesticidas. Banco Nacional de Nicaragua. 50 p.

MODELOS ESTADÍSTICOS PARA LAS DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA DE INSECTOS COMUNMENTE OBSERVADOS EN ESTUDIOS ENTOMOLÓGICOS (**)

Por: Edgar Lionel Ibarra A. (*)

RESUMEN

La dispersión que los insectos presentan dentro de su hábitat, bajo condiciones naturales; generalmente no es uniforme debido a varios factores inherentes al medio y a los hábitos de cada especie. En este artículo divulgativo se indican algunos de los principales factores que influyen las características de dispersión espacial y se hace ver que el conocimiento de dichas características es valioso para una mejor interpretación de los resultados obtenidos en estudios entomológicos.

Los modelos estadísticos se refieren a una serie de suposiciones sobre las características de dispersión de determinada especie, que permiten el ajuste de funciones teóricas de probabilidades a la distribución de frecuencia de los datos de campo. Dos grupos de modelos son presentados: Aleatorios y de "Contagio"; indicando en cada uno de ellos los métodos operativos para cada ajuste de funciones teóricas (frecuencias esperadas) y en algunos casos se indica la transformación de los datos originales que es adecuada para la correcta aplicación del análisis de variancia. También se hace referencia a casos de especies en que se ha tratado de estudiar su forma de dispersión, con mención especial de un experimento sobre el combate de plagas del maíz que fuera conducido en Guatemala en 1965 por parte de la Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura.

(*) Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Especialista en Investigación Agrícola, IICA-Honduras.

(**) El autor agradece al Dr. José de J. Castro, Jefe del Laboratorio de Entomología de la Facultad de Agronomía, su valiosa colaboración en la preparación de este artículo.

I. INTRODUCCION

La dispersión que los individuos de determinada especie de insectos (Antrópodos en general) presentan dentro del espacio vital que constituye su habitat, generalmente tiene la característica de no ser uniforme. Más bien es común encontrar a estos seres con una tendencia de congregación, formando agregados o colonias, por lo que habrán zonas donde son muy abundantes en tanto que el resto del espacio de la comunidad será relativamente "deshabitado".

Esta tendencia que también existe en los animales superiores y en la diseminación de los vegetales, tiene su origen principal en la conducta natural de las especies en su lucha por la existencia y perpetuación. Los hábitos de reproducción, repulsión o atracción natural, la presencia de alimento y depredadores, así como las condiciones del medio ambiente y del substrato en que la especie se desenvuelve, son entre muchos, algunos de los factores que influyen en las características de dispersión territorial de los insectos.

En el caso particular de especies que nacen de una masa o grupo común de huevos, también se podrá observar que la dispersión de las formas inmaduras (larvas) no es uniforme. Estas presentan la característica de "agregación", la cual posiblemente se desvanece a medida que progresa el desarrollo del insecto, o si se presenta escasez de alimento, o algún hábito de repulsión y canibalismo.

Al estudiar una región o comunidad ecológica, se observa que las especies más abundantes presentan con mayor frecuencia una dispersión no uniforme, en tanto que las especies raras - tienden a estar uniformemente dispersas, especialmente los predadores y algunas especies "nomadas". Muchos factores que ejercen influencia sobre la dispersión han sido estudiados por los ecólogos. Entre ellos Lamont C. Cole (6) con varios trabajos dentro del espectro del reino animal; Roy Hartenstein (7) con énfasis en la microfauna de los suelos forestales y F. W. Preston (10) con estudios sobre la ocurrencia de las especies. Sin embargo, aunque la literatura actual sobre este campo es abundante, los adelantos alcanzados son fruto de una labor muy reciente que puede atribuirse al presente siglo y que tuvo entre sus precursores a Vito Volterra (1926) con su trabajo sobre la lucha por la existencia en los animales.

II. MODELOS ESTADISTICOS

Es indudable que la ampliación del conocimiento sobre la conducta y características de las poblaciones de insectos, permite una apreciación objetiva en muchos casos en los que con fines prácticos, se realizan observaciones o experimentos entomológicos. Es muy común que se hagan estimaciones por muestreo o se sometan los resultados a un análisis estadístico, pero acontece que la precisión y validez de tales estimaciones y análisis son afectados si no se toman en cuenta las características de dispersión.

Estas características pueden manifestarse en la distribución de frecuencia (o número de muestras) con que se observen 0, 1, 2, individuos de determinada especie en un momento dado por unidad de área o volúmen. La forma y modalidad de esta distribución indicará si hay tendencia hacia una dispersión uniforme o no lo cual puede establecerse al comparar la distribución con valores esperados que se calculan mediante funciones teóricas de densidad de probabilidad.

La tarea de determinar la forma de dispersión es entonces equivalente con la de ajustar a las observaciones de campo, algún tipo de función teórica y si el ajuste es estrecho, se considera que la función teórica representa adecuadamente la dispersión observada. La adecuación de una función teórica se trata de explicar mediante algunas suposiciones, las cuales constituyen el modelo estadístico para dicha función.

En este artículo deseamos indicar algunos métodos que se utilizan para ajustar funciones teóricas de probabilidad señalando casos de interés en que los mismos han sido aplicados. Asimismo, sugerimos las transformaciones necesarias de los datos de campo a fin de que si estos datos se someten a un análisis de variancia, se puedan cumplir las condiciones que impone este análisis y poder así llegar a conclusiones válidas.

Haremos distinción en dos grupos de funciones de distribución, siendo el primero el aplicable a las especies que bajo condiciones naturales están uniformemente dispersas al azar y que designaremos como distribuciones aleatorias. El segundo se refiere a las distribuciones que se ajustan a especies con hábitos de agregación, a las que denominaremos distribuciones de "contagio".

II.1 DISTRIBUCIONES ALEATORIAS

Si consideramos a cada espacio unitario del habitat, como un espacio continuo con una igual probabilidad de estar ocupado por el insecto (esta consideración supone que el insecto se mueve independientemente) y si el insecto no es muy abundante, entonces la dispersión territorial puede ser representada por la distribución de Poisson; según la cual el número de espacios unitarios o de muestras conteniendo X individuos es:

$$E(X) = \frac{n e^{-u} u^x}{x!} \dots \dots 1$$

donde el parámetro u es la media (densidad media) de la población y n el número total de muestras.

Para ajustar la distribución de Poisson a una distribución de frecuencias observadas, se utiliza la expresión 1, en la cual el parámetro u puede ser sustituido por la media de la muestra y la adecuación de dicho ajuste puede probarse estadísticamente mediante la distribución de chi-cuadrado.

Una de las propiedades de la distribución de Poisson es que su variancia (V) y media (u), son iguales; y por tal motivo, si se tuviesen conteos de insectos que siguen esta distribución habrá que utilizar una transformación de los datos para poder someterlos al análisis de variancia ya que la condición de independencia entre la variancia (V) y la media (u) que supone este análisis, obviamente no es satisfecha. En tal caso, dicha condición puede lograrse aproximadamente si se analiza la raíz cuadrada de los conteos obtenidos.

Son pocos los casos en que observaciones entomológicas de campo se han ajustado bien a este modelo; los cuales se refieren principalmente a arácnidos y ácaros (Mesostigmata) predadores (6) Como se muestra en el cuadro No. 1, la distribución no se ajusta bien a las especies que hemos tenido oportunidad de observar.

En la distribución uniforme pueden surgir desviaciones de la distribución de Poisson, particularmente cuando la especie es abundante y se observa una relación entre media y variancia de la forma: $V = C^2 M^2$, donde c es una constante.

Esto puede suceder también en ciertos estudios que utilizan captura de insectos mediante trampas, o cuando en los muestreos se desechan aquellas muestras con cero individuos. En tales casos la distribución observada tiende a aproximarse a la serie logarítmica de Fisher y si se requiere el análisis de variancia es práctico analizar el logaritmo de los datos de campo.

II.2. DISTRIBUCION DE CONTAGIO

Cuando las especies poseen hábitos de agrupación, no existe una igual probabilidad de encontrar a los individuos en cualquier espacio unitario o muestra. Esta probabilidad depende de la presencia del insecto en las vecindades y los modelos estadísticos se generan de suposiciones sobre la distribución de los grupos o colonias de insectos y también sobre la distribución de los individuos dentro de cada grupo.

II.2.A. Binomial Negativa

Si se supone que los grupos están homogéneamente dispersos al azar conforme al modelo de la distribución de Poisson y luego que los individuos dentro del grupo están dispuestos conforme a la distribución logarítmica, entonces el modelo general puede ser representado por la función Binomial Negativa mediante la cual el número esperado de muestras conteniendo x individuos es:

$$E(Ax) = n \left(1 - \frac{m}{m+k} \right)^k \frac{(k+x-1)!}{x! (k-1)!} \left(\frac{m}{m+k} \right)^x \dots 2$$

donde m es la media de la población y k un parámetro cuyo valor depende de cada especie y es un índice de su grado de agregación.

La estimación más simple de k se obtiene de la expresión:

$$\hat{k} = \frac{\bar{x}^2}{s^2 - \bar{x}}, \dots, \dots 3$$

donde \bar{x} y s^2 son la media y variancia de una muestra tomada de la población bajo estudio; siendo posible utilizar x en sustitución de m en la expresión 2.

No siempre es posible obtener una estimación eficiente de k mediante la expresión 3. Para una mayor precisión se puede recurrir a los métodos de estimación desarrollados por Bliss y Fisher. (4).

El ajuste de la binomial negativa a datos de campo es muy laborioso si se emplea la expresión 2 y por lo tanto es recomendable recurrir a un procedimiento indirecto pero más práctico, calculando primeramente el número esperado de muestras con cero individuos, dado por:

$$E(A_0) = n \left(\frac{k}{m+k} \right)^k, \dots\dots 4,$$

y luego las siguientes frecuencias esperadas para $x+1 = 1, 2, \dots, n$; por medio de:

$$E(A_{x+1}) = \frac{k+x}{x+1} \frac{m}{m+k} \cdot E(A_x) \dots\dots\dots 5$$

El ajuste de la binomial negativa producirá entonces una serie de frecuencias esperadas $E(A_x)$ para cada clase de número de insectos x , homóloga a la serie de frecuencia observada A_x . Su adecuación puede determinarse mediante chi-cuadrado, con un número de grados de libertad igual al número de clases menos tres.

Como en el caso de la distribución de Poisson en la binomial negativa también no hay independencia entre la media m y variancia V de la población. Entre estos parámetros se presenta una relación de la forma:

$$V = m + k^{-1} m^2 \dots\dots\dots 6,$$

que tiene semejanza con la forma:

$$V = m + c m^2 \dots\dots\dots 7,$$

propuesta por Beall (1) para explicar las relaciones entre media y variancia comúnmente observada en experimentos entomológicos de campo. Si se toma en cuenta que la distribución binomial negativa es una extensión de la de Poisson, el término: $k^{-1} m^2$ de la expresión 6, representa el exceso de variancia atribuible al hábito de agregación de la especie.

Siendo la distribución que nos ocupa de amplia acomodación a la dispersión natural de los insectos, conviene mencionar que como en los casos anteriores, una transformación útil que permite validar el análisis de variancia es la que fuera sugerida por Beall (2):

$$x' = C^{-I/2} \text{Senh}^{-1} (Cx)^{I/2} \dots\dots 8,$$

donde C es la constante indicada en 7 y que puede ser estimada de los mismos datos de campo, si estos datos se dividen en g grupos homogéneos en cada uno de los cuales se calculan la media \bar{x}_i y variancia S_i^2 respectiva. Luego C. estará dada por:

$$C = \frac{(\sum S_i^2 - \sum \bar{x}_i)}{\sum \bar{x}_i^2} \dots\dots 9;$$

donde $i = 1, 2, \dots\dots, g$.

Como ya lo hemos indicado, la binomial negativa se ajusta bien a la dispersión natural de muchas especies; Hartenstein (7) indica que en sus colecciones de microartrópodos, solamente en tres casos de un total de 31 pruebas falló en obtener un ajuste adecuado de esta distribución. Una situación similar ha sido observada por Rodríguez & Ibarra (11) e Ibarra et.al. (8) en especies del orden Acarina habitando pastizales en Kentucky.

Algunas poblaciones de larvas de insectos que atacan a las plantas cultivadas también permiten un adecuado ajuste de la binomial negativa. Tal el caso del barrenador Europeo del maíz: Ostrinia nubilalis. En Guatemala, hemos tenido la oportunidad de trabajar con los datos de campo de Campbell et.al. (5) sobre poblaciones del minador del café: Leucoptera coffeella (Guer, Men) y así observamos que la distribución de larvas en hojas minadas es representable por la binomial negativa. El mismo tipo de ajuste ha sido observado en experimentos sobre el combate del gusano barrenador: Diatraea sp. y gusano cogollero: Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) que atacan al maíz. Estos trabajos fueron efectuados en 1965 en la Estación Experimental de Cuyuta, del Ministerio de Agricultura; y las distribuciones de frecuencia de las especies mencionadas, así como el ajuste de distribuciones teóricas se muestran en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1

FRECUENCIA OBSERVADA (No. DE MUESTRAS) Y FRECUENCIA AJUSTADA DE LARVAS DE DIATRAEA sp Y DE SPODOPTERA FRUGIPERDA (E.J. Smith) EN PLANTAS DE MAIZ*.

ESTACION EXPERIMENTAL CUYUTA 1965

Número de Larvas (X)	DIATRAEA sp.			SPODOPTERA FRUGIPERDA		
	Frecuencia Observada	Frecuencia Poisson	Ajustada Binomial Negativa	Frecuencia Observada	Frecuencia Poisson	Ajustada Binomial Negativa
0	57	1.04	50.43	52	22.54	52.00
1	0	4.74	7.25	15	33.58	17.68
2	2	10.82	4.11	9	25.02	9.83
3	6	16.48	2.91	8	12.43	6.17
4	1	18.83	2.27	5	4.63	4.09
5	7	17.21	1.87	5	1.38	2.80
6	2	13.11	1.59	4	.34	1.96
7	0	8.56	1.38	0	.07	1.39
8	1	4.88	1.22	0	.01	1.00
9	1	2.48	1.09	0	----	.72
10	2	1.13	.99	1	----	.52
11	0	.47	.90	0	----	.38
12	0	.18	.83	0	----	.28
13	0	.06	.77	1	----	.21
Más de 13	27	.01	22.39	0	----	---
Chi-cuadrado		2862.00	11.32		155.70	12.20

* Muestras de cinco plantas.

II.2.B. Distribución de Neyman

Con el fin de representar a las distribuciones de frecuencia comunmente observadas en las larvas de insectos, J. Neyman propuso tres tipos de funciones teóricas de probabilidad (tipos A, B, y C.) basadas en las siguientes suposiciones:

- 1) La hembra ovíparita en un espacio M dejando los huevos en N masas o grupos, uniformemente repartidos al azar en dicho espacio conforme al modelo Poisson.
- 2) Al eclosionar, las larvas recién nacidas que originalmente ocupan un espacio G, se mueven en todas direcciones expandiendo su radio de acción a un ritmo lento.
- 3) La tasa de supervivencia B de las larvas recién nacidas en cada masa de huevos, está uniformemente repartida en todas las N masas.

Con este modelo, Neyman desarrolló la función que proporciona la probabilidad de observar x número de larvas en una muestra o espacio unitario w que es parte cualquiera de M . Por las suposiciones del modelo, dicha función resulta compleja y consta de varios parámetros, entre ellos la densidad media ∞ de masas de huevos:

$\infty = N/M$; y las medias:

$$m_1 = \infty G; \text{ y } m_2 = B/G$$

Los dos últimos parámetros pueden ser estimados de los momentos de muestreo \hat{u}_1 y \hat{u}_2 mediante las expresiones:

$$m_2 = (N+2) (\hat{u}_2 - \hat{u}_1) / 2\hat{u}_1 \dots \dots \dots 10$$

$$m_1 = (N+1) \hat{u}_1 / m_2 \dots \dots \dots 11$$

donde $N = 0, 1, 2$ para cada uno de los tipos A, B y C respectivamente y los momentos \hat{u}_1 y \hat{u}_2 pueden ser reemplazados en su orden por la media (\bar{x}) de una muestra de tamaño n ; y por:

$$u_2 = \frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2, i = 1, 2, \dots, n; \dots 12.$$

El ajuste de estas distribuciones a datos de campo mediante el empleo de las funciones originales de Neyman es realmente laboriosa. Por ello, tal como en el caso de la binomial negativa, se utiliza una ecuación de recurrencia que fué propuesta por Beall (3) con la cual se calcula primero la frecuencia esperada de muestras con cero larvas:

$$E(X=0) = ne^{-m_1(1-e^{-m_2})} \dots \dots \dots 13;$$

y luego las frecuencias esperadas subsiguientes mediante:

$$E(x+1) = \frac{m_1 m_2 e^{-m_2}}{x+1} \cdot \sum_{i=0}^x \frac{m_1^i}{i!} E(x=i) \dots \dots \dots 14.$$

Utilizando los métodos operativos antes indicados, ha sido posible observar un ajuste adecuado de la distribución de Neyman a poblaciones de larvas de varias especies, entre ellas los lepidópteros Ostrinia nubilalis, Plexothontius quinquemaculatus Hw., Loxostege sticticalis L. y la tortuguilla de la papa: Leptinotarsa decemlineata Say. En el estudio a que hace referencia el cuadro No. 1, también se trató de ajustar el tipo C de la distribución

de Neyman a observaciones sobre larvas muertas de Spodoptera frugiperda (E.J. Smith) encontradas en plantas de maíz tratadas con insecticidas, sin embargo, como puede apreciarse en el cuadro No. 2, el ajuste no es tan estrecho como el obtenido con la binomial negativa.

FRECUENCIA OBSERVADA Y FRECUENCIAS TEORICAS ESPERADAS, DEL NUMERO DE LARVAS MUERTAS DE S. frugiperda EN PLANTAS DE MAIZ (*) ESTACION EXPERIMENTAL "CUYUTA", 1965.

No. de Larvas	Frecuencia Observada	Poisson	Binomial Negativa	Neyman Tipo C
0	92	32.95	92.95	90.52
1	4	36.58	3.55	1.91
2	1	20.32	1.48	.11
3	2	7.50	.81	.08
4	0	2.08	.49	.06
5	0	.46	.32	.05
6	0	.08	.21	.03
7	1	---	.14	---
8 y más	0	.05	.05	7.24
chi-cuadrado		158.3	1.7	25.6

(*) Muestras de cinco plantas.

Lo anterior puede ser explicable por el hecho de que esta especie en nuestro medio tiene hábitos que no se conforman exactamente al modelo de Neyman, ya que las larvas jóvenes compiten entre sí por la posesión del cogollo de la planta de maíz.

II.2. C. Otras Distribuciones

Otras distribuciones de Contagio, con algunos cambios respecto al modelo de Neyman, han sido desarrolladas por diversos autores. Una de ellas es la conocida como Poisson binomial propuesta por McGuire et.al. (9) quienes la desarrollaron a raíz de investigaciones sobre poblaciones del barrenador europeo del maíz Ostrinia nubilalis en el estado de Iowa y la cual se aproxima al tipo "A" de la distribución de Neyman.

Con modelos similares también se puede agregar a éste grupo, las distribuciones de Thomas y de Polya-Aeppli, que son igualmente útiles en el estudio de las características de dispersión espacial presentada por varias especies del Reino Animal.

III. LITERATURA CITADA

1. BEAL, GEOFFREY. The fit and significance of Contagious Distributions when applied to Observations en Larval Insects. *Ecology* 21:460. 1940.
2. _____ The transformation of data from Entomological Field Experiments so that the Analysis of Variance becomes applicable. *Biometrika* 32:243. 1944.
3. _____ y RESCIA, RICHARD. A Generalization of Neyman's Contagious Distributions. *Biometrics* 9:354. 1953.
4. BLISS, C.I. y FISHER, R.A., Fitting the Negative binomial Distribution to Biological data and Note on the efficient fitting of the Negative Binomial. *Biometrics* 9(2):176. 1953.
5. CAMPBELL, J. M., RODRIGUEZ, J. G. y EVELENS, K. G. Field Studies of Insecticides for Control of the Coffee Leaf Miner, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Turrialba* 17(2):165. 1967.
6. COLE, LAMONT C.A. Theory for analyzing Contagiously distributed Populations. *Ecology* 27:329. 1946.
7. HARTENSTEIN, ROY. On the Distribution of Forest Soil Microarthropods and their fit to Contagious Distribution Functions. *Ecology* 42:190. 1961.
8. IBARRA, E. L., WALLWORK, J. A. y RODRIGUEZ, J. G. Ecological Studies of Mites Found in Sheep and Cattle Pastures. I. Distribution Patterns of Oribatid Mites. *Annals of the Entomological Society of America*. 58(2): 153-159.
9. MCGUIRRE, J. U., BRINDLEY, T. A. y BANCROFT, T. A. The Distribution of European Corn Borer larvae: *Pyrausta nubilalis* Hbn. in Field Corn. *Biometrics* 13:65. 1957.
10. PRESTON, F. W. The Commonness and Rarity of Species. *Ecology* 29:257. 1948.
11. RODRIGUEZ, J. G. e IBARRA, E. L. Ecological Studies of Mites Found in Sheep and Cattle Pastures. II: Distribution Patterns of Mesostigmatid Mites. *Annals of the Entomological Society of America*. 60(4):808-812. 1967.

BIOLOGIA, ECOLOGIA Y HABITOS DE LA BROCA

* Dr. Peter Baker

I. CICLO DE VIDA

La broca ataca el fruto del café y deposita sus huevecillos en el grano; hay cierta confusión en la literatura sobre las cantidades y tiempo de desarrollo de la cría de la broca, los cuales, son datos esenciales para construir un modelo para predecir niveles de ataque de la broca en un momento dado. De varios autores (citados por Le Pelley, 1968), se sugiere un rango desde 20 hasta 35 días para el desarrollo desde huevecillo hasta adulto; además se menciona que la hembra puede producir 60 o más huevecillos y que puede ovipositar consecutivamente en varios frutos del café. Para confirmar toda esta información, con el Ing. J.F. Barrera hemos llevado a cabo experimentos en el campo donde hemos infestado artificialmente frutos con hembras y cada tres o cuatro días estos frutos se disectan para estudiar el desarrollo de la cría de la broca.

En la Figura 1. se observa el tipo de resultados que hemos obtenido. En este experimento la producción de huevecillos empieza de 2-3 días y luego las larvas aparecen a los diez días. Nótese que las hembras no salen del fruto, sino que se quedan con su familia. Asimismo, obsérvese que obtenemos las primeras hembras inmaduras después de 36 días; se registra un incremento de huevecillos a los 44 días y el número de adultos bajó solo después de 44-48 días, lo cual nos sugiere que es cuando las hembras inician la búsqueda de nuevos frutos. Nótese también que el promedio de temperatura es bastante caliente para los cafetos, lo cual nos indica que la prolongación del período de desarrollo de la broca no se debe a un ambiente frío. En la Figura 2., se muestra con más detalle otro experimento de infestación artificial que nos da casi el mismo resultado bajo condiciones muy similares. Si hacemos un histograma Figura 3. que muestre el número total de progenie de cada cereza y analizamos solamente las que fueron muestreadas alrededor de un mes después de la infestación, se observa un promedio de 29 individuos/fruto, no obstante, que estos datos son de un experimento donde encontramos los números mayores de progenie.

Con estos datos, podemos decir que la información bibliográfica mencionada antes, no es cierta, por lo menos en el caso del Soconusco, México. Pensamos que una parte de la discrepancia se debe a una confusión entre la primera y la segunda generación

* Entomólogo, CIES, Tapachula, Chiapas, México

dentro del grano.

Todo eso es importante porque si los datos básicos del ciclo de vida no son exactos, quiere decir que tal vez otros datos sobre esta plaga también pueden ser inexactos, falsos o que no se apliquen bien a la situación actual en Centroamérica.

2. DISTRIBUCIÓN Y DISPERSIÓN

La broca es originaria del Africa y de este continente llegó a Brasil probablemente en 1913. Actualmente se encuentra en Perú, Jamaica, Guatemala, Honduras, México, El Salvador y Nicaragua. Su velocidad de dispersión ha sido poco estudiada y los únicos datos que hemos encontrado son para Guatemala y México y ha sido estimado por los departamentos de agricultura de dichos países. Vemos en la Figura 4. que el incremento del área infestada es más o menos lineal y que aparentemente el área infestada creció más rápidamente en Guatemala. Pero hay que anotar que en Guatemala, la primera detección se encontró en el centro de una región cafetalera, mientras que en México, la primera detección se registró en el extremo de la región cafetalera del Soconusco, justamente cercano a la frontera con Guatemala. Entonces, en Guatemala, la broca tuvo oportunidad de dispersarse en dos direcciones, es decir, al nor-oeste y sureste, pero en México la broca sólo pudo avanzar en la dirección nor-oeste.

Según la literatura, se considera que la broca no tiene mucha capacidad de volar y que su método principal de dispersión es a través de granos infestados y en la herramienta y otros utensilios de los campesinos. Mientras que estos métodos de transporte ocurren, no siempre debe ocurrir de este modo. Es decir, imaginemos las condiciones del medio ambiente natural de la broca hace centenares de años, antes del cultivo del café. El café es una planta que se encuentra en la selva tropical de Africa y este tipo de vegetación se caracteriza por su gran diversidad de especies y la intensa competencia entre ellas. Por lo mismo, es un error suponer que se encuentren muchos cafetos en la selva. Probablemente la población de cafetos se encuentra esparcida y con bajas producciones de frutos, o sea, completamente diferente a las condiciones que prevalecen en una finca comercial. Por lo tanto, la situación natural que se presenta constituye un problema para la broca que está saliendo del grano donde nació, ya que encontrará dificultades para descubrir una nueva cereza. En esta situación, ella tiene que volar porque es poco probable que encuentre una cereza maciza en la misma banda. Según la literatura, la hembra no vuela bien, argumentándose

que solo vuela desde una rama a otra cercana. Pero en realidad no existe ningún artículo científico que trate de experimentos detallados sobre el vuelo de la broca. En nuestros estudios, hemos encontrado que la broca puede volar libremente por más de 20 minutos en condiciones del laboratorio; el insecto fijo a una balanza de vuelo ha logrado vuelos continuos hasta de 100 minutos (Figura 5) y más de tres horas de vuelo sucesivos. Aunque este método es poco natural, ha sido utilizado con muchas especies de insectos y se ha encontrado que hay una relación positiva entre los insectos que vuelan en el laboratorio y los que vuelan bien en el campo.

Por ello consideramos mientras no tengamos datos completos, de que la broca tiene bastante capacidad de volar y que además desde el punto de vista de su evolución, necesita de esta capacidad para encontrar nuevas cerezas. Hay otros conceptos sobre este tema; imaginemos ahora que bajo las condiciones de una finca la broca no tiene necesidad de volar, ya que el insecto puede razonar que hay cerezas cerca y por lo tanto, no tiene necesidad de migrar a otra área. Sin embargo, hay bastante evidencia que indica que muchas especies de insectos, cuando llegan a un cierto estado de madurez se caracterizan por migrar; se han observado áfidos que abandonan plantas que están en estado perfecto para servirles como alimento, asimismo se han reportado a langostas sobrevolando cultivos comestibles. En muchos casos, hay un rango muy amplio en la capacidad de volar; la mayoría de los individuos de una especie frecuentemente no vuelan mucho, pero siempre hay una proporción que sí vuela hasta varias horas. En el caso de la broca, creo que durante una infestación la mayoría de los adultos nuevos permanece en la vecindad, pero unas cuantas salen y se dispersan. Por lo tanto, pienso que cuando existe broca en un área, el método principal de dispersión ha sido por el aire y no hay argumentos convincentes para limitar a los movimientos de la gente o de sus productos. Por lo mismo, es casi imposible erradicar a un insecto por medio de aspersiones de insecticidas o control cultural si en un momento dado una parte de su población está volando. Por todo lo anterior, la hipótesis que tenemos, es que la broca tiene la capacidad genética y muy poco podemos hacer para impedirla.

3. MICRO-DISTRIBUCIÓN

Una vez que la broca llega a una región, cuál es la distribución que adopta? uniforme? aleatoria? agregada?. Para

entender mejor la distribución de la broca en el campo, en el Soconusco, México, hicimos unos muestreos sobre la zona infestada, desde los lugares más bajos, donde empieza el cultivo de café, hasta los 1250 m.s.n.m. En cada muestreo las carreteras se recorrieron en un jeep, deteniéndose cada kilómetro y contando el número de frutos (cerezas) limpios e infestados en una rama (bandola) de cada uno de diez árboles. También se registró la altura sobre nivel del mar y se hizo una indicación visual de la cantidad de sombra.

Se encontró (Figura 6.) que la distribución de la broca no es uniforme en el Soconusco, habiendo más infestación cerca de la frontera con Guatemala con la tendencia de dirigirse hacia el centro de la región. Si consideramos una gráfica de la infestación con relación a la altura (Figura 7), vemos que hay bastante diferencia y que a menos de 400 m.s.n.m hubo generalmente pocos problemas con la broca. También hubo menos cerezas por bandola en estas partes bajas (Figura 8).

Si analizamos como cambia la distribución de la plaga desde 1983 hasta 1984 (Figura 9), se observa un aumento en la parte más alejada de la frontera, por lo que consideramos que la broca todavía no se ha dispersado por completo en todos los predios de la región; es decir, aunque la broca había entrado a México hace 6 años, todavía no había ocupado por completo un área muy cercana de la frontera.

Como en estos estudios no se contemplaron alturas superiores a los 1250 m., debido a dificultades de acceso rápido a estas partes, cerca de la frontera con Guatemala, se hizo un estudio por separado, tomando muestreos de una bandola de 150 plantas en las categorías marcadas en la Figura 10. Puede observarse una disminución en la infestación arriba de un nivel de aproximadamente 1100 m. Con estos datos y los ya mencionados, se puede imaginar una distribución normal de la infestación de la broca con un máximo en el rango de 700-900 m.s.n.m.

De estos estudios se desprende la idea que indica que fue muy claro que los caficultores no practicaron control cultural en la forma de colectar las cerezas caídas, y tal vez seamos demasiado optimistas en esperar que ellos tengan el tiempo, dinero o ganas para hacer esta actividad. Sin embargo, este método de control se ha reportado en la literatura como un método eficaz para controlar la broca; conocemos uno o dos finqueros en Chiapas que sí han llevado a cabo esta forma de control con éxito.

4. DETECCIÓN DE LA BROCA

Ahora que hemos mencionado distribución y dispersión podríamos considerar el problema de detección de la broca, en una región supuestamente libre de este insecto. Perdomo y Miranda (1983) sugieren que un buen método es examinar las cerezas flotantes de la cosecha en los beneficios; las cerezas de café dañadas por la broca tienen la tendencia de flotar. De nuestros estudios de la distribución podemos incluir que en la época seca, después de la cosecha, también es un buen tiempo para detectar la broca. Siempre, después de la cosecha, permanecen frutos en los árboles y hay frutos que desarrollan flores locas. Fue en este período del año, tal vez paradójicamente cuando encontramos la proporción más alta de cerezas infestadas y estos pocos frutos fueron fácil de encontrar y revisar.

5. IDENTIFICACIÓN DE LA BROCA Y SUS HUÉSPEDES

La broca es un escolítido de género Hypothenemus. Los escolítidos, por ejemplo Dendroctonus, Ips, etc. atacan madera o sustancias duras como semillas. El género Hypothenemus ataca un amplio rango de plantas, concentrándose en ramitas, malezas, sarmientos, lianas, etc. Unos pocos atacan semillas tal como es el caso de H. hampei la broca del café. Parece que esta especie es extraña porque es esencialmente monófaga aunque O. Campos de Guatemala ha encontrado brocas infestando gandum (Cajanus cajan).

Es importante que conozcamos todos los huéspedes de la broca porque ellos pueden contener a la broca cuando no hay frutos de café. Sin embargo, de todos los estudios que se han llevado a cabo, ninguno menciona un huésped alternativo de importancia y como la broca puede quedarse mucho tiempo en cerezas caídas en el suelo y como casi siempre hay flores locas durante el año, no es necesario postular la existencia de un huésped alternativo de gran importancia.

De Panamá hacia el norte del continente de América se conocen 39 especies de Hypothenemus y muchas son muy similares en su morfología. Entonces, si se descubre un escolítido que parece que es una broca, pero no se encuentra dentro de un grano de café, es mejor enviarla a un taxónomo de escolítidos para su identificación.

6. COMPORTAMIENTO

A) ACTIVIDAD

Aparte del vuelo, no hemos considerado el comportamiento de la broca. Su rango de actividad es grande, a veces son tan activos que es difícil guardarlos en una charola, mientras que en otras ocasiones son muy estáticos. Con un actógrafo que construimos en el laboratorio y que registra movimientos de la broca por un foto-diodo y una fuente de luz infra-roja, hemos determinado la actividad de broca. Las brocas son activas bajo condiciones de oscuridad y 100% de humedad y el registro de su actividad después de una estancia de tres días en el aparato indicó que su actividad aumenta cada día (Figura 11); su actividad también cambia durante el día y es más alta durante las semanas cuando la temperatura está aumentando. La diferencia entre el nivel de actividad en días sucesivos es tal vez debido a un efecto de manipulación del insecto al meterlo en el aparato. Bajo oscuridad y una humedad más baja de 55%, (Figura 12), la actividad de la broca es mucho más reducida. Esto es sorprendente porque comúnmente los insectos muestran un comportamiento inverso a lo encontrado, es decir, poca actividad a humedades altas y mucho a humedades bajas. Esto es natural porque bajas humedades aumentan la mortalidad de los insectos. Para chequear la mortalidad de la broca, hicimos un experimento donde colocamos brocas en celdas de acrílico y maya metálica y luego las celdas se pusieron bajo humedades constantes desde 20% humedad relativa, hasta 100%. Los resultados (Figura 13), son claros e indican que humedades bajas aumentan la mortalidad de la broca. Entonces, ¿porqué si la broca se encuentra en un medio ambiente hostil no se pone activa para buscar un lugar más húmedo?

B) EMERGENCIA

La emergencia de la broca del grano de su nacimiento es un evento muy importante en la vida del insecto también para los entomólogos que están tratando de pronosticar cuando la broca va a atacar los frutos del cafetal. Si se examinan cerezas caídas en el suelo durante la época seca, se puede encontrar a veces hasta 100 o más brocas dentro de un fruto completamente carcomido. Sabemos que todas estas brocas no pueden ser inmaduras; es poco probable que todas hayan eclosionado en la misma semana, entonces que están esperando allí

cuando no hay nada que comer?. Hicimos un experimento en el laboratorio con dos lotes de cerezas infestadas; uno de los lotes de cerezas fue mojado con agua durante tres horas, después de lo cual, quitamos el agua; el otro lote de cerezas permaneció seco. Un día después (Figura 14) salieron hasta diez veces más brocas de las cerezas mojadas que de las cerezas secas. Varios días después de mojar las cerezas la emergencia de adultos fue elevada; luego se repitió el procedimiento pero esta vez mojado el otro lote de cerezas y nuevamente un día después se encontraron muchas brocas que emergían.

Efectivamente este experimento simula lluvia en el campo y pensamos que la lluvia es un disparador importante de la salida de la broca. Pero, ¿porqué salen las brocas después de la lluvia?. La presencia de la lluvia no es una garantía que indique que la broca va a encontrar una cereza madura que infestar. Pero si consideramos los estudios sobre la mortalidad (Figura 13) parece que la broca es muy susceptible a humedades bajas, entonces, si sale de su grano durante un período de tiempo sin lluvia puede encontrar condiciones poco favorables y tal vez puede morir antes de descubrir una nueva cereza. Después de ésta la broca "sabe", por lo menos por unas horas, que va a encontrar condiciones favorables para sobrevivir.

Probablemente la actividad alta que vemos en el actógrafo a 100% humedad es la misma reacción que muestra la broca dentro de la cereza después de una inundación.

C) REACCIÓN A LUZ, OLORES, ETC.

Sin duda la broca está atraída a la luz. Las brocas que vuelan en una cámara que tiene sus lados negros y una luz brillando por encima, vuelan directamente a la luz, a veces ascendiendo en espiral.

Se conoce poco sobre el tema de atracción química, sin embargo, es un asunto importante y probablemente los olores desempeñan un papel muy importante en la vida de la broca. Tal vez no existe un atrayente sexual porque la reproducción es consanguínea. En el campo, la broca se encuentra agregada; a veces se pueden encontrar varias cerezas nuevamente brocadas en el mismo racimo de la bandola, cuando los otros racimos están libres de infestación. Entonces, es posible que una hembra encuentre una cereza por su olor, color, tamaño, etc.

y que cuando empieza a hacer su agujero ella libera una sustancia que atrae otras brocas. Barrera y Esquinca del CIES en Tapachula tienen evidencia, mediante un olfatómetro del tipo T, que la broca es atraída a olores de frutos infestados y de deshechos de cerezas infestadas.

D) COMPORTAMIENTO SEXUAL

El apareamiento se lleva a cabo en el interior del grano entre hermano y hermana (reproducción consanguínea). La proporción de los sexos es más o menos 10:1 en favor de hembras y considerando el tamaño reducido del macho, la proporción del peso entre hembras y machos es probablemente 50:1 o más. Las razones para explicar esta forma de reproducción tan extraña son difíciles de delimitar. Pero a grandes rasgos puede ser considerado como un resultado de su adaptación a una vida escondida dentro de un grano de café. Este recurso, una vez localizado, es limitado y puede ser usado más eficientemente por la especie si el número máximo de hembras fecundadas es producido por cada cereza infestada; por eso quizá no es necesario producir muchos machos, especialmente si la mortalidad dentro del grano es mínima, tal como hemos confirmado con nuestros estudios de campo.

7. INFESTACIONES DE LA BROCA EN EL CAMPO

No hay duda que el patrón de ataque de la broca en el campo es complejo y difícil de analizar. En los libros de texto de ecología se pueden ver curvas sucesivas de huevecillos, larvas, etc. de tal insecto y todo es bastante claro. Con la broca, la situación no es tan fácil. Uno de los problemas más difíciles es que la fructificación del cafeto es larga y compleja y es diferente cada año. Imaginemos una situación ideal donde existe un cafeto que sólo produce una floración cada año, en el mismo día de cada año y que los frutos maduran en un tiempo fijo. Esto sería relativamente fácil investigar porque podríamos ir al campo cada semana y coleccionar frutos de café y encontrar el momento exacto cuando la broca empieza a atacar al grano. Con base en esta información podríamos predecir el momento exacto cada año para aplicar insecticida, hacer control cultural, etc.

En realidad como no podemos relacionar el ataque a un momento fijo cada año, tenemos que encontrar otra forma para pronosticar poblaciones. Un aspecto muy importante que debemos solucionar es saber exactamente cuando la broca ataca el grano del café. Se pueden ver cerezas inmaduras atacadas por la broca, pero los granos de estos frutos no son dañados, la broca se queda en la pulpa esperando hasta que el grano esté suficientemente macizo para sostener su cría. Nuestros estudios sugieren que la broca sólo penetra el grano y deposita huevecillos cuando el porcentaje de peso seco del grano es 20% o más (Figura 15). Hay que recordar, que este insecto es un escoltido y ellos prosperan solamente cuando su huésped es bastante macizo.

Entonces, si sabemos cuando la broca va a dañar el grano, la cantidad de progenie y tiempo de desarrollo hasta el adulto, tenemos posibilidades de poder explicar lo que está pasando en un lote en el campo y tal vez pronosticar los niveles de las poblaciones a un tiempo dado. Pero un problema adicional es que hay varias floraciones de café y que la maduración de los frutos de cada floración es distinta. Si examinamos el ataque de la broca a frutos de dos floraciones distintas (Figura 16), vemos que la primera floración es más atacada, hecho que no nos sorprende porque estos frutos son más maduros y por lo tanto, la broca prefiere a éstos. Si analizamos el cambio de porcentaje de peso seco de estas floraciones (Figura 17), se ven diferencias muy marcadas. La situación es aún más complicada que esto, porque los frutos se caen durante su desarrollo y si contienen broca, la caída puede afectar el desarrollo de la cría (Figura 18).

La meta final para los científicos como nosotros, debe ser dar una explicación completa del fenómeno para que podamos hacer un modelo matemático para "Correrlo" bajo múltiples condiciones ambientales, niveles de población, densidad de cafetos, etc. ¿Sería posible hacerlo? Pensamos que sí y tal vez por fin vamos a poder imaginar un futuro proyecto de control integrado contra la broca.

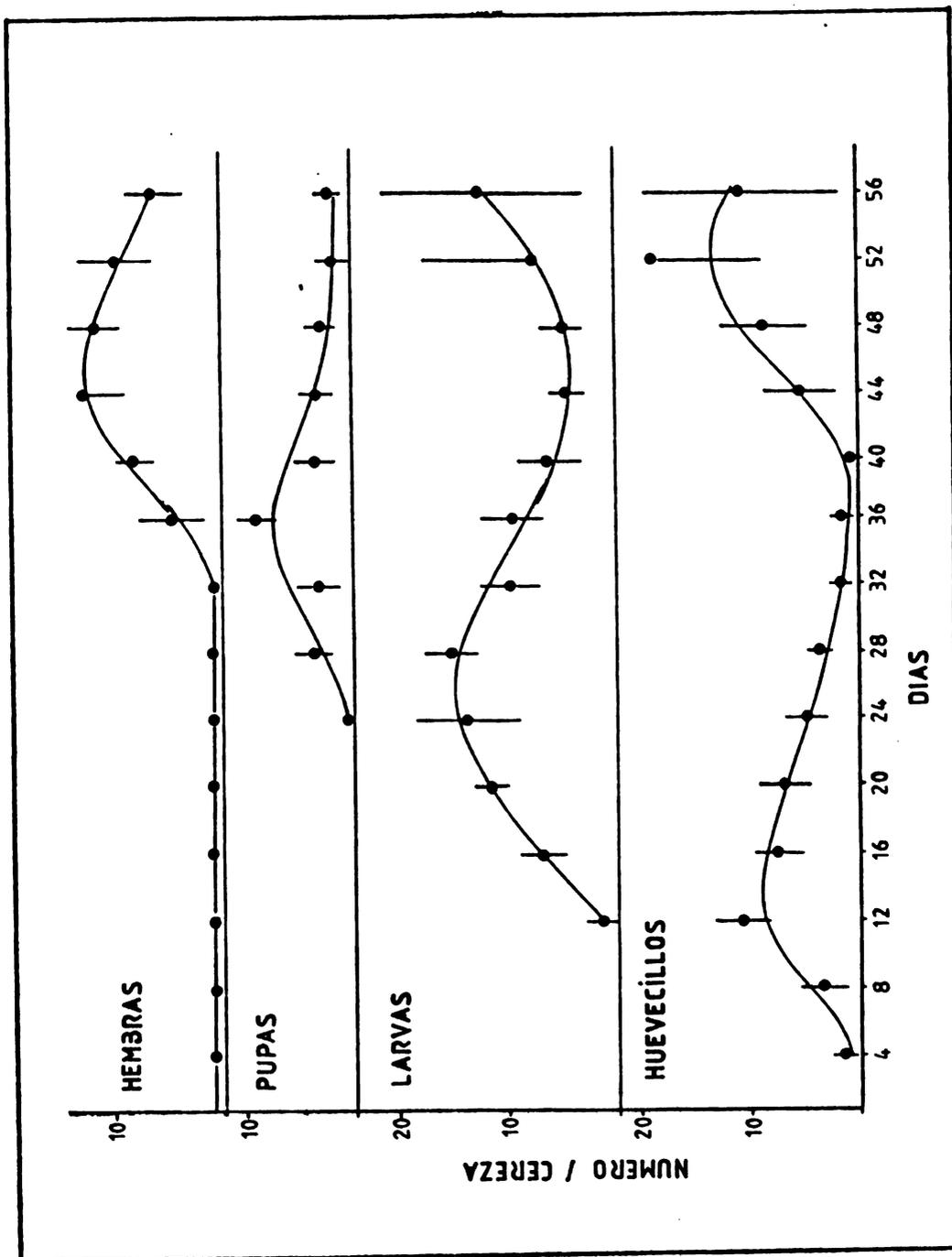
Por ejemplo, la primera parte del año, los extensionistas pasarían regularmente por varias partes de la región, anotando los días de las floraciones y sus intensidades. También, ellos tomarían muestreos de cerezas en los árboles y suelo para determinar los niveles de las poblaciones de la broca. Los datos pasarían a un centro de computación donde un programa, usando los datos meteorológicos de la región, pronosticará el futuro desarrollo de los frutos de cada floración hasta el punto cuando van a tener aproximadamente 20% de peso seco. En las regiones donde altos niveles de insectos fueron reportados, el computador da un

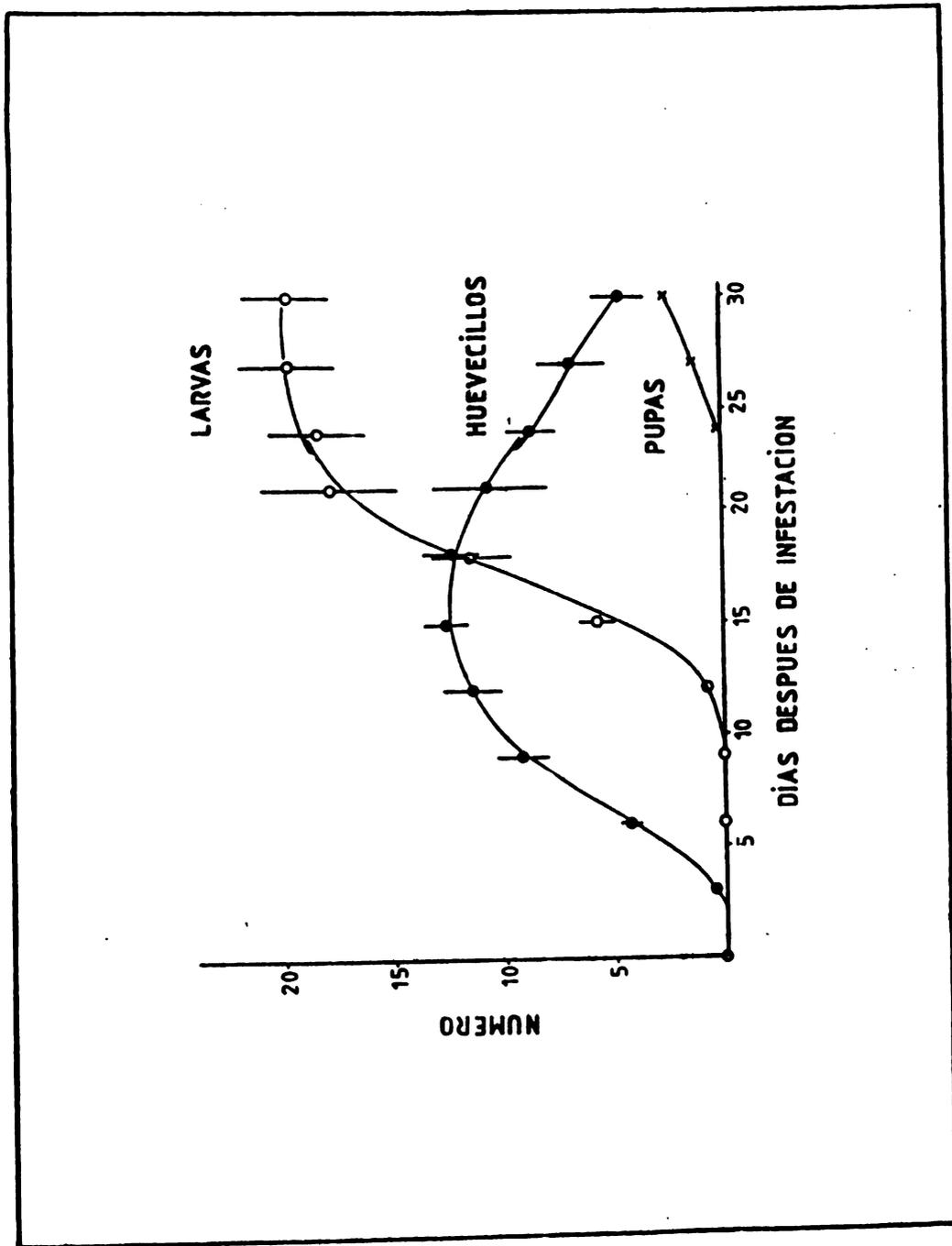
aviso que en tal área hay cerezas disponibles al ataque y el extensionista regresaría a estas áreas para tomar más muestreos a fin de confirmar el aviso. Si verdaderamente hay un problema, él puede recomendar aspersión o tal vez la colecta de cerezas si son relativamente pocos.

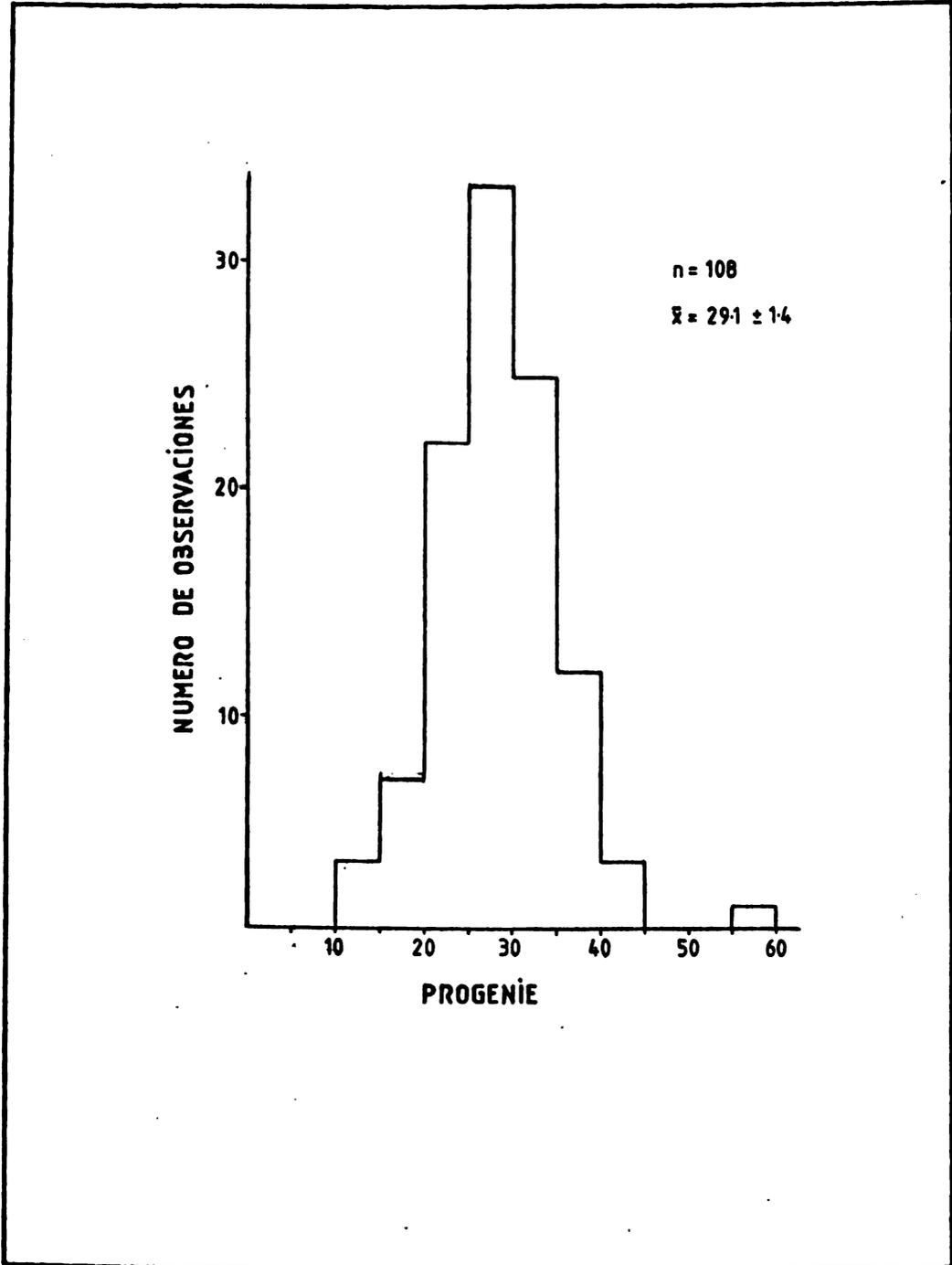
Esto ha sido no más que una idea general de lo que puede ser posible, pero no es un sueño, es perfectamente factible y ahora en el CIES en Tapachula, tenemos un computador y un programa de la Universidad Agrícola de Wageningen, Holanda que puede simular las fluctuaciones de poblaciones como una función de las variables mencionadas arriba. Con una base firme de conocimiento sobre los hábitos y ecología de la broca, esperamos que podamos elaborar un plan de manejo integrado para esta plaga.

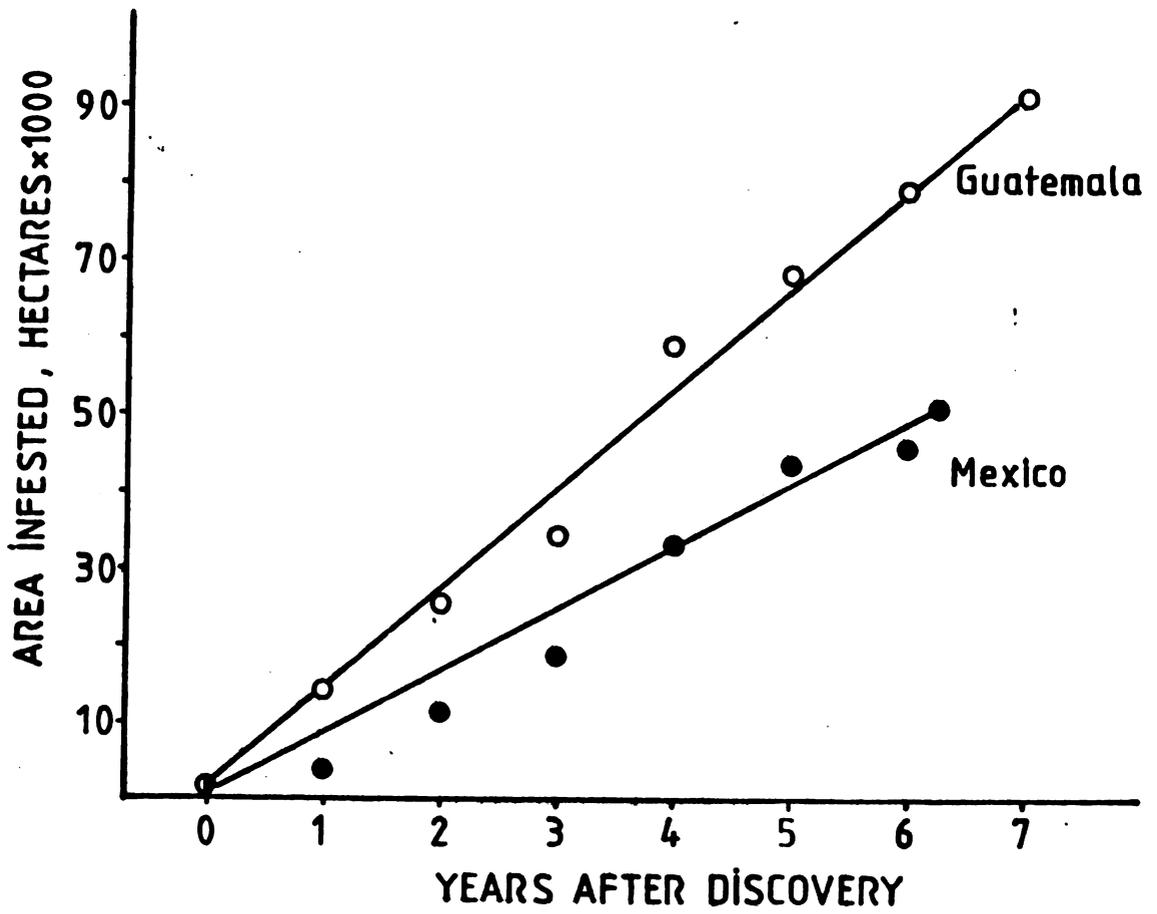
B I B L I O G R A F I A

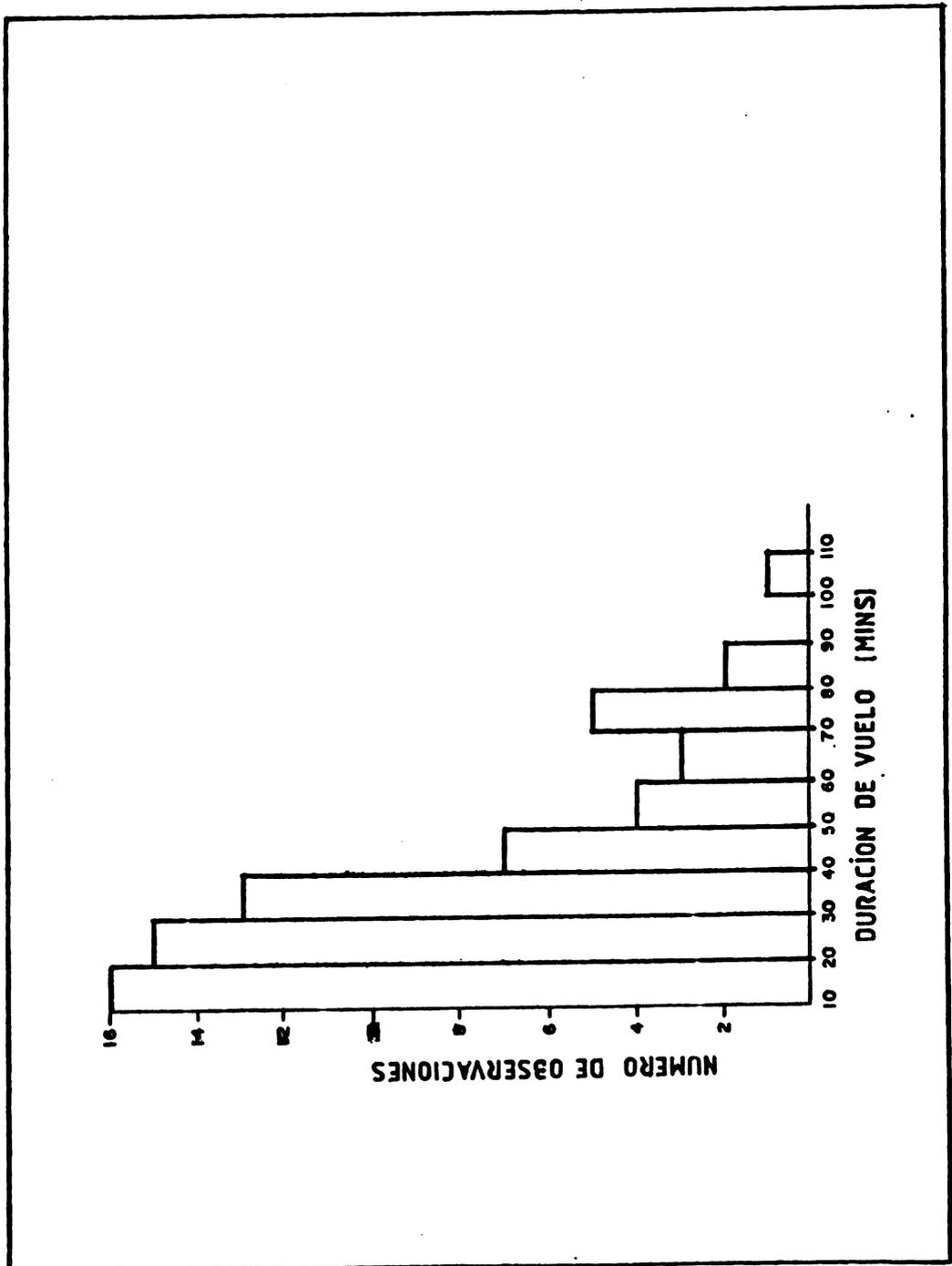
1. Le Pelley, R. 1968. Pests of Coffee. Longmans, London.
2. Perdomo, A. & Miranda, A. 1983. Propuesta para la detección de la broca del café Hypothenemus hampei en los países o áreas cafetaleras libres de la plaga. Simposio sobre Caficultura. Promecafe-IICA, Panamá.

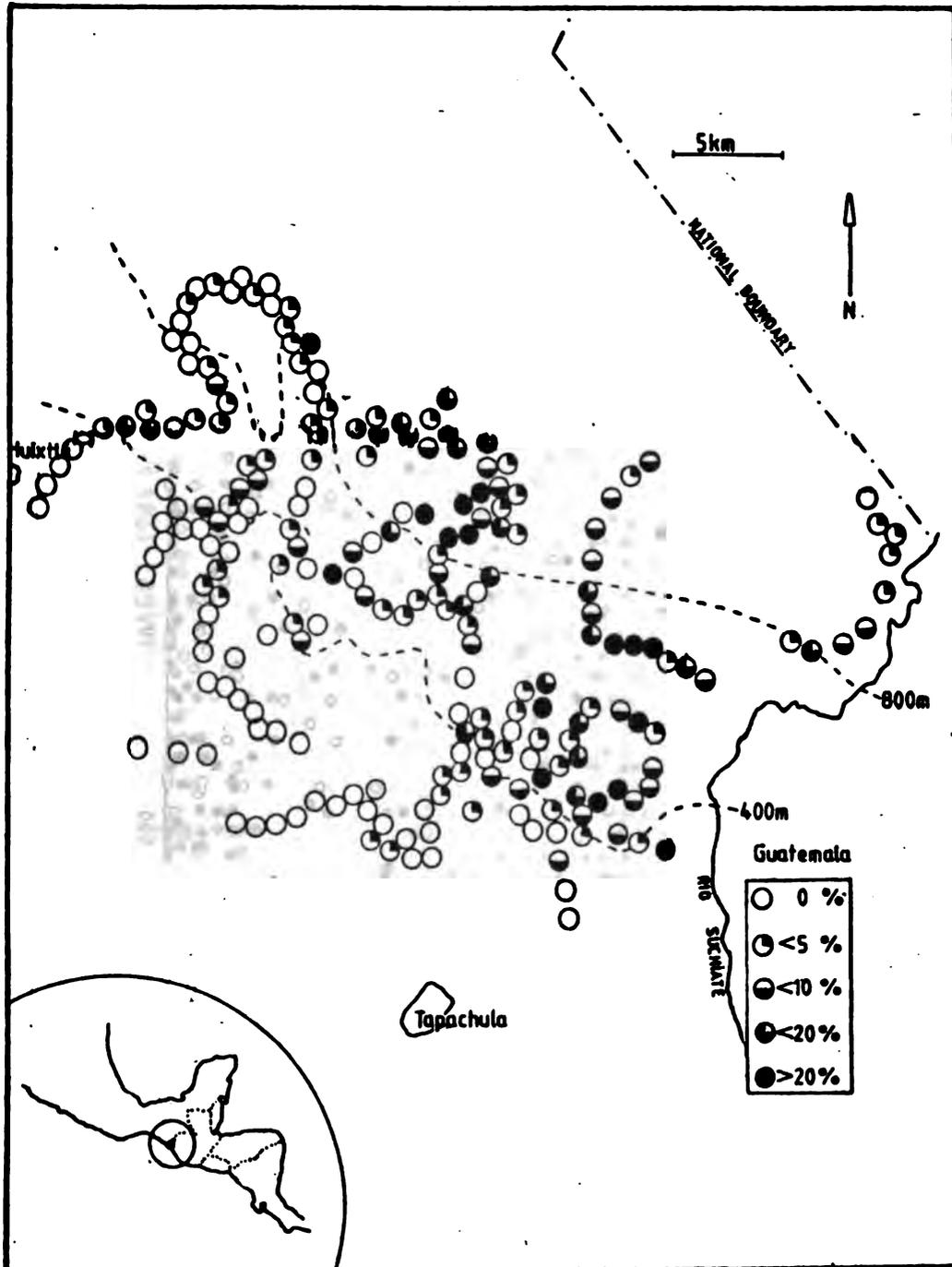


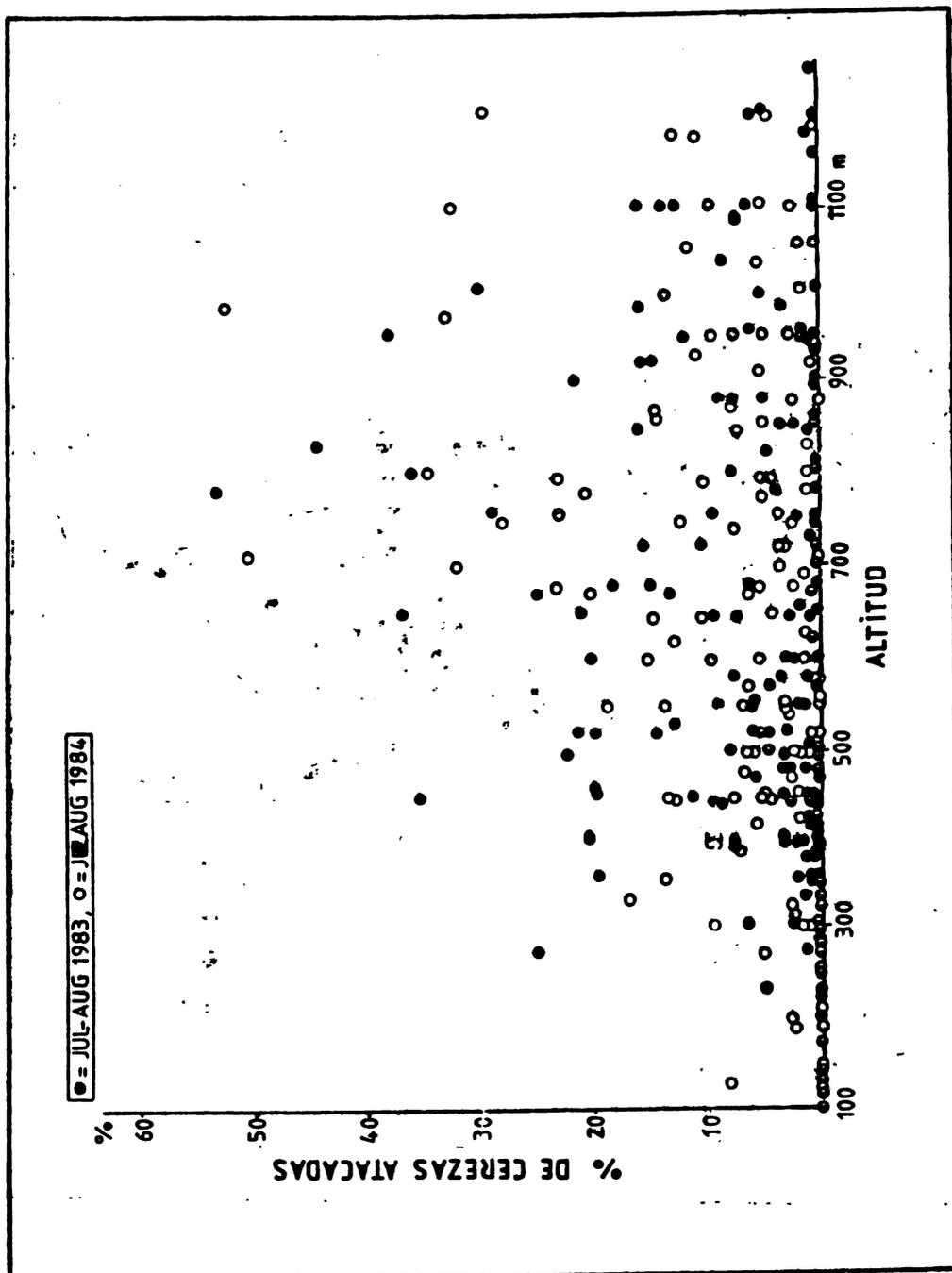


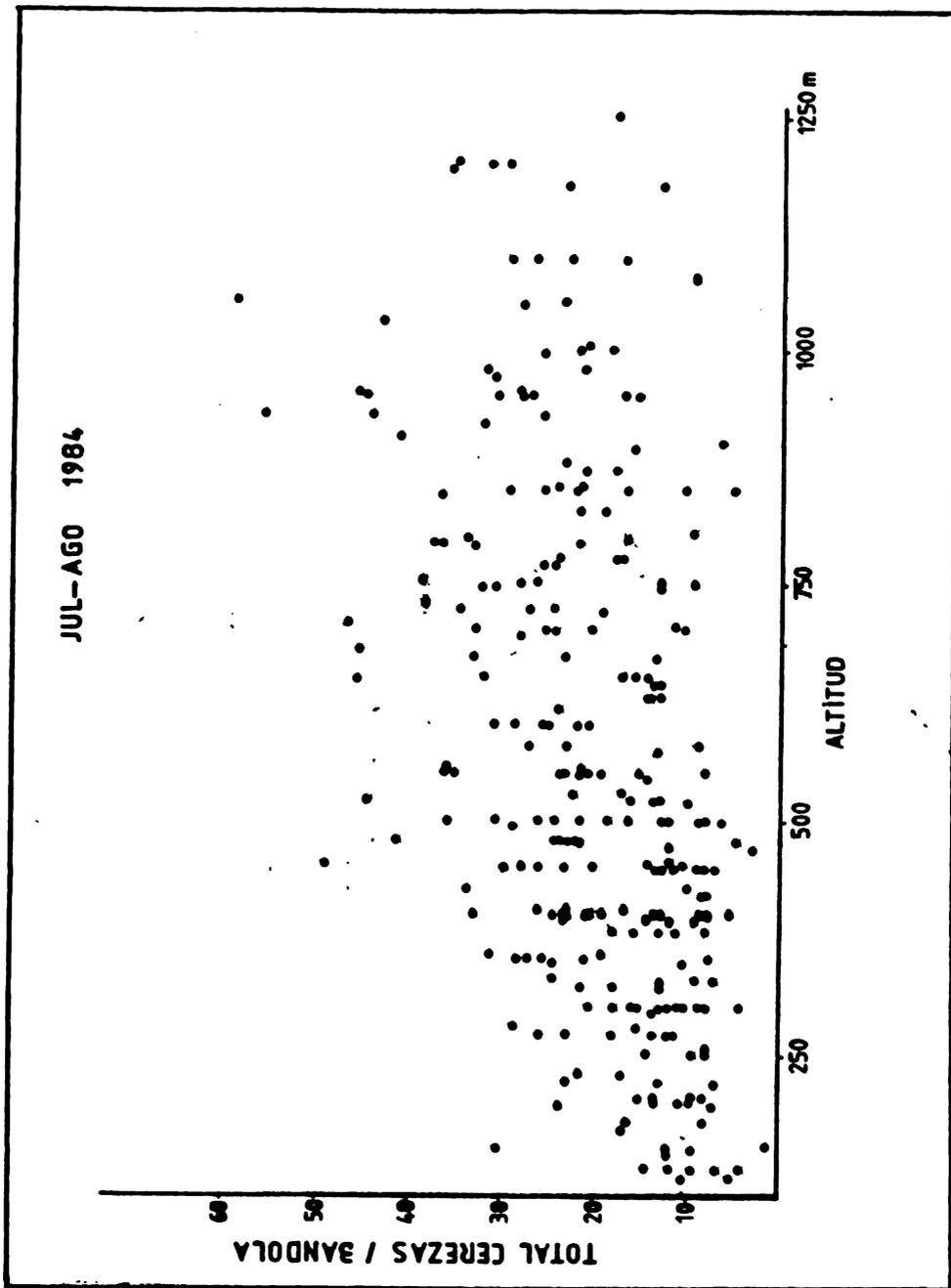


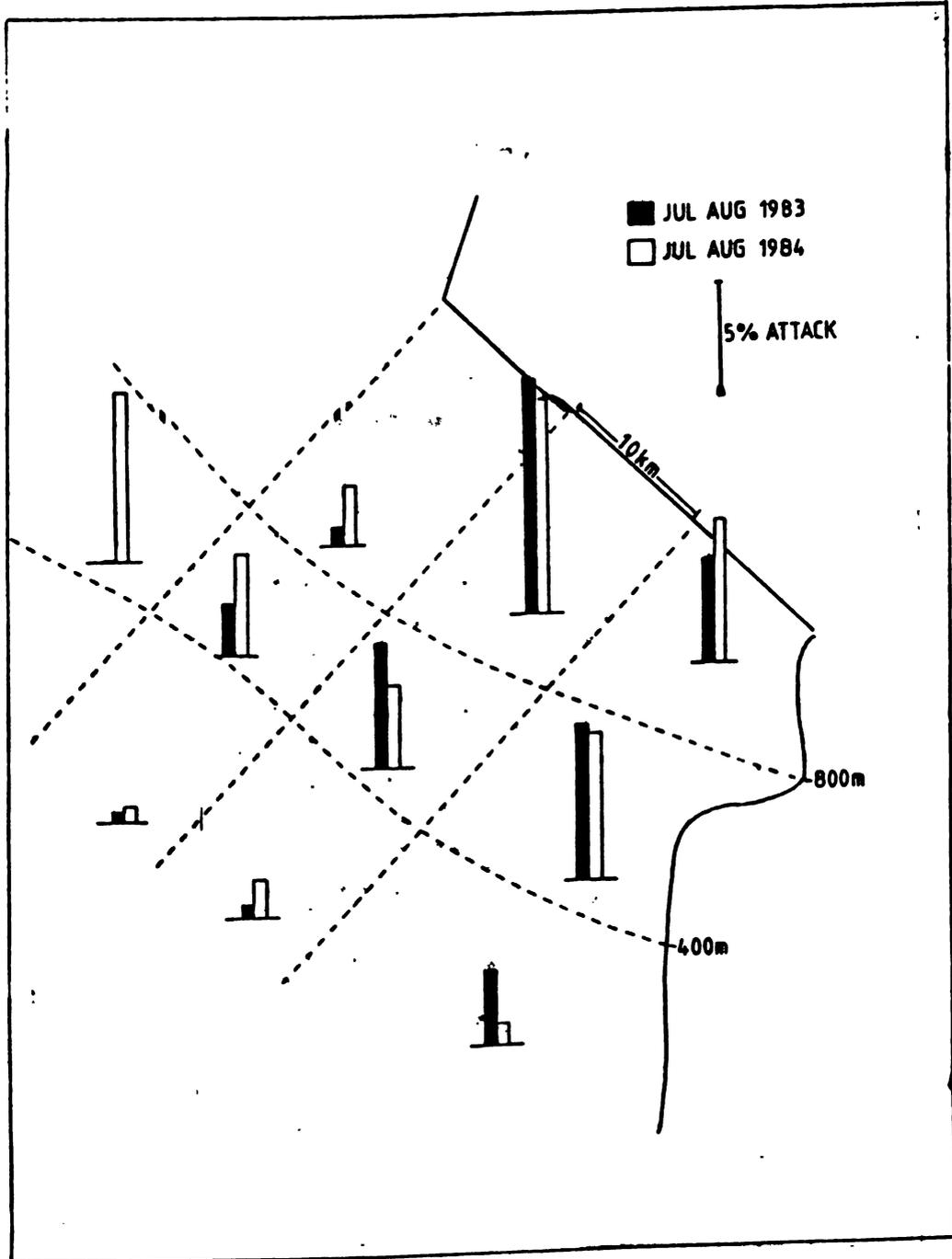












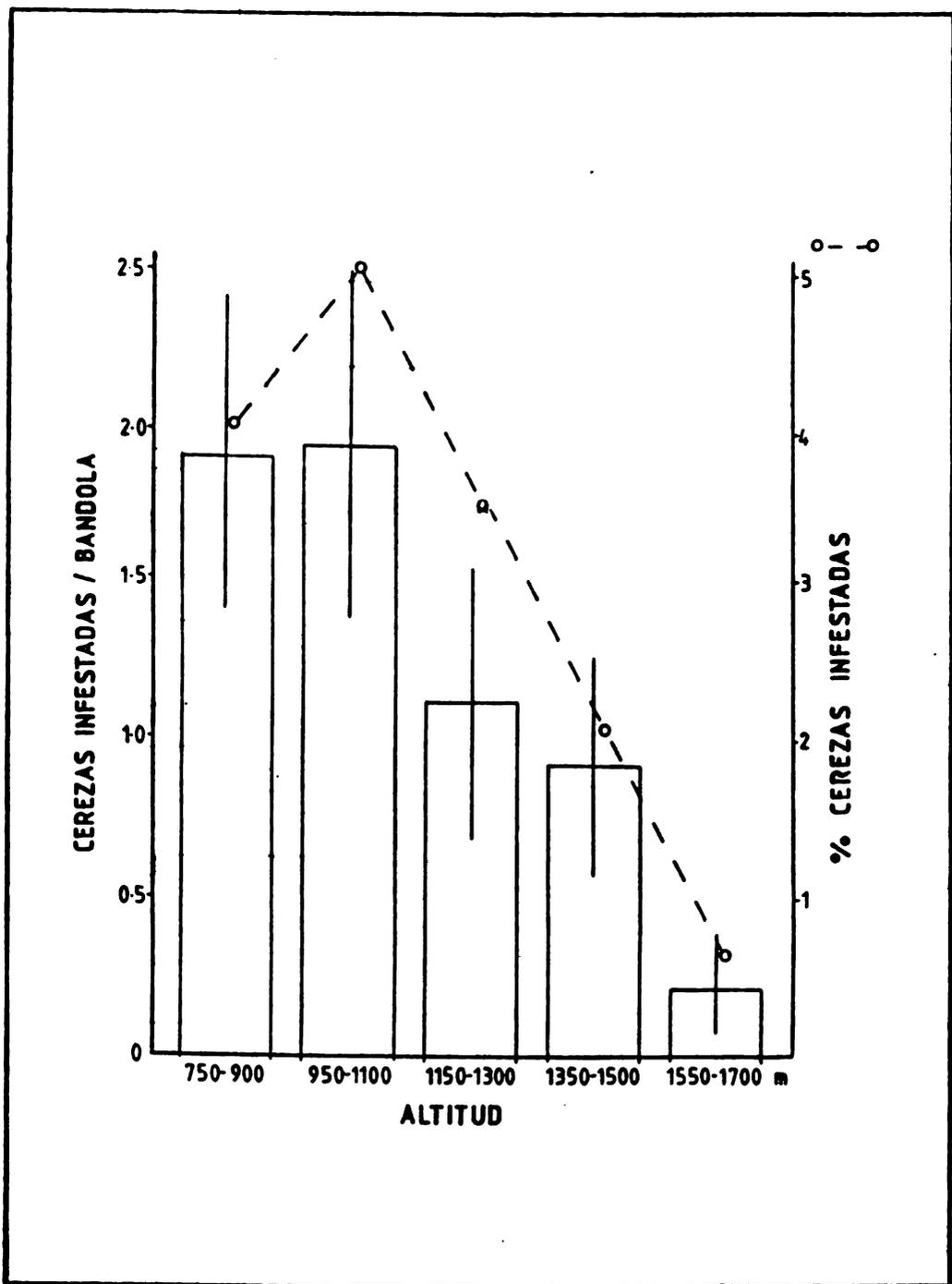
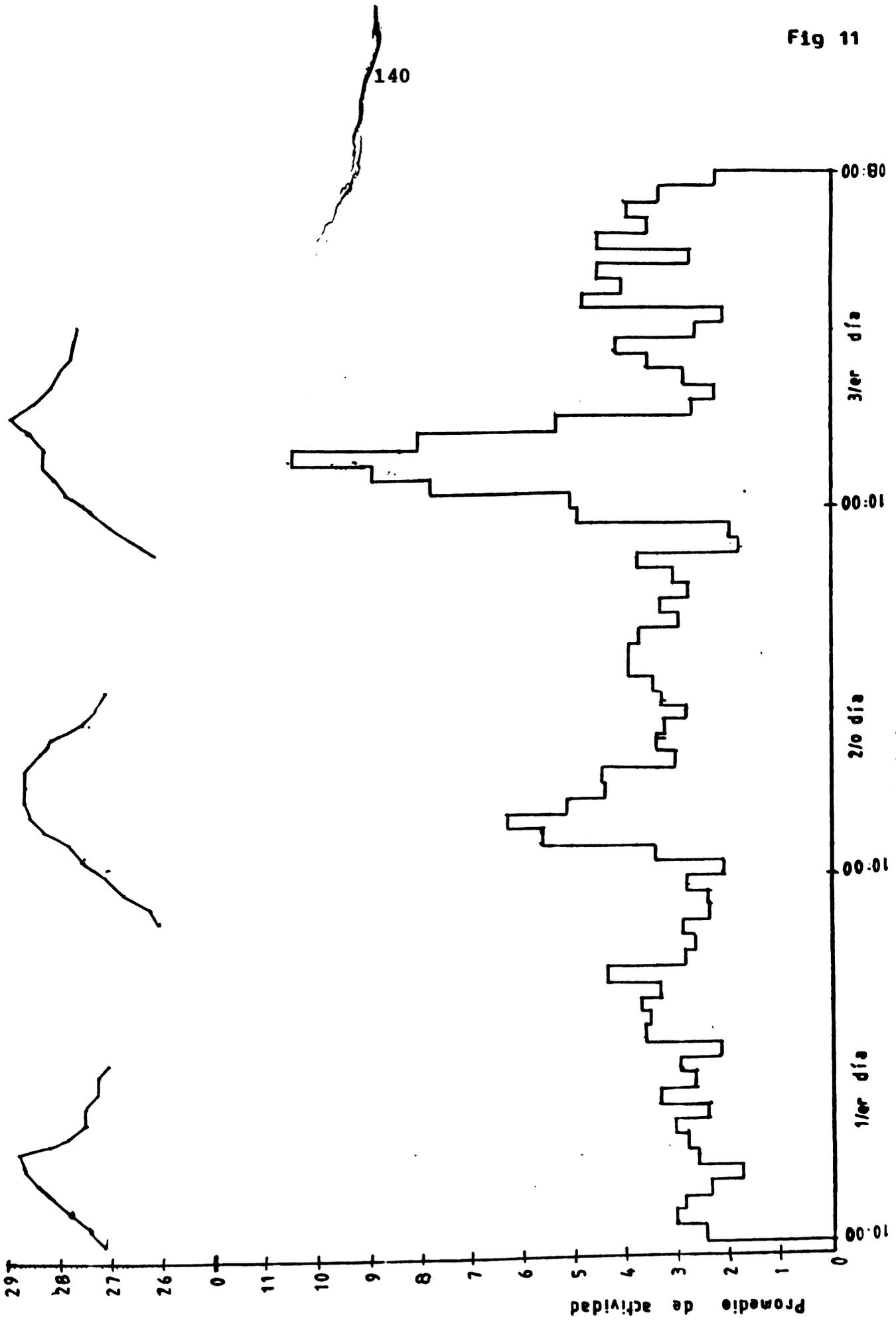


Fig 11

ACTIVIDAD DE H. hampei EN 100% DE H.R. EN COMPLETA OSCURIDAD



ACTIVIDAD DE H. hampei EN 55% H.R. EN COMPLETA
OSCURIDAD

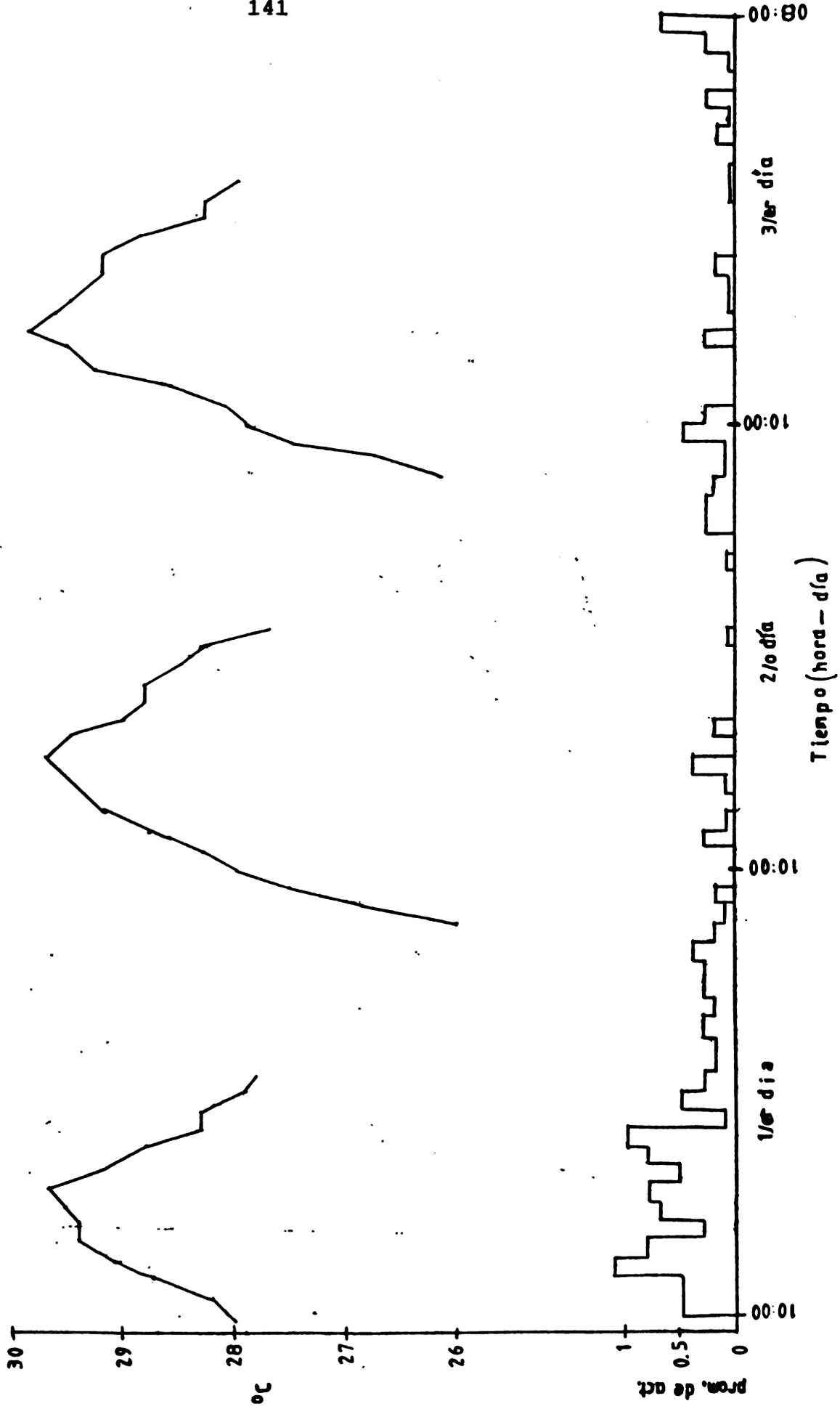
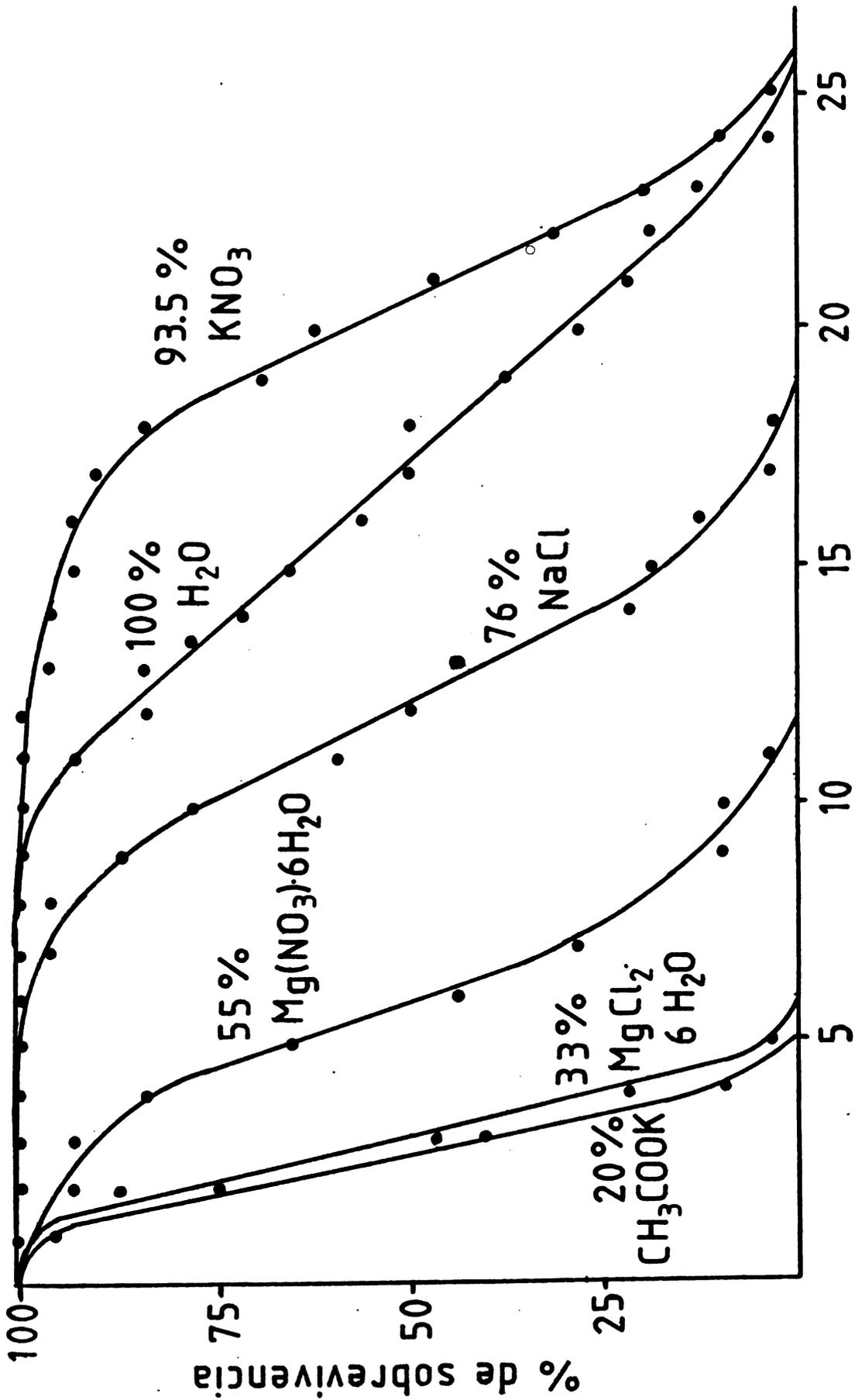


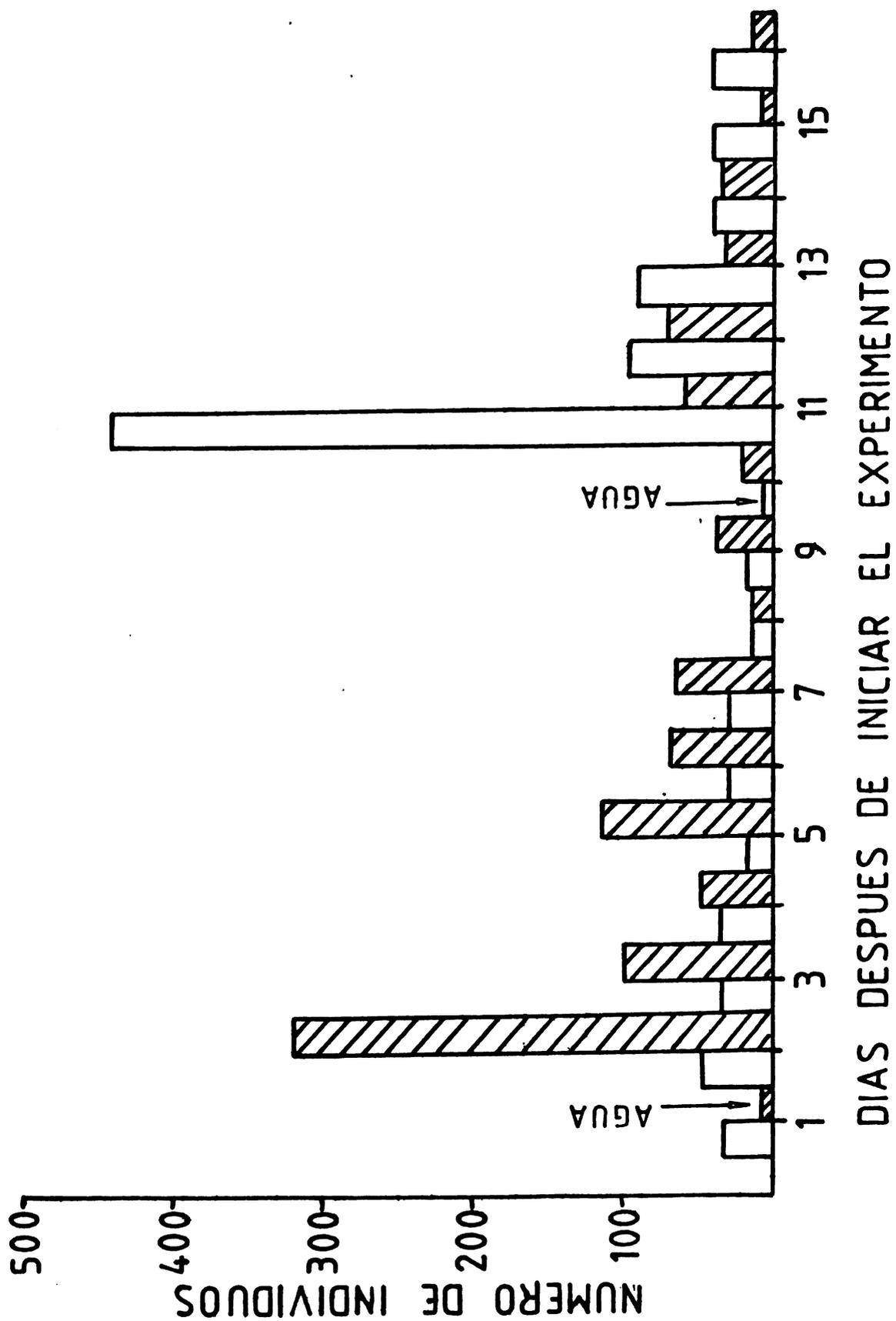
Fig. 12

SOBREVIVENCIA DE LA BROCA BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE HUMEDAD RELATIVA EN LABORATORIO. (SIN ALIMENTO)



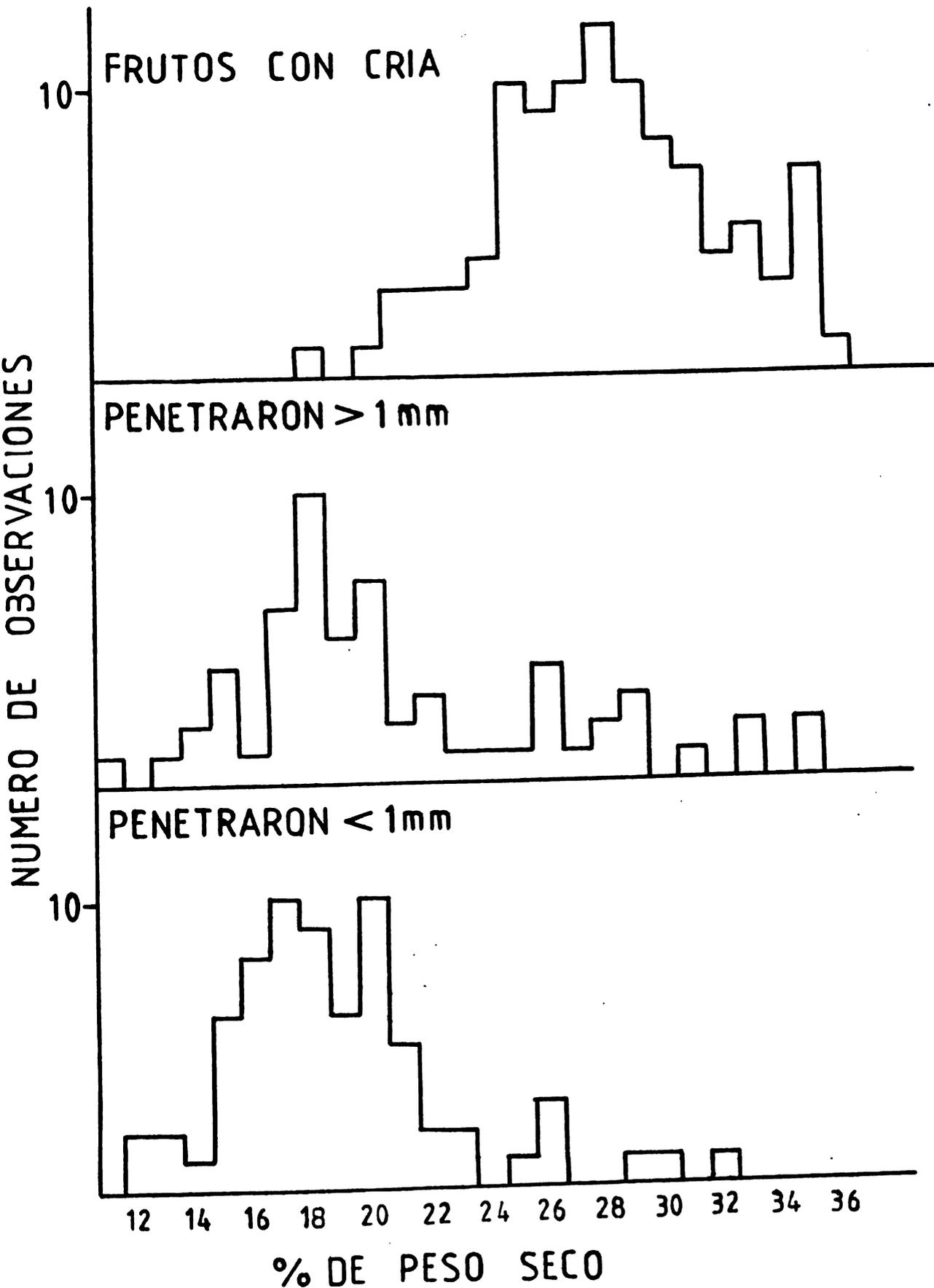
tiempo (días).

EMERGENCIA DE LA BROCA DE FRUTOS INFESTADOS COMO
 RESPUESTA AL SUMERGIRLOS EN AGUA.



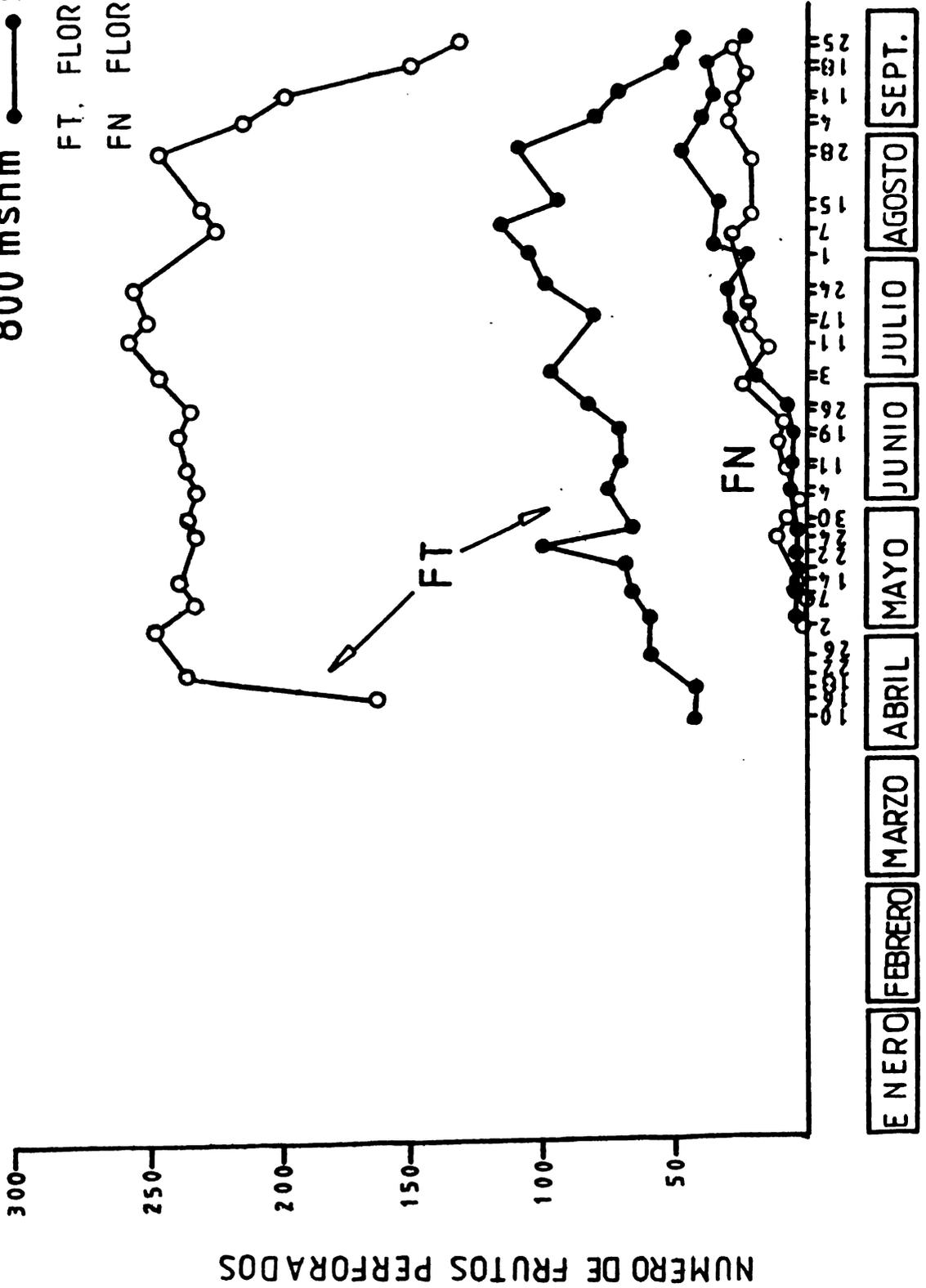
DIAS DESPUES DE INICIAR EL EXPERIMENTO

RELACION DEL % DE PESO SECO DEL FRUTO CON EL ESTABLECIMIENTO DE LA BROCA

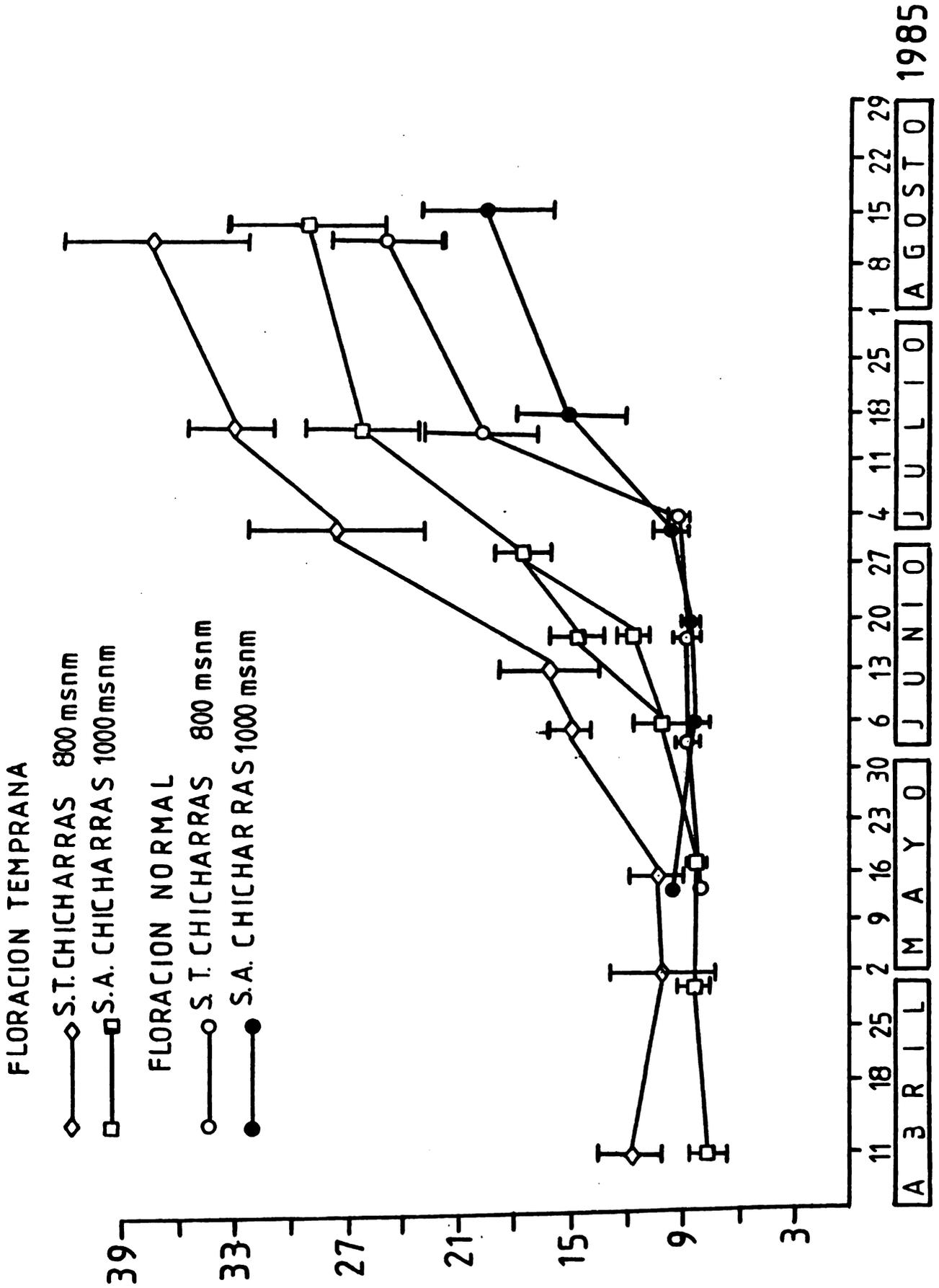


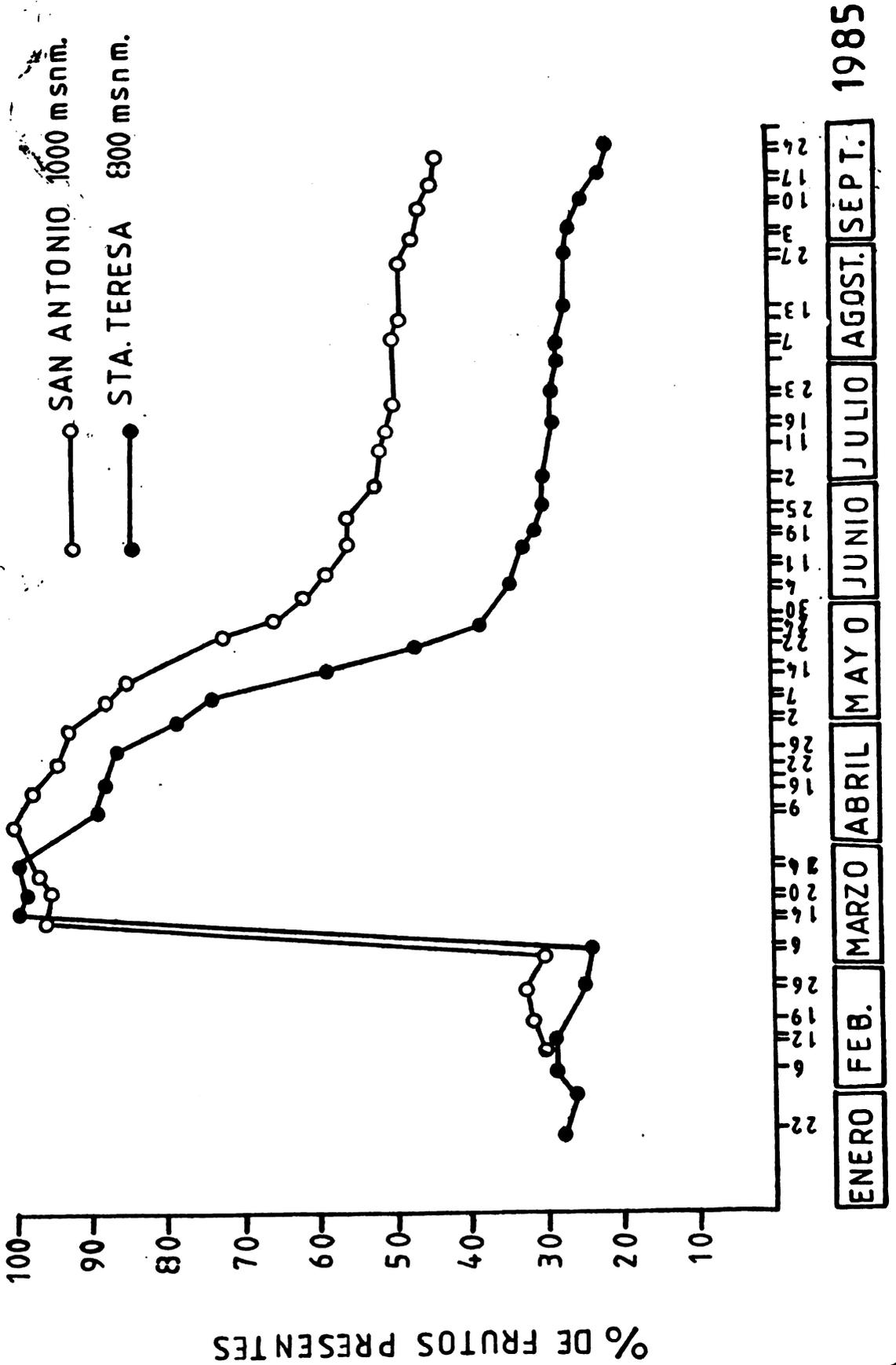
1000 msnm ○ SAN ANTONIO
 800 msnm ● STA. TERESA

FT. FLOR TEMPRANO
 FN FLOR NORMAL



E N E R O F E B R E R O M A R Z O A B R I L M A Y O J U N I O J U L I O A G O S T O S E P T . 1 9 8 5





LA BROCA DEL FRUTO DEL CAFETO HYPOTHENEMUS HAMPEI, FERR.

(Coleoptera:Scolytidae)

* Norberto Enrique Urbina

INTRODUCCION

La broca del fruto del cafeto Hypothenemus hampei, Ferr. se ha constituido en los últimos años como el principal problema entomológico, para las zonas cafetaleras de Guatemala, El Salvador, Honduras y el Sur de México, desde su introducción a la región en 1971 (Guatemala). De aquí la plaga se diseminó a Honduras (1977), México (1978) y El Salvador (1981) (1).

Las características biológicas y su naturaleza de plaga exótica, le ha permitido una rápida adaptación y un incremento acelerado de su población ocasionando pérdidas considerables a los caficultores. Esto ha obligado a los productores y autoridades del sector a tomar medidas inmediatas, basadas principalmente en el control químico, para reducir sus daños.

La práctica muy generalizada del uso de insecticidas para el combate de la broca, ofrece una perspectiva poco alentadora en cuanto a la situación de equilibrio que guardan los cafetales en relación a otras especies de plagas potenciales, cuya presencia es endémica y que seguramente cuentan con enemigos naturales que mantienen sus poblaciones a niveles por debajo de los niveles críticos de daño económico. La eliminación gradual de estos enemigos naturales ocasionará o ya está ocasionando el surgimiento de las plagas potenciales al status de plagas claves o primarias. Además, se ocasionan perjuicios a la apicultura e intoxicación a aves, peces y mamíferos, incluyendo al hombre (4,9).

Debemos reconocer que no erradicaremos la plaga y que la misma la tendremos presente para siempre en nuestros cafetales, por lo que es la responsabilidad tanto de técnicos como productores, el desarrollo de una estrategia de control basado en los principios y alternativas del Manejo Integrado de Plagas.

ORIGEN, DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y PLANTAS HOSPEDERAS

Para entender la problemática de la broca, es útil considerar, al principio, su origen y también el del cafeto. Ambos son originarios de Africa, diciéndose que Coffea arábica se

* Entomólogo, IICA/PROMECAFE

originó en Etiopía a alturas de más de 1500 m.s.n.m donde aparentemente aún se encuentran en su forma silvestre. La especie canephora o "robusta"; por otro lado, es encontrada a altitudes más bajas hacia el centro y oeste del continente africano. La evidencia de que la broca no se encuentra a altitudes superiores a los 1500 m.s.n.m, donde se encuentra la especie arábiga, hace suponer que esta especie no es su hospedera nativa, en cambio siguiendo este razonamiento, podemos concluir, que robusta u otra especie de café es su hospedera original. Esto, no significa necesariamente que robusta sea más preferido por la broca que otras especies (2).

De acuerdo a De Ingunza (11), Hargreaves (16), Hernández Paz y Sánchez de Leon (19), Johanneson (20), Le Pelley (22), Reid (31) y Ticheller (34) la broca se encuentra en Africa en los siguientes países: Uganda, Kenya, Guinea, Sierra Leona, Liberia, Ghana, Nigeria, Costa de Marfil, Isla Fernando Pó, Guinea Española, Camerún, Congo Angola, Tanganika, Ruanda Urundi, Nyasalandia, Rhodesia del Norte, Mozambique. En Asia se encuentra en: Tailandia, Vietnam, Malaya, Indonesia, India y Filipinas. En Oceanía este insecto se reporta sólo en Calcedonia, pero es probable que se encuentre en Papua y Nueva Guinea. En el Continente Americano la broca se reporta en los siguientes países: Brasil, Perú, Surinam, México, Guatemala, Honduras El Salvador, Puerto Rico y Jamaica (Fig. 1).

En cuanto a las plantas hospederas de la broca se reconocen dos categorías: hospederas primarias que son aquellas que son indispensables para la alimentación y reproducción de la broca; y hospederas secundarias o alternas que son aquellos que el insecto utiliza como alimento o escondrijo temporal pero que no se puede reproducir en ellos. La mayoría de los autores reconocen como única hospedera primaria los frutos de varias especies del género Coffea, sin embargo; las especies Oxyanthus spp., Dalium lacourtiana y Cajanus cajan, han sido reportados como hospederas primarias por Hargreaves (17), Sladen (33) y Campos (8) respectivamente. (Tabla No. 1).

CLASIFICACION Y SINONIMIA

La broca del fruto del cafeto fue descrita por primera vez en 1836 por J.D. Westwood (35) quien la clasificó dentro del género Hypothenemus. En 1867, J.A. Graft Ferrari (13) la describió como Cryphalus hampei. Posteriormente, recibió las denominaciones de Stephanoderes hampei, Ferr. 1867; Stephanoderes coffeae; Hagedorn, 1910 (15); Xyleborus Coffeivorus Vander Weele, 1910 y Xyleborus coffeicola Campos Novaes, 1922. Este insecto pertenece al Orden Coleoptera, sub-orden Polyphaga, familia Scolytidae, sub-familia Ipinæ y tribu Cryphalini.

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

Los adultos tienen su cabeza en forma globular escondida dentro del protórax. Las antenas son en forma de codo, con los últimos cinco segmentos unidos formando una bolita diminuta. Los ojos son planos y no convexos. La sutura media frontal de la cabeza es larga y bien definida. El protórax, en su margen delantero, está armado con 4 a 7 dientes o espinas. Los élitros presentan pequeñas cantidades deprimidas; longitudinales; están cubiertos de setas cortas y planas que crecen hacia atrás, siendo por lo menos ocho veces más largas que anchas. El segundo par de alas membranosas está presente sólo en las hembras y atrofiadas en los machos, por lo que éstos no pueden volar. Los adultos tienen una coloración castaño claro, recién emergidos y conforme avanza su edad cambian a café oscuro, hasta tomar un color negro. Su tamaño varía entre machos y hembras, midiendo los primeros de 1.0 a 1.25 mm. y las segundas de 1.37 a 1.82 mm. de largo (1,19,30).

Hypothenemus hampei, o verdadera broca, es muchas veces confundida con la falsa broca, Hypothenemus seriatus, la cual se encuentra infestando frutos de café con mucha frecuencia. Las diferencias fundamentales entre ambas especies son las siguientes: H. seriatus, es nativa de América y se le encuentra desde el Sur de los Estados Unidos hasta el estado de Sao Paulo, Brasil; H. hampei es monófaga, alimentándose exclusivamente del endosperma de los frutos del café, mientras que seriatus es polífaga, alimentándose de frutos secos de otras plantas; H. hampei, penetra frutos verdes cavando un orificio perfectamente circular, mientras que H. seriatus, nunca penetra estos frutos y sus perforaciones no son exactamente circulares. Adicionalmente, seriatus se alimenta de la pulpa del fruto y no penetra el endosperma como lo hace hampei que sí se alimenta y procrea dentro del endosperma consistente. Las setas que se encuentran en los élitros son en forma de espátulas, presentando cinco o seis estrías longitudinales en su extremo distal en la especie seriatus, mientras que en hampei son alargadas y cilíndricas. ((1,19,30)).

TIPO DE DAÑO Y PERDIDAS OCASIONADAS

La hembra de la Broca inicia su perforación en la mayoría de los casos, en la corona del fruto, o sea en el extremo opuesto a la base de la cereza; otras veces perfora exactamente en el disco del fruto y otras en el borde. Perforaciones en la base o en los lados del fruto es muy raro encontrarlas.

(19). Si el fruto tiene 20% o más de materia seca, la hembra perfora hasta el endosperma donde empieza a depositar sus huevos (2,3). Si el fruto no tiene la consistencia adecuada (menos de 20% de materia seca) la hembra permanece en el canal de perforación sin penetrar en el endospermo. En la mayoría de los casos solamente un endospermo es dañado (+ 90% de las veces) y solamente un 5% de los casos se encuentran dañados ambos endospermos (32). Si la perforación se inicia cuando los frutos están muy pequeños (estado lechoso) el principal daño consiste en la caída del fruto con la consecuente reducción del rendimiento. El % de frutos caídos en esta etapa debido a la broca no se ha determinado adecuadamente. El mayor daño es causado cuando el fruto está en el estado de semi-consistencia (más de 20% de peso seco) ya que en esta etapa el endospermo se torna duro, ofreciendo un substrato apropiado para la oviposición y alimentación de los adultos y el desarrollo de los estadios inmaduros. Este daño da como resultado la pérdida de peso del grano reduciendo el rendimiento. Monterroso en 1980 (25) en estudios realizados en Guatemala, en café Bourbon con varios porcentajes de infestación obtuvo que con 0% de infestación de broca, la conversión cereza a pergamino era de 4.5:1, mientras que con 100% de infestación la conversión fue de 10.6:1, lo que equivale a una pérdida de 57% (Tabla No. 2).

BIOLOGIA

La broca del fruto del cafeto tiene una metamorfosis completa, esto es, pasa por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto.

El adulto de este insecto es un pequeño escarabajo de color pardo claro recién mergido a pardo oscuro o negro después de 4 ó 5 días de edad. (5,1,14,19).

Los huevos son de forma globosa, ligeramente elíptica, siendo al principio de color blanco lechoso y a medida que el período de incubación progresa se tornan blancos hialinos y próximos a la eclosión toman un color amarillento. Su tamaño oscila entre 0.45 a 0.83 mm. de largo (1,5,6,14,19).

Las larvas son de color blanco lechoso y de consistencia blanda. Son apodas y con una cápsula encefálica parda y bien esclerotizada y provistas de mandíbulas fuertes y proyectadas hacia el frente. Miden de 1.88 a 2.30 mm. de largo.

Las pupas tienen una coloración amarillenta al principio, cambiando a pardo pálido poco antes de la emergencia del adulto.

Conforme la pupa se desarrolla, se pueden apreciar la cabeza con sus ojos, las antenas y la boca definida, así como las alas y las patas. Hernández Paz y De León (19) reportan que las hembras miden de 1.37 a 1.93 mm. de largo y de 0.51 a 0.82 mm. de ancho. En la Tabla No. 3 se pueden apreciar las dimensiones de los diversos estadios de la broca, según varios autores.

HISTORIA DE VIDA Y HABITOS

Las hembras son fecundadas por los machos dentro de los propios granos de donde emergen y eso explica la razón por la cual los machos carecen de alas funcionales para el vuelo. La proporción de sexos de la broca varía según los estudios realizados en varios países. Bergamin (6) reporta una relación de 9.75 hembras por cada macho. De Oliveira (12) encontró una relación de 5.7 : 1 mientras que Corbeti citado por Leefmans (21) en Malasia reporta una relación de 30 hembras por cada macho. Leefmans (21) reporta una relación de 40 a 59 hembras por cada macho en Java. Baker (2,3) ha encontrado una relación que va de 8-10 hembras por macho. (Ver Tabla No. 4).

La hembra toma aproximadamente de 6 a 7 horas para penetrar hasta el endospermo, donde construye una galería en forma piniforme, la que utiliza como cámara de oviposición. (19).

De Oliveira (12), Le Pelley (22,23) y Baker (2,3) reportan que la hembra pone un mínimo de 12 huevos y un máximo de 63. Bergamin (6) por otro lado, señala un mínimo de 31, máximo de 119 y un promedio de 74 huevos puestos por una hembra durante toda su vida. De acuerdo a Baker (2), las hembras viven un promedio de 150 días, pudiendo alcanzar hasta un máximo de 250 días. La temperatura tiene una gran influencia en la duración del período de incubación que es de 9 días (27°C) y 16 días (18.7°C) (6).

El estadio larval dura de 10 a 26 días, los cuales pasa la larva alimentándose del endospermo (1,5,14,19,21,33). Las larvas hembras sufren dos mudas mientras que los machos solo una. Al estadio larval le sigue una fase de quietud denominada pre-pupa la cual dura aproximadamente 2 días. El estadio de pupa experimenta los cambios metamórficos que caracterizarán al adulto.

El ciclo de vida completo, toma dependiendo de las condiciones bióticas y abióticas entre 20 a 37 días (Tabla No. 4). En la figura No. 2 se presenta el ciclo de vida completo.

ASPECTOS ECOLOGICOS

Para planificar una estrategia de control de la plaga, es importante comprender el comportamiento del insecto a las condiciones bióticas y abióticas del ambiente del cafetal. De todos los estudios realizados se sabe que la broca tiene una dispersión agregada o de contagio dentro del cafetal, esto es, no se le encuentra infestando uniformemente todo el predio, sino que en focos. Dentro de cada planta también se observan algunas bandolas más infestadas que otras, siendo las del tercio medio las más infestadas (2,3).

En lo referente a la altitud, se reporta que el rango óptimo para el desarrollo de la broca, está entre 800a 1000 m.s.n.m. A alturas mayores de 1500 m.s.n.m. la broca generalmente no representa un problema económico (1).

Estudios desarrollados en México, Guatemala, Honduras y El Salvador indican que las poblaciones de broca son mayores en cafetales con sombra muy densa y en cafetales al sol la incidencia de la plaga es bastante insignificante (1,2,3).

Baker (3) reporta que la broca ataca con preferencia las cerezas de la primera floración debido a que son más maduras. Es por lo tanto, muy importante, conocer la fenología del café, especialmente en lo relacionado al número de floraciones y a la proporción de frutos de cada floración, ya que esto influenciará la población de broca.

La temperatura y la humedad (precipitación) juegan un papel muy importante en el inicio del ataque de la broca. Se ha observado en experimentos en laboratorio que el humedecer las cerezas secas caídas o dejadas de la cosecha anterior, un gran número de insectos emerge de las mismas (2,3). En las cerezas permanecen los adultos durante la época seca, encontrándose algunas veces gran cantidad de insectos en las mismas (más de 50).

La altitud, la temperatura y la humedad relativa, además de influencias las poblaciones de broca y la duración de su ciclo de vida, tienen una gran influencia sobre la fenología de los cafetos, esto es, el inicio de las floraciones y el número de ellas, así como, los días requeridos para que los frutos alcancen el grado de semiconsistencia (20% de peso seco) que es cuando la broca hace su mayor daño (1,2,3,19).

Un aspecto muy importante a considerar es que la broca tiene una capacidad inherente de diseminarse por sí misma de un predio a otro por medio del vuelo. La creencia de que la broca no vuela mucho ha sido descartada por experimentos hechos por Baker (2,3) donde se demuestra que el insecto es capaz de

colonizar nuevos cafetos por sí sola.

CONTROL INTEGRADO DE LA BROCA

La manera más racional y económica de control de la broca es a través del seguimiento de los principios del Manejo Integrado de Plagas (MIP), el cual se basa en las siguientes actividades:

A. Muestreo Umbral Económico

Sánchez (32) ha diseñado un método de muestreo rápido y eficaz para determinar las poblaciones de broca y una metodología para calcular el umbral económico de control de la plaga. El sitio de muestreo está integrado por 5 cafetos cogidos a lo largo del surco y en cada planta se observan 20 cerezas tomadas al azar en toda la planta, lo que da 100 cerezas por sitio. Para las condiciones del Sur de México, Sánchez (32) recomienda realizar 15 sitios de muestreo por cafetal no mayor de 2 hectáreas. Con este método se calcula el % de infestación de broca en el cafetal.

Para determinar el umbral económico debemos conocer los siguientes factores enunciados por Sánchez (32).

1. Costo del control químico por hectárea y por aplicación.
2. Estimación de las pérdidas ocasionadas según el % de infestación. Para este cálculo es necesario conocer el peso promedio en gramos de cada cereza, el rendimiento por área y la conversión de cereza a pergamino seco.
3. Precio del café en pergamino.
Una vez que se conoce el % de infestación y el umbral económico se toma la decisión de ejercer el control químico o no.

B. Prácticas culturales

El objetivo del control cultural es reducir las poblaciones de broca mediante la manipulación del agroecosistema del cafetal. Las prácticas recomendadas actualmente en México, Guatemala, El Salvador y Honduras la resume Decazy (10) así:

1. Regulación de la sombra. Hay mayor infestación cuando la sombra es muy densa.
2. Poda de los cafetos. Esto se hace para proporcionar mayor ventilación a los cafetos y bandolas.
3. Control de malezas. Esto facilita la recolección de frutos del suelo.
4. Fertilización apropiada.

C. Control Manual

Hernández Paz y Sánchez (19) han obtenido muy buenos resultados mediante la recolección de frutos caídos al suelo y los dejados en la planta después de la cosecha (pepena y repela). A través de esta acción, se eliminan gran cantidad de adultos que utilizan estos frutos para sobrevivir hasta el siguiente ciclo productivo del cafeto. Son precisamente estas hembras las que emergen al inicio de las lluvias y empiezan a infestar los frutos de la primera floración de los cafetos.

D. Control Químico

La recomendación más generalizada para el control químico de la broca en México, Guatemala, El Salvador y Honduras, es el uso del insecticida Endosulfán.

Méndez (24) reporta que 600 ml. de Thiodan 35 CE en 200 litros de agua por hectárea da un control eficiente de la broca.

Muñoz y Zelaya (27) obtuvieron buenos resultados aplicando 1.5 litros de Thiodan 35 CE en 500 litros de agua por hectárea.

Ochoa et al (28) menciona que la dosis de 1.5 litros de Thiodan 35 CE en 500 litros de agua por hectárea da un control satisfactorio.

Penados y Ochoa (29) recomiendan hacer sólo una aplicación cuando el fruto está en el estado de semi-consistencia, lo que se alcanza a los 137 días después de la floración a 1000 m.s.n.m y a los 147 días a 1300 m.s.n.m. La aplicación se debe realizar también cuando hay un 5% de frutos perforados.

E. Control Biológico

Varios autores reportan como una alternativa de control de la broca, el control biológico basado en el uso de parasitoides (Avispa de Uganda) y del hongo entomopatógeno Beauveria bassiana (7,18,23,26).

TABLA No. 1.

Primarias:

Especies silvestres de café (cerezas)	<u>Coffea</u> spp (Varios autores)
Especies cultivadas de café (cerezas)	<u>Coffea</u> spp (Varios autores)
* Especies forestales de <u>Oxyanthus</u> (cerezas)	<u>Oxyanthus</u> spp (Hargreaves, 1945)
* Leguminosa (granos)	<u>Dialium lacourtiana</u> (Ghesquiere)
* Gandul (granos y vainas)	<u>Cajanus cajan</u> (Campos)

Alternos:

	<u>Phaseolus lunatus</u> (Hargreaves, 1945)
	<u>Rubus</u> sp (Mayne)
	<u>Vitis lanceolaria</u> (Arens)
	<u>Ligustrum pubinerve</u> (Arens)
	<u>Shumanniana coffeae</u> (Worth)
	<u>Thephrosia</u> sp (Begeman, 1926)
	<u>Crotalaria</u> sp (Begeman, 1926)
	<u>Centrosema plumierii</u> (Ticheler)
	<u>Caesalpinia</u> sp
	<u>Leucaena glauca</u>
	<u>Acacia decurrens</u> (Anónimo 1940) (Sladen, 1934)
Morera salvaje	<u>Eriobothrya japonica</u> (Cohic, 1958)
Eriobothrya	<u>Cajanus cajan</u> (Campos)
Gandul	
Lentejas	
Arvejas	(De Oliveira)
Maíz	<u>Zea mays</u> (De Oliveira)
Maní	<u>Arachis hipogea</u> (De Oliveira)
Castor	<u>Ricinus</u> sp (De Oliveira)
Okra	<u>Hibiscus</u> sp (De Oliveira)
Algodón	<u>Gossypium hirsutum</u> (De Oliveira)

* No confirmados

TABLA 2. PERDIDAS DE RENDIMIENTO DE CAFE ORO OBSERVADAS BAJO DIFERENTES
PORCENTAJES DE INFESTACION DE BROCA

Porcentaje de infestación	Conversión maduro a pergamino	Cosecha en pergamino quintales	Conversión maduro-oro	Cosecha en oro quintales	Porcentaje (0/0) de pérdida
0	4.54/1	1,101.3	5.65/1	881.0	0.00
5	4.64/1	1,077.6	5.76/1	867.0	2.17
10	4.74/1	1,054.8	5.92/1	843.8	4.22
20	4.94/1	1,012.1	6.17/1	809.6	8.12
30	5.15/1	970.8	6.43/1	776.6	11.80
40	5.36/1	932.8	6.70/1	746.2	15.29
50	5.84/1	856.1	7.30/1	684.9	22.29
60	6.32/1	791.1	7.90/1	632.9	28.18
80	7.87/1	635.3	9.83/1	508.6	42.30
100	10.59/1	472.1	13.23/1	377.9	57.15

* Tomado de: Monterroso J.L. 1981. Evaluación del daño causado por la broca del fruto del cafeto (H. hampei, Ferr; 1867) en función de diferentes porcentajes de infestación.

TABLA 3. DIMENSIONES DE LOS ESTADOS METAMORFICOS DE H. hampei, SEGUN VARIOS AUTORES

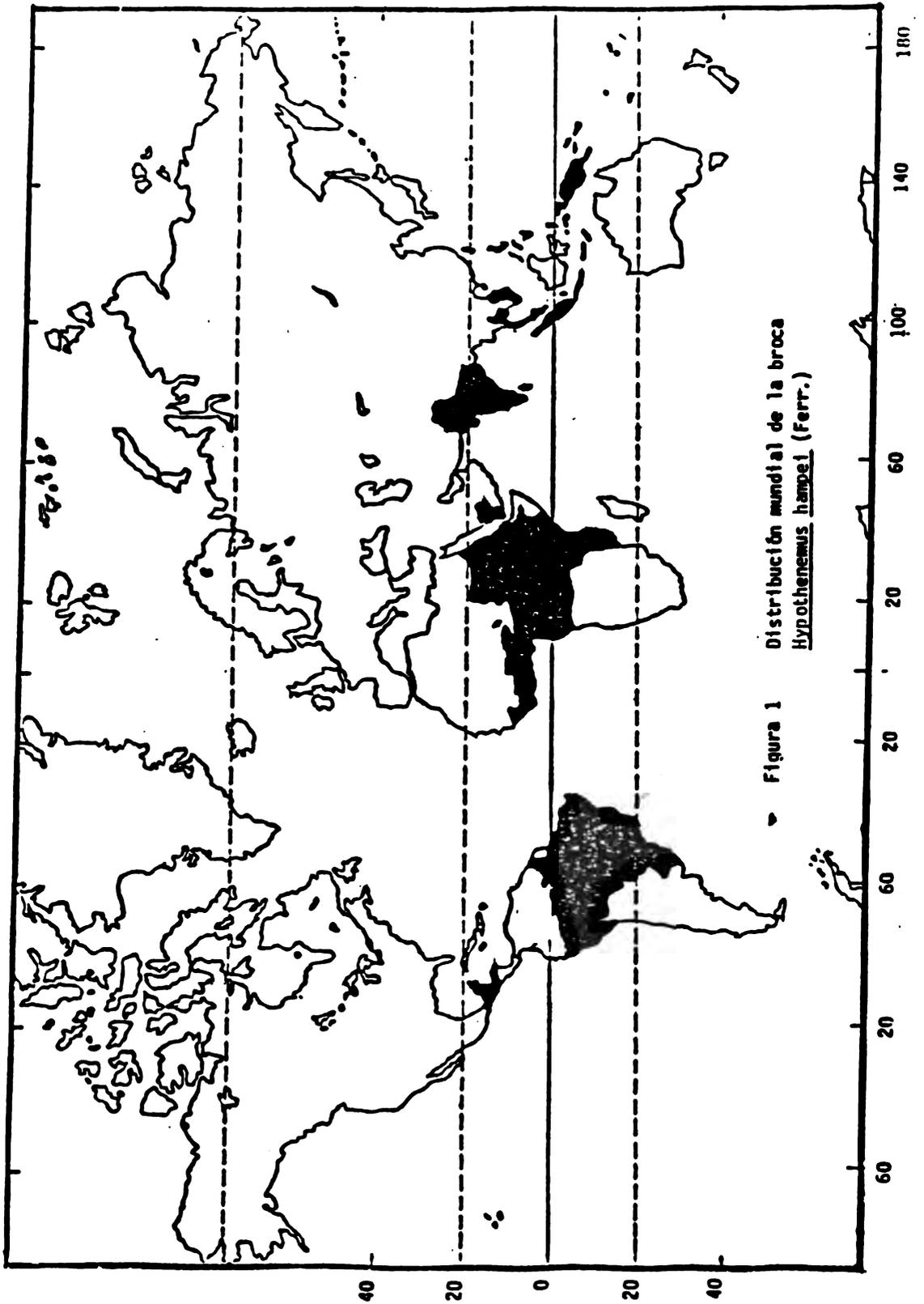
AUTOR	TAMARO EN MILIMETROS				
	NUEVO	LARVA	PREPUPA	PUPA	ADULTO
Mont (Colom)	0.5x0.3	0.75x0.25	1.5x1.9		+ 1.77x1.2
Mirez (1951)		0.79x0.24x2.05			
		4-12d.1.35x1.45x1.4		+ 1.84x0.71	+ 1.65x0.73x0.67
		1.88x2.3		+ 1.35x0.52	+ 1.18x0.55x0.51
z y de León (1972)	0.45-0.83x?	1.17-1.75x0.37-0.58 1.80-2.26x0.43-0.62		\bar{x} 1.37-1.93x0.51-0.82	+ 1.37-1.82x0.62-0.80 o 1-1.25x0.5-0.6
eden (1919)		0.20-0.75x ?		+ 1.9x0.75 From 0.54x0.71	+ 1.7x0.7x0.6
Iva et al (1923)	0.56x0.31	0.75x0.25		\bar{x} 1.9x0.75	+ 1.7x0.7
rganIn (1943)		1.88x2.30	+ 2-2.12x ? o 1.34-1.50x?	+ 1.7-2x0.65-0.77 o 1.26-1.42x0.48-0.56	+ 1.5-1.78x0.66-0.8x0.62-0.73 o 1.07-1.24x0.51-0.62x0.51-0.54
Greaves (1926)	0.67x0.27	+ 2.25x ?		2 x ?	

TABLA 4. RESUMEN DE DATOS DE HISTORIA DE VIDA H. hampei, SEGUN VARIOS AUTORES

Autor y referencia	País	Relación ♂: ♀	Madurez Sexual (días)	Período de pre-Ovip. (días) †	Ovip/día/♀ (No. de huevos)	No. Máximo Ovip./♀	Longevidad de la hembra (días)	Duración de los estados (días)				No. de Genera/ año	
								Huevo	Larva	Prepupa	Pupa a Adulto		
Bergamini (4)	Brasil	1:10	3-4	100	2-3	74	157	7-6	13-8	2	6-4	27-5	7
Epson (13)	Ceylan	NR	NR	5-20	2	50	NR	6	18	2	5	31-0	NR
Corbett (14)	Malaya	1:30	NR	4-14	NR	60	120	5-7	12-20	NR	4-7	21-34	NR
McGreaves (11, 12)	Uganda	NR	NR	5-6	NR	63	35-112	8-9	15-19	NR	7-8	30-36	8
Reimans (14)	Java	1:59	NR	NR	NR	54	87	5-6	10-21	2	4-6	21-35	NR
Reimans (14)	Java	1:40	NR	8-20	NR	NR	102	5-6	10-26	1-2	4-8	20-37	NR
Conterroso (15)	Guatemala*	NR	NR	NR	NR	7	187	7-9	11-13	NR	5-6	23-28	NR

* Observaciones de laboratorio

NR = No reportado



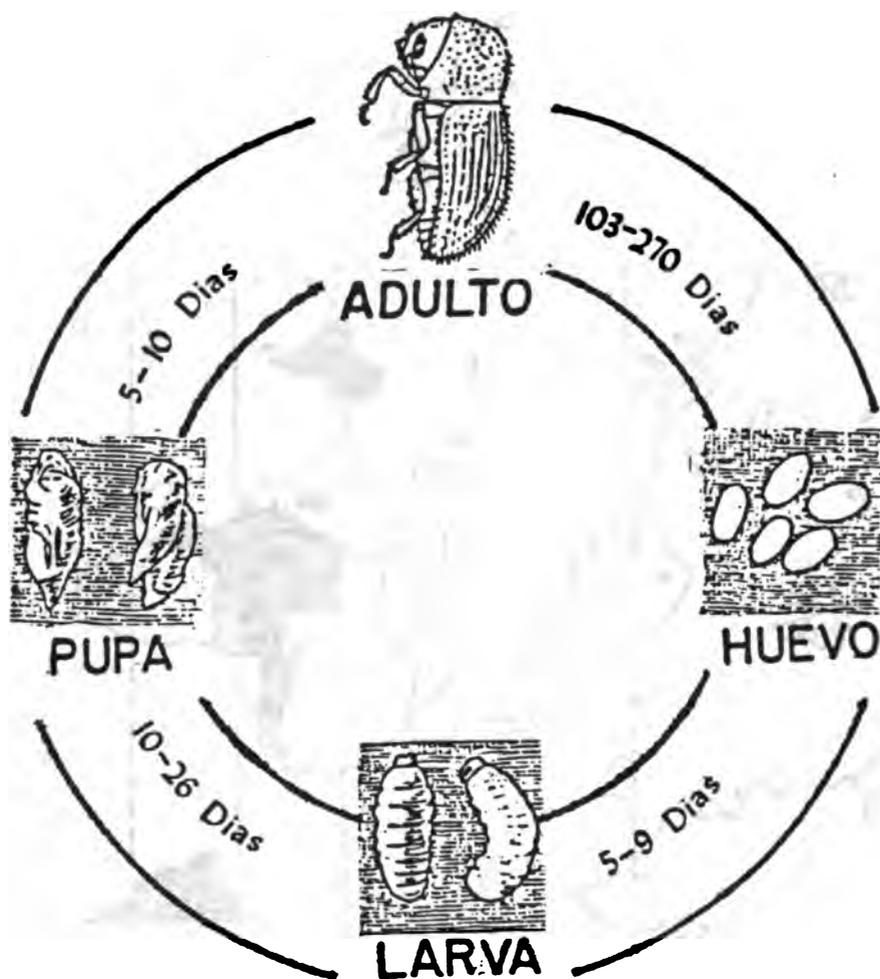


FIGURA 2. CICLO DE VIDA DE LA BROCA DEL FRUTO DEL CAFE *H. hampei* (F. Alonzo)

LITERATURA CITADA

1. Alonzo P. Freddy 1981. La Broca y su control. Guatemala IICA, PROMECAFE.
2. Baker, Peter S. 1984. Some Aspects of the behavior of the Coffee Berry Borer in relation to its control in Southern México (Coleoptera:Scolytidae). Folia Entomológica Mexicana 61:9-24.
3. Baker, Peter S. 1985. Biología E Historia Natural de la Broca del Cafe. In Memoria del Curso sobre Manejo Integrado de Plagas del Cafeto con énfasis en Broca del Fruto (Hypothenemus hampei, Ferr.) IICA-PROMECAFE (Guatemala)p. 105-143.
4. Bardner R. 1978. Pest Control in Coffee. Pesticide Science 9(5):458-464.
5. Bartra Pereyra, C., Urrelo Guerra, R. y Rodríguez Soria R. 1982. Biología de la broca del café, Hypothenemus hampei Ferr. (Coleoptera:Ipidae) en Tingo, María, Perú, Tropicicultura (Perú) 2 (1):17-31.
6. Bergamin, J. 1943. Contribucao para o conhecimento da biología da broca do café Hypothenemus hampei (Coll:Ipidae) Archos. Inst. Biol. Sao Pablo. 14:31-72.
7. Bergamin J. 1950. A Broca do Café. Separata des boletines da superintendencia dos servicios do café Nos. 214 al 223. Desembro de 1984 a Setembro de 1945. Secretaria da Iazenda, Sao Pablo, Brasil. 84 p.
8. Campos Almengor , O.G. 1984. El gandul Cajanus cajan como hospedero de la broca del fruto del café, Hypothenemus hampei (Ferrari 1867) en Guatemala. In. Asociación Nacional del Café (Guatemala). Resúmenes de investigación (81-82). Guatemala. pp. 21-23.
9. Castro U., Jose de J. 1985. La Broca del Fruto del Café (Hypothenemus hampei, Ferrari) y su Importancia en la Caficultura. In Memoria del Curso sobre Manejo Integrado de Plagas del Cafeto con énfasis en Broca del Fruto (Hypothenemus hampei Ferr.) IICA, PROMECAFE (Guatemala) pp. 92-96.
10. Decazy, B. 1985. Métodos de Control Químico y Cultural de la Broca del Fruto del Cafeto. In Memoria Curso sobre Manejo Integrado de Plagas del Cafeto con énfasis en Broca del Fruto (Hypothenemus hampei, Ferr.) Publicado por IICA-PROMECAFE, Guatemala p.147-158.

11. De Ingunza, A.M. 1966. La Broca del Café (Hypothenemus hampei, Ferr.). Importancia, Distribución geográfica, forma de ataque y especies de cafeto que ataca e influencia de la altitud sobre el nivel del mar en el grado de ataque. Rev. Per. de Ent. 9 (1):82-93.
12. De Oliveira Filho M. 1927. Contribuicao para conhecimento da broca do café (Stephanoderes hampei, Ferr. 1867). Modo de comportarse e ser combatida en Sao Pablo, Brasil. 94 p.
13. Ferrari J.A.G. 1867. Die fort und bacimzucht schadlichen Boricendafor. Wien Druck und Verlag Von Carl Gerold's Sohu. 89:11-13.
14. Hanania Chavez, C.A. 1974. Comunicaciones: El Problema de la broca del grano del café. STADES (El Salvador) 3 (1):25-27.
15. Hagedorn M. 1910. Wieder ein never Kaffeeshadlinge. Entom. Blatter Berlin 6:1-4.
16. Hargreaves, H. 1926. Notes on the coffee berry borer (Stephanoderes hampei, Ferr.) in Uganda. Bull of Ent. Res. XVI (4):347-354.
17. Hargreaves, H. 1936. Stephanoderes hampei Ferr. Coffee Berry Borer in Uganda. The East African Agric. Jour p. 218-224.
18. Hempel, A. 1933. O combate a Broca do Café por meio da vespa de Uganda. Instituto Biológico de Defesa Agrícola Animal, Sao Pablo, Brasil. 12 p.
19. Hernández Paz, M. y A. Sánchez. 1972. La broca del fruto del Café. Bol No. 11. ANACAFE 72 p.
20. Johanneson, N.E., A. Mansingh and J.R. Parnello. 1983. A review of the distribution and taxonomic position of the coffee berry borer H. hampei Ferr. (Coleoptera: Scolytidae) Depto. of Zoology; Univ. W. Indies Mona Kingston 7. Jamaica. 17 p.
21. Leefmans S. 1923. De Koffiebessenborbork (Stephanoderes hampei, Ferr.). I. Levenswijze en oecologie. Medid. Van het. Institut Voor plantenz. English Summary. 57-94 pp.
22. Le Pelley, R.H. 1968. Pest of Coffee. The Coffee berry borer (H. hampei, Ferr.). Longman's London. p.114-138.
23. Le Pelley, R.H. 1973. Coffee insects. Ann. Rev. of Ent. 18:121-122.

24. Méndez L. Ismael. 1985. Combate Químico de la Broca del Fruto del Cafeto Hypothenemus hampei, Ferr. In. Primer Taller Internacional sobre Manejo Integrado de la Broca del Fruto del Café. Memoria publicada por ANACAFE (Guatemala). pp. 138-146.
25. Monterroso, J.L. 1981. Pérdidas en peso del café, pergamiño según el porcentaje de infestación de la broca del fruto del café (Hypothenemus hampei, Ferr. 1867). OIRSA Bol. Téc. S.V. No. 9,4 p.
26. Monterroso, J.L. 1984. Incidencia de Beauveria bassiana sobre la broca del café y su reproducción en coco en Guatemala. ANACAFE. Revista Cafetalera No. 210:10 y 12.
27. Muñoz, Raúl I. y Ricardo Zelaya. 1985. Evaluación de Insecticidas para el Control de la Broca del Fruto del Cafeto (Hypothenemus hampei, Ferr.) In. Primer Taller Internacional sobre Manejo Integrado de la Broca del Fruto del Café. Memoria Publicada por ANACAFE (Guatemala). pp. 21-35.
28. Ochoa H., Campos O. Flavella E. y López E. 1981. Evaluación de dos insecticidas para el control de la broca del fruto del cafeto (Hypothenemus hampei). IV Simposio Latinoamericano sobre Caficultura, IICA, Guatemala. p. 142-144.
29. Penados Robles R. y Ochoa M.H. 1979. La consistencia del fruto del café y su importancia en el control de la broca, Hypothenemus hampei Ferr. Revista cafetalera (Guatemala) No. 181:10,12,14-16.
30. Penagos, H.D. 1974. Viaje realizado a la Universidad de Brigham Young, Provo. UTAH. Inf. Técnica presentado a Subgerencia Técnica. ANACAFE (Sin Publicar). 19 p.
31. Reid, J.C. 1983. Distribution of the coffee berry borer (Hypothenemus hampei Ferr.) within Jamaica, following its discovery in 1978. Trop. Pest. Manag. 29 (3):224-230.
32. Sánchez y M. Vicente. 1984. Combate Económicamente oportuno de Broca del Grano del Café. Instituto Mexicano del Café. Dirección Adjunta de Producción y Mejoramiento de la Caficultura, Gerencia de Investigaciones Agrícolas. 55 p.
33. Sladen G.E. 1934. Le Stephanoderes hampei, Ferr. Bull. Agric. Congo Belge. 25:26-77.

34. Ticheler J.H.G. 1961. Estudio analítico de la epidemiología del escolítido de los granos del café Stephanoderes hampei Ferr. en Costa de Marfil. Traducción de Quiceno H.G. Cenicafé(1963).
35. Westwood J.D. 1836. Description of minute coleopterus insect, forming the type of a new subgenus allied to Tomius, with some observation upon the affinities of the Xylophaga. Trans. Ent. Soc. London (1834) 1:34.

**EVALUACION DE LA EFICIENCIA DE Beauveria bassiana (Balsamo)
Vuillemin EN EL CONTROL DE LA BROCA DEL FRUTO DEL CAFETO
(Hypothenemus hampei, Ferr. 1867) 1/**

* Néstor M. Tronconi

** Roberto Darío Agurcia

*** Raúl Isaías Muñoz

RESUMEN

Con el propósito de evaluar la patogenicidad de Beauveria bassiana sobre la broca del fruto del cafeto, fue conducido este estudio en condiciones de laboratorio y de campo en el Centro Experimental La Fe, Lago de Yojoa. Básicamente se realizaron dos etapas: a) aislamiento, identificación y reproducción del hongo, b) pruebas de patogenicidad.

Los tratamientos programados, se describen a continuación. T.1, frutos frescos de cafeto brocados, colectados, inoculados con el hongo. T.2, frutos frescos de cafeto brocados colectados libres de inóculo. T.3, frutos de cafeto pergamino seco brocados, inoculados en el hongo. T.4., frutos frescos de cafeto brocados, inoculados con el hongo en el campo. Se realizaron evaluaciones periódicas mediante determinación del porcentaje de infección de la plaga. Fue verificado que B. bassiana ocasionó un alto porcentaje de infección; obteniéndose a nivel de campo, los mejores resultados; permitiéndonos concluir que el hongo antes citado representa una alternativa excelente en el control biológico de la broca del fruto del cafeto.

1/ Trabajo presentado en el IV seminario de Investigación Cafetalera, IHCAFE, Tegucigalpa, D.C. 9-11 de julio de 1986.

* Ing. Agr. M.Sc. Coord. Programa de Fitopatología, IHCAFE, Honduras

** Agr. Técnico de Investigación, Programa de Fitopatología, IHCAFE, Honduras

*** Ing. Agr., M.Sc. Coordinador del Programa de Entomología, IHCAFE, Honduras

INTRODUCCION

La broca del café Hypothenemus hampei (Ferr. 1867) es la plaga de mayor importancia económica que presenta este cultivo en Honduras; anteriormente no se había presentado mayores problemas de plagas o enfermedades que exigieran un control cultural o fitosanitario permanente, pero con la aparición de la broca del café en 1977 la situación ha cambiado, ya que su presencia ha ocasionado una marcada reducción en la productividad.

Para el combate de ésta y otras plagas se han usado insecticidas de modo indiscriminado, ocasionando desequilibrio entre las plagas y agentes naturales de control (TONET & REIS, 1979). Uno de los mejores y más ampliamente conocidos, en término de ocurrencia y diversidad de hospederos de hongos entomógenos usados para el control biológico es Beauveria bassiana (Ball.) Vuill. (ROBERTS & YENDOL, 1973).

Según RAVENA (1983), citado por MUÑOZ (1984), B. bassiana, controló mejor la broca del café, que los insecticidas usados para el control de ésta. CISNEROS (1980) menciona que entre los deuteromicetos que forman las llamadas muscardinas, en los que el hongo cubre totalmente el cuerpo del insecto en estado larval, pupal o adulto, está el hongo B. bassiana, que forma la llamada muscardina blanca y que se le ha registrado en el Perú sobre diversos insectos incluyendo al arrebiador del algodón, pero sobre todo en la broca del café y otras plagas en la ceja de la selva.

Actualmente la plaga del cafeto se encuentra diseminada casi por todas las zonas cafetaleras de Honduras, lo que ha obligado al caficultor a incrementar sus costos de producción. En vista de lo anterior, y con el propósito de mejorar la productividad nacional se ha iniciado un estudio en procura de encontrar un medio eficiente y económicamente rentable para el control biológico de la plaga antes mencionada. El objetivo del presente, pretende evaluar la eficiencia de B. bassiana en el control de la broca del café y la posibilidad de ser usado como insecticida biológico en escala comercial.

MATERIAL Y METODOS

El estudio fue conducido en condiciones de laboratorio y de campo, en el Centro Experimental La Fe zona del Lago de Yojoa, Ilama, Santa Bárbara. Granos de café, brocados e infectados

por un hongo de apariencia blancuzca, encontrados en un cafetal de la comunidad de El Guayabo; ubicado en la zona antes mencionada, fueron colectados y conducidos al Laboratorio de Fitopatología para realizar la identificación del hongo presente. Con las estructuras del hongo fueron preparadas montajes en láminas de microscopio, habiéndose constatado la presencia de Beauveria bassiana mediante la descripción típica de conidios y conidioforas que identifican al hongo como tal.

Fragmentos del hongo fueron transferidos a medio de cultivo artificial en placas petri, conteniendo S A A (semolina, agar y agua) para su reproducción, habiendo sido incubadas por 72 horas; 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad diariamente en condiciones ambientales de laboratorio. Una vez obtenida una abundante esporulación se procedió a su reidentificación, para posteriormente ser transferido a tubos de ensayo para su reproducción y almacenaje, donde seguidamente fueron utilizados para efectuar las inoculaciones necesarias.

Se realizaron inoculaciones de B. bassiana sobre granos de café brocados libres del patógeno, utilizándose una concentración de 20 millones de esporas/ml de solución evaluándose 4 tratamientos con diferentes números de repeticiones c/u, las cuales se describen a continuación.

- 1) Inoculación en frutos frescos de café: conducido a nivel de laboratorio. Se inició el 2 de febrero de 1986, formado por 7 repeticiones, cada una de ellas constituida por 50 frutos frescos depositados en una placa petri con papel filtro humedecido en el fondo para crear condiciones favorables al desarrollo del hongo. La evaluación de la patogenicidad del organismo se realizó mediante conteos de las brocas que presentaban infección del mismo, llevadas a cabo el 4to, 5to. y 7mo. día después de la inoculación.
- 2) Frutos frescos sin inocular (Testigo): Conducido e iniciado en igual forma que el anterior; compuesto por 4 repeticiones de 20 frutos frescos cada una, para la evaluación se siguió el procedimiento realizado en el Tr. 1.
- 3) Inoculación en granos de pergamino seco; las condiciones y fecha de inicio son las mismas mencionadas para los dos anteriores; formado por 4 repeticiones de 8 granos c/u de pergamino seco. La evaluación se realizó 8 días después de efectuada la inoculación, mediante conteo sobre los mismos.

- 4) Inoculación realizada en el campo: este tratamiento fue conducido en condiciones de campo, iniciándose el 11 de marzo de 1986.

Se marcaron 4 bandolas de una planta de café variedad Pacas, conteniendo un alto porcentaje de granos atacados por la broca del fruto. Se realizó un conteo para conocer el total de granos brocados existentes en las cuatro bandolas; posteriormente se procedió a la inoculación, se hicieron 2 evaluaciones a los 25 y 36 días después de la inoculación respectivamente, para los cuales se hicieron conteos del total de brocas atacadas por B. bassiana.

RESULTADOS Y DISCUSION

En relación al efecto de la inoculación de B. bassiana sobre frutos frescos de café, se observó altos porcentajes de brocas infectadas por el organismo (Cuadro 1). La presencia del hongo fue notoria a partir del cuarto día después de efectuada la inoculación; notándose un aumento de infección directamente proporcional al tiempo de exposición, hasta cierto límite; superando éste tratamiento al testigo.

En el Cuadro 2. se presentan los resultados de frutos frescos brocados en la ausencia del inoculo (B. bassiana), aquí la presencia del hongo fue notada únicamente en la primera repetición, ocho días después de iniciado el estudio, presentándose en un porcentaje muy bajo.

La presencia del hongo en este tratamiento posiblemente se deba a la facilidad con que los conidios de este microorganismo se diseminan a través de las corrientes de aire, pudiendo también haber sido transferido mediante el manipuleo de las muestras al efectuar las evaluaciones (conteos).

En cuanto al comportamiento de B. bassiana en granos de pergamino seco, brocados, pudo notarse que este tratamiento presentó también altos porcentajes de infección (Cuadro 3.) superando ampliamente a los tratamientos 1 y 2. Ya para la evaluación de este hongo cuando inoculado en granos frescos de café brocados a nivel de campo en condiciones naturales, observamos porcentajes de infección altamente superiores a los demás tratamientos, diferenciándose únicamente que la evidencia de la presencia del hongo

necesitó de un período más prolongado de exposición en relación al resto de los tratamientos (Cuadro 4); situación presentada debido a las condiciones adversas imperantes durante la época de conducción del estudio; lo cual concuerda con LICERAS (1983) quien menciona que las mejores condiciones para el desarrollo de B. bassiana naturalmente es la alta humedad relativa de las zonas cafetaleras de la selva Peruana; asimismo RAVEN (1983), citado por MUÑOZ (1984), indica que este hongo proporciona un buen control de la broca del fruto del cafeto en la zona de Satipo y que la humedad del suelo favorece el desarrollo del hongo.

Necesariamente conviene mencionar que en los tratamientos aquí evaluados, en cada fruto brocado donde B. bassiana estuvo presente, causó la muerte total de Hypothenemus hampei.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En las condiciones antes citadas, en que fue conducido este trabajo, los resultados obtenidos, nos permiten concluir que el control biológico de la broca del fruto del cafeto puede ser factible, mediante la utilización del hongo Beauveria bassiana inoculado artificialmente en cafetales que denoten la presencia de la plaga; observándose que el mayor porcentaje de infección sobre la broca se obtuvo en el tratamiento que se inoculó directamente en el campo.

El cultivo, reproducción y almacenamiento del hongo en medios artificiales es una práctica sencilla, lo que facilita disponer de abundante inóculo para ser utilizado en la época precisa.

Estudios continuos relacionados a este trabajo serán convenientes, con el fin de corroborar y/o ampliar los resultados encontrados, dada la importancia económica que la broca del fruto presenta para la caficultura.

CUADRO 1. Porcentaje de Infección por Beauveria bassiana en Frutos Frescos de Café Inoculados con una Concentración de 20 millones de esporas/ml. IHCAFE, 1986

Repetición	Frutos Inoculados	% de Infección al		
		4o. día	5to. día	7o. día
1	50	14.0	18.0	26.0
2	50	26.0	32.0	54.0
3	50	10.0	18.0	26.0
4	50	22.0	30.0	48.0
5	50	22.0	26.0	32.0
6	50	18.0	20.0	32.0
7	50	22.0	24.0	32.0
TOTAL	350			
Promedio	50	19.14	24.0	35.71

CUADRO 2. Porcentaje de Infección por Beauveria bassiana en frutos frescos de café brocados, libres de inóculo, IHCAFE, 1986

Repetición	Frutos Inoculados	% de Infección al		
		4o. día	5to. día	7o. día
1	20	0	0	5
2	20	0	0	0
3	20	0	0	0
4	20	0	0	0
TOTAL	80	0	0	5
Promedio	20	0	0	1.25

CUADRO 3. Porcentaje de infección por Beauveria bassiana en granos de café pergamino seco brocados, inoculados a concentración de 20 millones de esporas/ml. IHCAFE, 1986

Repetición	Granos Inoculados	Granos Infectados	% de Infección a los 8 días
1	8	3	38
2	8	3	38
3	8	4	50
4	8	4	50
TOTAL	32	14	
PROMEDIO	8	3.5	44

CUADRO 4. Porcentaje de infección por Beauveria bassiana en granos de café brocados, Inoculados en la planta con una concentración de 20 millones de esporas/ml. IHCAFE, 1986

LECTURA	Granos Brocados	Granos Infectados	% de Infección	Progreso Plaga en %	Progreso de Infección en %
Al inicio	121	-	-	-	-
A los 25 días	121	82	67.78	-	-
A los 36 días	133	88	66.16	9.92	7.32

B I B L I O G R A F I A

- CISNEROS, V.F.H. Principios de Control de plagas agrícolas, Ed. Gráfica Pacific Press. S.A. Lima, Perú, 1980. 87 p.
- LICERAS, Z.L. Las plagas del cultivo del cafeto y su control. Estación Experimental. Huaraz (folleto) Carhuaz-Ancash, Perú. 1983. 13 p.
- MUÑOZ, R.I. Beauveria bassiana y sus posibilidades de uso en el control integrado de plagas. Curso: Técnicas y métodos en Fitopatología. Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú, 1984. 7 p.
- ROBERTS, D.W. & YENDOL, W.G. Use of fungi for microbial control of insects. In H.D. Burges & N.W. Hussey. eds. microbial control of insects and mites academic Press. N.Y. 1973. 125-150 p.
- TONET, G.L. & REIS, E.M. Patogenicidade de Beauveria bassiana em insetos-pragas da soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. 14(1): 89-95. 1979.

BREVE RESEÑA SOBRE LAS ACCIONES ORIENTADAS EN EL COMBATE DE LA BROCA DEL FRUTO DEL CAFETO EN EL SALVADOR

* Hernán Solís Morán

El Departamento de Entomología del Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café desde 1976 a 1982, se encontraba estructurado de la siguiente manera:

- a) Unidad de Combate de plagas y enfermedades
- b) Unidad de Estudios Biológicos
- c) Unidad de la Broca del Fruto del Cafeto

Cada una de ellas con funciones específicas en el quehacer de investigación de los problemas entomológicos que afectan la Caficultura Nacional.

Dentro de las principales acciones de combate en el país antes del apareamiento de la Broca del Fruto, se daba mayor énfasis a aquellas de mayor importancia económica tales como: minador de la hoja, araña roja, insectos del suelo, etc. Considerando dentro de estas medidas las siguientes:

- La evaluación de nuevos plaguicidas que aparecen en el mercado nacional o experimentales.
- Evaluación de dosis, frecuencia de aplicación y épocas.
- También se evaluaron equipos y forma de aplicación de productos.
- Métodos de muestreos.
- La unidad de biología es la encargada de determinar los ciclos biológicos y comportamiento de las plagas, o sea la dinámica poblacional y enemigos naturales, dependiendo de la zona ecológica; así como de la época del año.
- Asistencia técnica a caficultores.

El ISIC, consciente de las repercusiones económicas que podría tener la presencia de la plaga, creo el programa de la Broca del Fruto, con el objeto de detectar un posible brote y tomar las medidas necesarias a fin de minimizar los efectos de la plaga, también entre otras de las funciones específicas de esta unidad se centraba en la evaluación de plaguicidas recomendadas para el control de este insecto, en el combate simultáneo de plagas

* Técnico del Departamento de Entomología

existentes, así como la combinación con fungicidas recomendados para el control de Roya.

Para detectar su posible aparición, se efectuaron rastreos a nivel nacional, principalmente en la Zona Occidental del país, por la cercanía con Guatemala, los rastreos se realizaron periódicamente en las fincas y se revisaba continuamente en época de cosecha los beneficios.

Infelizmente en septiembre de 1981, se detectó el apareamiento de la broca en la Zona Occidental del país, en una región cafetalera fronteriza con Guatemala, lo que motivó una nueva reestructuración del Departamento de Entomología; de la siguiente manera:

- a) Unidad de Estudios Biológicos
- b) Unidad de Combate de Plagas (con prioridad Broca)

Desde esa época la investigación ha sido totalmente enfocada a la Broca del Grano del Café, obteniéndose los resultados siguientes:

a) **Biológico:**

Se ha estudiado el ciclo de vida y hábitos en cafetales de altura 1260 m.s.n.m., en el cual se detectó que el ciclo era de 60 días de huevo a huevo con un rango de 59-63 días; también se logró determinar que la consistencia del fruto preferida por el insecto lo alcanza el grano de 147 a 153 días.

El ciclo biológico en estas condiciones (altura) tiene una duración en huevo de 13 días, larva 17 días, pupa 14 días y el adulto para ovopositar se tarda 16 días.

En condiciones de bajo (530 y 780 m.s.n.m), se pudo establecer que el ciclo de vida de la broca en estas condiciones es de 53 días así:

<u>ESTADO</u>	<u>DURACION</u>
Huevo	12 días
Larva	18 días
Pupa	14 días
Adulto para la primera postura	9 días
TOTAL.....	53 días

Se está estudiando la dinámica poblacional de la broca del fruto.

Hasta el momento lo único que se ha podido establecer es que este insecto prefiere los lugares sombreados para establecerse y que la población inicial que afectará la próxima cosecha depende de los frutos que queden en el suelo y pendientes en los cafetos.

b. Unidad de combate de plagas:

Se han realizado varios ensayos entre los cuales están:

La evaluación de diferentes productos solos y en mezcla con Oxícloruro de Cobre, con la finalidad de determinar la efectividad de los insecticidas en dos dosis en el combate de la broca y si estos pierden o disminuyen su eficiencia en el control de la plaga al mezclarlo con Oxícloruro de Cobre.

Entre los productos evaluados están:

Endosulfán 35% CE

Dimilin 25 PW

Ethion 4E

Resultando como insecticida más eficiente el Endosulfán 35 CE, estableciéndose también que la acción del Endosulfán no fue modificada cuando éste se aplica solo o en mezcla con Oxícloruro de Cobre.

Además, se ha buscado determinar cuál es la época mejor y frecuencia de aplicación de los insecticidas para el control de la broca, para esto se está realizando un ensayo en el cual se evalúa el Endosulfán 35 CE solo y en mezcla con Oxícloruro de Cobre 50%, para el combate simultáneo de la broca y la roya del cafeto y a la vez se investiga si estos productos afectan la calidad de la bebida y si dejan residuos en el grano del café.

Los resultados preliminares obtenidos durante los 2 primeros años, nos indican que la mezcla insecticida-fungicida ejerce un combate satisfactorio tanto de la plaga como de la enfermedad y que las épocas de aplicación que mostraron mejores efectos fueron cuando se realizaron aplicaciones de estas mezclas en los meses de julio y agosto, más una aplicación de solo Oxícloruro de Cobre en octubre.

Otra fecha que ha dado buenos resultados con una sola aplicación de la mezcla, es en julio con 2 aplicaciones sólo de Cobre en agosto y octubre.

PLAGAS DEL CAFETO Y SU CONTROL

* Raúl Muñoz Hernández

Plagas del follaje

1. Pulgones o áfidos

Entre las especies que atacan al cafeto se pueden mencionar las siguientes:

Aphis coffeae

Toxoptera aurantii Boyer

Ambas pertenecen a la familia Aphididae (=Aphidae) del orden Homóptera. Son de color marrón (Aphis) o negro (Toxoptera), tiene aproximadamente 4 mm. de largo y generalmente poseen 2 proyecciones en el abdomen llamados cornículos (Fig. 1B). Hay ápteros y alados y son de cuerpo blando. La reproducción puede ser sexual, pero generalmente es partenogenética. El ciclo biológico es de aproximadamente una semana. Tienen una buena asociación con hormigas.

1.1. Daños que ocasionan

Por ser insectos picadores chupadores, se alimentan de savia la cual extraen de ramas tiernas y de hojas nuevas, alojándose de preferencia en el envés de estas hojas, las cuales se ponen amarillentas y se encarrujan y los brotes se deforman, retardando el crecimiento de la planta y comprometiendo la futura cosecha.

1.2. Condiciones que favorecen su desarrollo

- presencia de plantas turgentes (suculentas)
- presencia de hojas y tallos nuevos (brotes)
- abonamientos con exceso de nitrógeno
- ausencia de lluvias

* Ing. Agr., M.Sc. Coordinador del Programa de Entomología del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), Apdo. 329, San Pedro Sula, Cortés, Honduras

1.3. Métodos de control.

1.3.1 Biológico

Entre los insectos predadores de áfidos se mencionan a los Coccinelidos Azya lutiepes, Cycloneda spp., Scymnus spp., Hippodamia spp.; los Crisopidos Ceraeochrysa cincta, Chrysopa spp., Hemerobius spp. y el Sirfido Ornidia spp.

Entre los parásitos se pueden mencionar a las avispietas Aphidius matricariae y Lysiphlebus tectaceipes

1.3.2. Químico

Se deben aplicar los insecticidas sólo a aquellos cafetos atacados. Los productos recomendados son:

Metasystox R 25	1 cc/litro de agua
Lebaycid 50 EC	1.2 cc/litro de agua
Perfekthion 50 C	1.2 cc/litro de agua
Malathion 57%	2.5 cc/litro de agua
Pirimor 50 P.M. (Pirimicarb)	4 grs./15 lts. de agua
Sulfato de nicotina al 0.5%	
Folimat 800 SL	1 cc/litro de agua

2. Escamas, queresas o conchuelas

Entre las especies que atacan al cafeto, la mayoría pertenecen a la familia Coccidae del orden Homoptera.

<u>ESPECIE</u>	<u>NOMBRE COMUN</u>	<u>FAMILIA</u>
- <u>Coccus viridis</u> Green (= <u>Lecanium viride</u>)	Queresa verde	Coccidae
- <u>Coccus hesperidum</u> L. (= <u>Saissetia hesperidum</u>)	Q. marrón	"
- <u>Coccus mangifera</u>	Queresa del mango	"
- <u>Saissetia oleae</u> Bern	Queresa negra o queresa H.	"
- <u>Saissetia nigra</u> Nietn		
- <u>Saissetia coffeae</u> Walk (= <u>S. hemisphaerica</u> Targ.)	Queresa hemisférica	
- Queresa parda o queresa globosa		

- | | | |
|--------------------------------------|--------------|------------------|
| - <u>Pinnaspis aspidistrae</u> Sign. | Piojo blanco | Diaspididae |
| - <u>Asterolecanium coffeae</u> | | Asterolecaniidae |

Ovipositan debajo del cuerpoy sus estadios ninfales son bastante móviles, siendo ellos los responsables de diseminar la plaga. Coccus viridis es la queresas más importante y prefiere alojarse en la nervadura central de las hojas. Su reproducción puede ser de dos formas: Una partenogenética obligada y otra partenogenética bisexuada. El insecto adulto una vez establecido no vuelve a moverse en busca de nuevo alimento. (Fig. 1 C). El ciclo de desarrollo de Saissetia coffeae Walk., tiene una duración de 40 días en verano, 55 días en otoño y 90 días en invierno (4)

2.1. Daños que ocasionan

- Debilitamiento general de las plantas debido al consumo de savia.
- Retraso en el desarrollo de plantas debido a la muerte parcial de brotes y/o defoliación.
- En plantas productivas se producen bajas en el rendimiento, debido a la caída de frutos, ya sea por debilitamiento o por ataque directo a los mismos.
- Interferencia en la fotosíntesis de la planta y en la acción de los enemigos naturales, debido a la acumulación de miel y fumagina.

2.2. Condiciones que favorecen su desarrollo

- Cafetales o viveros muy sombreados
- Presencia de brotes nuevos o plantas jóvenes
- Ausencia de lluvias
- Abonamiento con exceso de nitrógeno
- Alturas desde 0 a 900 msnm.

Existe una fuerte asociación entre queresas y hormigas.

2.3. Métodos de control.

2.3.1 Biológico

Entre los insectos predadores de queresas se pueden mencionar

Azya lutiepes, Scymnus spp., Cycloneda spp., Crysopa spp Chinchas y moscas Syrphidae.

Entre los parásitos están: Las avispidas Scutellista cyanea Motsch (Pteromalidae) Coccophagus quaestor Girault (Aphelinidae) Metaphycus (=Aphycus) luteolus Timb, Metaphycus helvolus, Metaphycus lounsburyi, Microterys flavus How

2.3.2 Cultural

- Podar y quemar ramas infestadas
- Eliminar chupones de las plantas
- Mejorar el estado fisiológico de las plantas

2.3.3 Químico

Al realizar aplicaciones de un insecticida, hacerlo únicamente sobre aquellas plantas atacadas, o en aquellos lotes que esté la plaga. Entre los productos recomendados están:

- Metasystox R-25 1.0 cc/Lt. de agua
- Gusathion 20 EC 2.0 cc/Lt. de agua
- Parathion E 50 1.5 cc/Lt. de agua
- Furadan 10 G 20-30 gr/planta adulta

O usar una de las mezclas siguientes:

- a) - Lebaycid 50 E (Fenthion) 300 cc.
- Aceite mineral 500 cc.
- Agua 200 Lts.

- b) - Malathion 57% 500 cc
- Aceite Mineral 500 cc
- Agua 200 Lts.

c)	- Malathion 57%	500 cc
	- Adherente dispersante	100 cc
	- Agua	200 Lts.
d)	- Malathion 57%	250 cc
	- Triona	750 cc
	- Agua	200 Lts.

3. Cochinillas harinosas, piojos harinosos o chinches harinosas.

Con este nombre se conocen a varias especies de insectos pertenecientes a la familia Pseudococcidae del orden Homoptera.

Entre las especies que atacan al cafeto son mencionadas las siguientes:

Planococcus coffeae

Planococcus perniciosus

Planococcus citri Risso - piojo de la raíz

Dysmicoccus cryptus hempel cochinilla de la raíz

Dysmicoccus brevipes Ckll. cochinilla de la piña

Pseudococcus brevipes piojo blanco de la raíz

Pseudococcus adonidum Linn.

Geococcus coffeae Green piojo blanco de la cabellera

Rhyzoecus nemoralis piojo blanco de la cabellera

Cerococcus catenarius Fons. cochinilla de cadena

Estos insectos se caracterizan por poseer un cuerpo ligeramente abultado, ovalado de 2 - 5 mm. de largo, son de color amarillo o rosado y generalmente están cubiertos de una capa cerosa blanca harinosa, de donde proviene su nombre. Las hembras son ápteras y los machos son alados. Estos insectos viven asociados con hormigas y tienen un ciclo de vida que dura aproximadamente 50 días siendo las ninfas parecidas a los adultos, pero son más pequeñas. Normalmente viven en colonias, de preferencia en lugares protegidos como axilas de las hojas, pedúnculos florales, botones,

bases de los frutos, entre dos frutos en contacto, en hendiduras de corteza, etc. Las infestaciones de cochinillas normalmente son seguidas de abundante fumagina producida por el hongo Capnodium sp.

3.1 Daños que ocasionan

No hay órgano de la planta que no pueda ser atacado por esta plaga, ya que, dependiendo de las especies, se pueden ubicar en la raíz, tallo, ramas, yemas, hojas, flores y frutos; de los que succionan savia, pudiendo provocar la caída de ellos y en general causan un debilitamiento de la planta, pudiendo llegar a matarla.

3.2 Condiciones que favorecen su desarrollo

- Cafetales descuidados (con mucha maleza)
- Erosión del suelo
- Falta de lluvias (las lluvias afectan a los estados migrantes)
- Cuando se abusa del uso de insecticidas, tanto en número de aplicaciones como en dosis altas.
- Exceso de nitrógeno en las fertilizaciones.

3.3 Métodos de control

3.3.1 Biológico

Estas plagas cuentan con eficaces controladores biológicos, y solo son problema cuando hay un desbalance en la población de insectos benéficos, debido a las aplicaciones de insecticidas. Entre los predadores están:

Cycloneda spp., Azya lutiepes, Cryptolaemus montrouzieri, Scymnus spp., Pipunculos paganus, Zagreus hexastica, Chrysopa spp, Ceraeochrysa cincta, Hemerobius sp., etc.

Entre los parásitos se mencionan a las avispietas Anagyrus aurantifrons, Anagyrus pseudococci, Leptomastidia sp., Pauridia peregrina Tim., etc.

3.3.2 Cultural

- En recepas de cafeto, raspar el tronco para

acelerar el brotamiento, también sirve para controlar cochinillas.

- Cubrir aquellas raíces expuestas por medio de aporques.

3.3.3 Químico

Como el ataque no es generalizado, se deben delimitar las zonas o focos infestados, a los que se les puede aplicar:

- Malathion 57% 2.5 cc/litro de agua
- Folidol M-40 1.5 cc/litro de agua
- Thiodan 35 CE 3 cc/litro de agua

O la mezcla:

- Diazinon 25% 500 cc
- Aceite mineral 500 cc
- Agua 200 Lts.

En época lluviosa se pueden utilizar:

PRODUCTO	GRS. POR PLANTA JOVEN	GRS. POR PLANTA ADULT
Disyston 10 G	30	60
Furadan 5 G	10 - 15	20 - 30
Mocap 5 G	10 - 15	15 - 20
Thimet 5 G	10 - 50	60 - 90
Temik 10 G	10 - 20	30 - 50

4. Chapulín, saltón, chacuatete o chichimeco.

Especies.

Idiarthron subquadratum S. y P.

Idiarthron acrispinumAncistrocercus circumdatus Wlk

Estos insectos pertenecen a la familia Tettigoniidae del orden Orthoptera. El insecto adulto es de color café gris a verde, mide aproximadamente 5 cm. de largo, tiene antenas filiformes mucho más largas que su cuerpo, las patas posteriores son robustas y las utilizan para saltar; se parecen a los grillos pero se diferencian en que las hembras del chacuatete tienen ovipositor en forma de sable () , el que utilizan para depositar sus huevos en el suelo, y las hembras del grillo tienen ovipositor en forma de lanza (Fig. 2). Además los especímenes del chacuatete en reposo tienen sus alas en forma de techo a dos aguas, y son más grandes que los grillos, los cuales poseen sus alas más o menos plana sobre el dorso de su cuerpo cuando están en reposo.

4.1 Daños

Se alimentan de hojas y brotes, así como de la pulpa de frutos; también a este insecto se le atribuye la diseminación del hongo Phoma sp. que provoca el derrite.

4.2 Métodos de control.

4.2.1 Cultural

Estos insectos tienen actividad nocturna y durante el día buscan áreas de refugio.

- Realizar un buen control de malezas.
- Eliminar, o al menos mantener limpias aquellas plantas que le sirven de refugio, tales como: Musa sp. (plátano, guineo, etc.), yuca elephantipes (Izote), Sansevieria sp. Crotos reflexiofolius (copalchi), etc.
- Evitar demasiado sombreado en el cafetal.

4.2.2 Químico

Se pueden presentar mayores problemas en los meses de mayo a octubre, y el momento más oportuno de controlarlos es cuando las ninfas

empiezan a salir del suelo, esto coincide con el período de lluvia (mayo).

Se deben aplicar insecticidas también en los bordes del cafetal, donde se refugian los insectos durante el día. Entre los productos recomendados están:

Folidol 2P, Lorsban 3P, Toxapheno 3% o Volatón 2.5%, a razón de 25-30 Lbs. del producto comercial por manzana.

5. Picudo de la hoja del cafeto.

Especies:

Epicaerus capetillensis Sharp

Pantomorus leucoloma Boh.

Naupactus rivulosus Oliv.

Estos insectos pertenecen a la familia Curculionidae del orden coleoptera; miden aproximadamente 10 mm. de largo, son de color gris, café claro, blanco o negro, son fáciles de diferenciar porque presentan un pico pronunciado (Ver Fig. 3). Las larvas son blanquecinas y ápodas, viven en el suelo alimentándose principalmente de raíces de malezas; los adultos se alimentan de hojas y aparecen en mayor proporción en los meses de junio a agosto; hay reportes de ser más problema en cafetales de altura. Estos insectos presentan "Tanatosis", o sea que se tiran al suelo y se hacen los muertos cuando detectan la presencia de personas u organismo que les puedan causar daño.

5.1 Control químico

Generalmente no amerita la aplicación de químicos, pero cuando es necesario se pueden espolvorear el follaje con uno de los siguientes insecticidas.

Folidol 2%, Dipterex 3%, Toxapheno 3%, Thiodan 2.5%, Malathion 5%, a razón de 25 -30 Lbs. de producto comercial por manzana.

6. Zompopos u hormigas cortadoras.

Especie:

Atta spp.

Son insectos pertenecientes a la familia Formicidae del orden Hymenoptera, y son plagas en todas las regiones tropicales. Estos insectos viven organizados en colonias, los hay ápteros y alados. En el interior del nido los habitantes están conformados por una reina, la cual pone sus huevos, y por miles a millones de obreras que realizan diversos trabajos. Al inicio de lluvias, se produce el vuelo nupcial, que consiste en la salida de miles de formas aladas de los nidos, integradas por machos y hembras. Luego las hembras fecundadas regresan al suelo para fundar una nueva colonia o nido (Fig. 1 D).

6.1 Daño

Cortan hojas para poder cultivar el hongo Basidiomiceto (Pholiota gongylophora), con el cual alimentan a su colonia. El corte de la hoja es en pequeños pedazos que dejan el aspecto de media luna por los bordes. Pueden destruir las plantaciones. Si el nido es grande remueven mucha tierra, y en esa zona no se puede sembrar.

6.2 Plantas hospederas

Los zompopos atacan varias especies de plantas que en orden de preferencia son: cítricos, yuca, cedro, caoba, eucalipto, músaceas, palmaceas, plantas tiernas de aguacate, café, cacao, té, maíz, forrajes, gramíneas, etc.

6.3 Métodos de control

6.3.1 Biológico.

En el vuelo nupcial hay aves que le comen el abdomen a las hembras. La hembra una vez fecundada, cuando inicia sus galerías en el suelo, sirve como alimento a diversas aves. También es atacada por otras hormigas depredadoras.

6.3.2 Cultural.

- Detectar nidos y proceder a su destrucción por medios mecánicos (excavar los nidos y aplicar un insecticida) físicos (por inundación, con lanzallamas).

6.3.3 Químico

- Uso de insecticidas en pulverización, haciendo una previa limpieza del nido para dejar expuesto el agujero.
- Aplicación de fumigantes como: Bromuro de metilo, disulfuro de carbono, fosfamina, etc., y tapar los orificios.
- Aplicación de insecticidas en polvo, ya sea esparciéndolos en los agujeros o insuflándolos a las galerías (Toxapheno 3%, Malathion 5%, Folidol 2%, Thiodan 2.5%, etc.)
- Uso de cebos tóxicos como el Mirex, que los zompopos llevan al interior del nido, utilizar 25 - 250 grs/nido, según el tamaño, esparcirlo alrededor de las bocas de los nidos y a lo largo de los caminos.

7. Arañitas Rojas o Acaros

Especies

Oligonychus ilicis Mc Gregor "acaro rojo del cafeto"

Oligonychus punicae

Panonychus citri

Tetranychus bimaculatus

Paratetranychus pilosus

Polyphagotarsonemus latus Banks "acaro blanco"

Brevipalpus phoenicis Geij

Son pequeños organismos difíciles de observar a simple vista (sólo a través de una lupa), miden aproximadamente 0.4 mm. de longitud. La familia Tetranychidae del orden acarina, es la más importante de los acaros fitófagos; aunque no todas las especies son rojas, son llamadas comúnmente como "arañitas rojas", tienen el cuerpo globoso y blando, poseen 4 pares de patas. Durante su ciclo pasan por los estados de huevo, ninfa, protoninfa, deutoninfa y adulto, los que completa en aproximadamente 15 días. (Fig. 1 E).

7.1 Condiciones que favorecen su desarrollo

- En época seca (enero-abril), con poco viento, bastante iluminación y caluroso, pueden constituirse en plaga seria, tanto en cafetos jóvenes como adultos.
- Areas del cafetal colindantes con caminos con polvo.
- Exceso de nitrógeno en las fertilizaciones.
- Se presenta con más frecuencia en cafetales de altura.

7.2 Daño

Al alimentarse de células epidérmicas producen cicatrices y obstruyen el normal funcionamiento de las hojas, volviéndolas coreáceas con los bordes ondulados y enrollados de la punta hacia atrás. Inicialmente las hojas se tornan amarillentas, después toman un color cobrismo y posteriormente caen.

7.3 Métodos de control

7.3.1 Natural y biológico

Las lluvias bajan notablemente las poblaciones de esta plaga; existen acaros predadores (2 especies de la familia Phytossidae y 1 especie de la familia Tydeidae), así como ninfas y adultos de Scolotrip, larvas de Sirfidos, Crisopas, etc.

7.3.2 Químico

Debido a que algunos acaricidas pueden ser acumulados en el grano, se recomienda hacer aplicaciones después de la cosecha, debiendo rotar los productos. Entre los productos que se pueden aplicar están:

Vydate (Oxamyl) 24%	0.9 lts/Mz.
Tedion (Tetradifon) V-18	1.5 lts/Mz.
Diazinon 60 C.E.	1.5 lts/Mz.
Actellic 500 C.E. (Pirimiphos metil)	0.5 lts/Mz.

Morestán P.W.	1.5 kgs/Mz.
Akar (Clorobencilato) 500 C.E.	0.75 lts/Mz.
Endosulfán 35 C.E.	3 cc/litro de agua
Folimat 800 SL,	1 cc/litro de agua

8. Minador de la hoja del cafeto

Especie.

Leucoptera (=Perileucoptera) Coffeela Guer-Men., es un microlepidóptero perteneciente a la familia Lyonetiidae. El adulto es una mariposita de 2-3 mm. de longitud y 4.2-4.3 mm. de expansión alar. Tiene un mechón de pelos largos plateados en la región del vertex y los ojos. Las alas anteriores son largas, lanceoladas, cubiertas de escamas, cubren todo el abdomen y tienen una mancha redondeada de color gris o negro brillante en la parte posteriores (Fig. 1.A.). Pone sus huevos en la cara superior de las hojas del cafeto, preferentemente entre las nervaduras primaria y secundaria; del huevo nace una larva la cual pasa por 5 estadios, posteriormente pasa por los estados de pre-pupa y pupa, para llegar a adulto.

El período de preoviposición y oviposición, es de 1-2 días y el ciclo dura de 29-40 días, aunque hay reportes de hasta 85 días, dependiendo de las condiciones climáticas. Las maripositas son de actividad nocturna, por las tardes y en momentos de sombra, con sus vuelos característicos en zig-zag. Prefieren el envés de la hoja para empupar, teniendo la crisálida la forma de una X formada de hilos de seda.

8.1 Daños

Los daños son causados por las larvas al realizar minas lagunares entre las dos epidermis de la hoja. Estas minas inicialmente son verde claro y posteriormente de color marrón claro o negrusco, debido a la acumulación de excrementos. Debilitan la planta al decaer la actividad fotosintética por la defoliación causada, lo que influye directamente en la producción de café. Es la plaga más importante de las que atacan el follaje del cafeto.

8.2 Condiciones que favorecen su desarrollo.

- Debido a las temperaturas imperantes, los cafetales más severamente atacados han sido aquellos de "bajo", principalmente en épocas cálidas y secas, pero actualmente podemos encontrar ataques severos aún en invierno.
- Hay reportes de mayor incidencia de minador después de las aplicaciones de fungicidas cúpricos contra Hemileia vastatrix.

8.3 Métodos de control.

8.3.1 Cultural y natural

- abonamientos balanceados (evitar excesos de nitrógeno).
 - realizar un buen control de malezas
 - buen distanciamiento de siembra (evitar demasiada densidad de plantas).
 - realizar podas de raleo en cafetos.
 - tanto en viveros como en plantaciones, se debe evitar el exceso de sombra (pero una reducción drástica de ésta, podría traer como consecuencia una sequía prolongada y se favorecería el ataque de araña roja y del mismo minador).
- * Las lluvias tienen un efecto represor sobre la población adulta de minador y algunos autores mencionan que ahoga algunas larvas.

8.3.2 Biológico

Entre los parásitos naturales del minador de la hoja están:

Los parásitos pertenecientes al orden Hymenoptera

<u>ESPECIE</u>	<u>FAMILIA</u>
<u>Neochrysocharis immaculatus</u>	Eulophidae
<u>Closterocerus coffeellae</u> R. von	Eulophidae
<u>Closterocerus cinctipennis</u>	Eulophidae

<u>ESPECIE</u>	<u>FAMILIA</u>
<u>Closterocerus leucopus</u>	Eulophidae
<u>Cirrospilus multilineatum</u> (= <u>Zagrammosoma</u>)	Eulophidae
<u>Microligus</u> sp.	Eulophidae
<u>Pediobius</u> sp.	Eulophidae
<u>Eulophus oenostomatis</u> Mann.	Eulophidae
<u>Eulophus</u> sp.	Eulophidae
<u>Elachertus</u> sp.	Eulophidae
<u>Tetrastichus</u> sp.	Eulophidae
<u>Derostemus</u> sp.	Eulophidae
<u>Proacrias coffeae</u> R.von	Eulophidae
<u>Horismenus aeneicollis</u>	Eulophidae
<u>Horismenus cupreus</u>	Eulophidae
<u>Achrysocharis</u> sp.	Eulophidae
<u>Chrysocharis livida</u>	Eulophidae
<u>Eubadizon punctatus</u>	Braconidae
<u>Bucculatriplex letifer</u>	Braconidae
<u>Mirax insularis</u> Muesebeck	Braconidae
<u>Esothecus letifer</u>	Braconidae
<u>Orgilus</u> sp.	Braconidae
<u>Apantheles coffeella</u> Muesebeck	Braconidae
<u>Colastes letifer</u> Mann.	Braconidae
<u>Herismenus aenicoltis</u> Ash.	Tetraschitidae
<u>Herismenus</u> sp.	Tetraschitidae
<u>Pachyneuron</u> sp.	Pteromalidae
<u>Zethus cylindricus</u> Fox.	Eumenidae
<u>Eumenes</u> spp.	Eumenidae

Entre los predadores se pueden mencionar los siguientes:

<u>ESPECIE</u>	<u>FAMILIA</u>
<u>Protonectarina silveirae</u> Sau.	Vespidae
<u>Mischocyttarus rotundicollis</u> Cam.	Vespidae

<u>ESPECIE</u>	<u>FAMILIA</u>
<u>Mischocyttarus</u> spp,	Vespidae
<u>Polybia scutellaris</u> White	Vespidae
<u>Polybia sericea</u> Oliv.	Vespidae
<u>Polybia juruana</u> R.V.	Vespidae
<u>Polistes peruviana</u> Beq.	Vespidae
<u>Brachygastra lecheguana</u> Lat.	Vespidae
<u>Brachygastra augusti</u>	Vespidae
<u>Crematogaster</u> sp.	Formicidae
<u>Chrysopa</u> sp.	Chrysopiedae
<u>Phyllobaenus</u> sp.	

8.3.3 Químico

La larva al completar su estado de desarrollo sale de la mina, principalmente en horas de menor luminosidad (por la mañana y/o por la tarde) para formar su crisálida; si se realizan las aplicaciones en estas horas sería más efectivo para su control. Deben iniciarse las aplicaciones de químicos cuando se tengan un 15% de hojas con larvas vivas. Como máximo deben realizarse 2 aplicaciones por año si éstas son oportunas. Entre los productos recomendados están:

Bidrin 45 C.E.	1.5 cc/litro de agua
Lebaycid 50 C.E.	1.2 cc/litro de agua
Perfekthion 50 C.	1.2 cc/litro de agua
Malathion 57%	2.5 cc/litro de agua
Sevin	3.0 gr/litro de agua
* Decis 2.5 C.E.	180 cc/manzana
* Belmark 30 C.E.	180 cc/manzana
* Pounce 75 C.E.	600 cc/manzana

En época lluviosa se puede aplicar:

PRODUCTO	GRAMOS POR PLANTA EN		
	VIVERO	PLANTAS DE 1 AÑO	PLANTAS ADULTAS
Disyston 10G	2-3/bolsa	14 - 28	30 - 60
Furadan 5G	1 gr/bolsa	15 - 20	20 - 30
Temik 15G	1 gr/bolsa	5 - 7	10 - 15
Thimet 10G	10-60 gr/planta según tamaño		

Se recomienda no aplicar estos granulados próximo a la cosecha (hasta 90 días antes de la cosecha), No se debe aplicar cerca de casas ni de animales domésticos.

Las piretrinas proporcionan buen control del insecto, pero deben aplicarse con precaución, ya que conllevan a tener problemas con ácaros (rotar los productos).

9. PLAGAS DEL FRUTO

Mosca de la fruta

Especies

Ceratitis capitata Wied. Mosca del mediterráneo

Anastrepha spp. Mosca americana

Estas moscas pertenecen a la familia Trypetidae (=Tephritidae) del orden Diptera, son un poco más pequeñas que la mosca común y tienen alas hialinas con manchas oscuras y el cuerpo amarillento. Las larvas pasan por tres estadios y empupan generalmente en el suelo. Los adultos de Ceratitis son más pequeños que los adultos de Anastrepha. Sobre cerezas de cafeto es más común Ceratitis capitata (Fig. 4 C y 4 D).

9.1 Daños

El daño lo causan las larvas al alimentarse del mucílago de las cerezas maduras, provocando:

- Caída del fruto
- Problemas al despulpar por falta de mucílago
- Responsable de la presencia de una bacteria saprófita en los frutos, a los que dan un sabor desagradable calificado de "Terroso" o a patata.

9.2 Métodos de control

9.2.1 Cultural

- Colectar los frutos atacados y luego enterrarlos.
- Eliminar otros hospederos (guayabos, cítricos, mangos, etc.)

9.2.2 Biológico

Las avispiditas Opius concolor y Opius longicaudatus parasitan larvas y pupas.

9.2.3 Uso de machos estériles

Es una técnica utilizada en países que tienen problemas serios con esta plaga en otros cultivos. Se irradian las pupas (obtenidas en crianza de laboratorio) con rayos gamma para esterilizarlos. Los adultos emergidos se liberan en el campo.

9.2.4 Químico

Este método de control no se recomienda en cafetales. En caso que el caficultor lo desee, puede detectar la presencia de la plaga por medio de trampas (Stainer o Mcphail) con atrayentes sexuales o de alimentación como el Trimedlure ENT 24486, ENT 31560, Nasiman, Buminal, etc. y la aplicación de cebos tóxicos. Los cebos tóxicos se preparan a base de proteína hidrolizada al 0.4% y uno de los siguientes insecticidas: Dipterex 80 P.S. al 0.4, Malathion 57 al 0.3, Gardona 80 P.M. al 0.25, o Lebaycid 50 C.E. al 0.4%.

Se pueden utilizar bolsas matadoras distribuidas en los cafetales, estas bolsas están hechas de manta de 15 x 15 cm, las que se llenan de aserrín, afrecho o cualquier otro material absorbente y que se sumerge o humedece con el cebo insecticida.

También se puede usar la siguiente mezcla aplicada a los frutos:

Lebaycid 50 C.E.	2cc.
Atrayente	2cc.
Agua	1 litro

10. Broca del fruto del cafeto

Especie

Hypothenemus hampei Ferr.

Es la plaga de mayor importancia en el cultivo del cafeto. El insecto pertenece a la familia Scolytidae del orden Coleoptera, el adulto es de color café pardo muy claro (recién emergido), transformándose posteriormente en un color pardo oscuro casi negro; el macho mide alrededor de 1.2 mm. de largo y la hembra mide en promedio 1.7 mm. de largo. El macho posee alas rudimentarias, por lo que no puede volar. El insecto posee una metamorfosis completa, siendo los huevos de forma oval, las larvas ápodas y de color blanco cremoso y las pupas se diferencian de las larvas por presentar apéndices externos (alas, patas, partes de la cabeza, etc.) las cuales están en formación para dar lugar a la broca adulta (Fig. 4 A y 5).

10.1 Daño

El daño lo inician las hembras adultas al perforar el fruto con fines alimenticios y de oviposición, posteriormente emergen las larvas que, junto con los adultos son las encargadas de destruir el fruto.

Entre los daños se mencionan los siguientes:

- Caída del fruto debido al daño físico (principalmente cuando éste no tiene la consistencia adecuada).
- Reducción del rendimiento por unidad de área y por lo tanto, reducción de los ingresos.
- Pérdida de calidad del producto.
- Aumento de los costos de producción, en caso que se separe el fruto sano del brocado.
- Permite la entrada de organismos patógenos.

10.2 Factores que influyen sobre las poblaciones de broca.

- En épocas secas se reduce la infestación.
- El alimento sigue siendo un factor limitante para el desarrollo de broca, aunque hay reportes que adultos de broca pueden sobrevivir sobre frijol, Gandul (Cajanus cajan), maíz, ricino, Hibiscus, Crotalaria, semilleros de mamey, caimito o en hojarasca de los cafetales.
- Las mayores infestaciones de broca se encuentran en aquellos cafetales de bajo, considerándose como óptimas las alturas hasta 900 m.s.n.m. Al respecto, De Ingunza (1966), después de realizar muestreos obtuvo la siguiente información:

ALTITUD (mts)	% PROMEDIO DE ATAQUE
600 - 800	28.3
800 - 1200	15.1
1200 a más	4.4

- La broca del fruto empieza a ovipositar cuando el grano está en estado de semiconsistencia, cuando tiene un 20% de materia seca. El número de días que transcurren desde la floración hasta el estado de semiconsistencia, varían con la altura, y es necesario saber este rango para poder detectar el momento oportuno de iniciar el control químico de este insecto.

10.3 Métodos de control

10.3.1 Cultural

- Inmediatamente después de la cosecha, realizar un buen control de malezas (permite la recolección y la desecación del fruto caído).

- Recolección de todos los frutos del suelo y la planta (pepena y repela), sean verdes, maduros, secos o podridos, y pasar por agua hirviente todo el fruto recolectado durante 5 minutos.
- Recolección de los primeros frutos perforados por la broca en la etapa inicial de fructificación (repase); esta práctica es más factible realizarla en fincas pequeñas.
- Recolección de todo el grano (maduro y verde) cuando se tiene un 60% del grano maduro, o realizar únicamente dos cortes al año.
- Iniciar la recolección en aquellos lotes que estén más infestados por este insecto.
- En el beneficio cuando se fermenta el café despulpado, provoca la muerte del insecto que ha quedado en el grano, pero pueden ocurrir reinfestaciones.
- Eliminar aquellos cafetales abandonados.
- Evitar el movimiento y utilización de sacos, canastos o cualquier otro material de cosecha que provenga de áreas afectadas (en caso que el insecto no esté presente).
- Poda de cafetos (eliminar ramas improductivas para que penetre luz solar).
- Regulación de sombra (la broca es susceptible a la luz solar directa, y poca humedad no son propicias para su desarrollo). Realizar la poda a inicios de lluvia y fructificación.
- Evitar las altas densidades de cultivo.
- Evitar la siembra de cultivares que florecen todo el año (Ejem: Semperflorens, Kaffa,

Jimma, cultivar dos tiempos).

- Evitar la siembra de cultivares de fructificación temprana (ejem. San Ramón).
- Evitar la siembra de cultivares de fructificación tardía (ejem. Villalobos).
- Evitar la siembra de aquellos cultivares que den dos cosechas al año, principalmente en zonas cálidas (de bajo).
- Fertilización adecuada (menos floraciones locas)

** El uso de fitohormonas: para regular la maduración del grano, evita la mayor permanencia de éste en el campo. (ejem. ácido giberélico que regula la floración y Ethrel que regula la maduración). Pero estos productos son caros y pueden causar otro tipo de problema como lo es el no cuajado adecuado del grano.

10.3.2 Genético

La búsqueda de cultivares resistentes es un tema de especial interés para poder luchar contra plagas y enfermedades. Es sabido que el Cv. Caimor es resistente a la roya del cafeto. En relación a la resistencia contra plagas del cafeto, poco se ha hecho; pero hay reportes de que los cultivares Liberica y Excelsa son más resistentes al ataque de broca del fruto que los cultivares Arabica y Robusta.

- Se sabe que la broca penetra por la cicatriz del cáliz floral (ombligo de la corona). Prefiere esta zona porque es la que le brinda las mejores condiciones de adherencia para perforar, pero si el fruto ha sufrido un daño mecánico que le brinde esa adherencia, perfectamente puede penetrar por otro sitio diferente. No penetra por zonas lisas, solo que estén dos frutos muy próximos y que se apoye en uno de ellos para perforar el otro. Si se obtuviera un cultivar con ombligo muy reducido, dificultaría la entrada de la broca al fruto; pero

esta forma de evadirla posiblemente sea temporal.

- Cultivares con alto contenido de mucílago es desfavorable para la broca.
- Cuando el fruto tiene más de 65% de humedad o menos de 15%, es desfavorable para el desarrollo de broca.
- Las hembras de broca prefieren frutos verdes con poca pulpa (característica de cafetales bajo sombra).

10.3.3 Biológico

Entre los parásitos reportados como enemigos de broca están las avispidas.

<u>ESPECIE</u>	<u>FAMILIA</u>
<u>Prorops nasuta</u> W&t.	Bethylidae
<u>Cephalonomia stephanoderis</u>	Bethylidae
<u>Heterospilus coffeicola</u> Schm.	Braconidae
Entre los predadores están:	
<u>Crematogaster curvispinosus</u> Mayr.	Formicidae
<u>Diadomus rubiginosus</u> F.	Pentatomidae

También hay hongos entomopatógenos que atacan a la broca, entre ellos están:

Beauveria bassiana Bals.
Spicaria javanica Bally
Metharrizium sp.
Botrytis stephanoderis Bally

A este último, algunos autores lo consideran como sinónimo de B. bassiana.

10.3.4 Químico

Antes de realizar la primera aplicación de un

insecticida contra broca, es necesario realizar muestreos en la finca para determinar el umbral económico o umbral de aplicación (Ver ejemplo en métodos de muestreo y su importancia en MIP).

En Honduras, de acuerdo a investigaciones se ha determinado que el uso de Endosulfán 35% (Thiodan, Thionex, Clortiepina, Malix) a la concentración de 3 cc. de producto comercial por litro de agua, da un buen control del escoltido, realizando como máximo 2 aplicaciones distanciadas 30 días una de la otra. Este número de aplicaciones puede reducirse si se complementa con labores culturales.

Tratamiento en fincas.

- | | | |
|----|------------------------------|------------|
| a) | Endosulfán (Thiodan 35 C.E.) | 600 cc |
| | Adherente | 75 cc |
| | Agua | 200 litros |
- b) Si no se recoge el fruto caído y el porcentaje de infestación es alto, espolvorear al suelo Thiodan 3 P a la dosis de 20-25 libras/manzana.

Tratamiento en beneficios y bodegas.

- a) Si se despulpan cerezas infestadas por broca, se debe tratar la pulpa con Thiodan 3 P, teniendo el cuidado de no tirarla a fuentes de agua.
- b) Los sacos deben ser fumigados durante 24 horas, colocando 1 tableta de fosfamina (Phos-toxín o Gasthion) por cada 25 sacos vacíos, los cuales deben estar dentro de una bolsa plástica cerrada, o usar 2 o 3 tabletas de este producto por cada metro cúbico de sacos vacíos.
- c) Colocar 1 tableta de fosfamina por saco de 200 libras en ambiente hermético.

11. PLAGAS DE ALMACEN

Entre las plagas del fruto del cafeto reportadas en almacén, se pueden mencionar las siguientes:

<u>Araecerus fasciculatus</u> De Guer.	Fam. Anthribidae
<u>Hypothenemus hampei</u> Ferr.	Fam. Scolytidae
<u>Hypothenemus arecae</u>	Fam. Scolytidae
<u>Pagiocerus frontalis</u>	Fam. Scolytidae
<u>Ahasverus advena</u>	Fam. Cucujidae
<u>Cryptolestes pusillus</u>	Fam. Cucujidae
<u>Carpophilus dimidiatus</u>	Fam. Nitidulidae
<u>Corcyra cephalonica</u> Stain	Fam. Pyralidae (Lepidoptera)

Todas excepto la última, pertenecen al orden Coleoptera, pero indudablemente, la más importante es Araecerus. Sin embargo, en Honduras se han registrado ataques fuertes de Hypothenemus hampei en bodegas donde se guarda la semilla seleccionada para la realización de semilleros.

El adulto de Araecerus mide de 3 - 5 mm de longitud, es de color oscuro. Las larvas son ápodas y de color blanco, viven en el grano donde empupan. El ciclo de vida es de 29-40 días dependiendo de las temperaturas (Fig. 4 B).

1. Daño

- Se alimentan de grano, destruyendo el endospermo y el embrión.
- Contaminación del grano (presencia de insectos vivos o muertos en sus diferentes estadios, así como residuos de alimentación y heces).
- Hay reportes de ataques de Araecerus en café preparado.

2. Otros hospederos

Además del grano de café, Araecerus ataca a granos de cacao, maíz, camote, frutos secos, semillas de Tephrosia, Crotalaria, Cassia y otras leguminosas.

3. Control Biológico

Araecerus tiene entre sus enemigos naturales las avispidas Anisepteromalus calandrae (Pteromalidae) y los Betilidos Cephalonomia gallicola y Plastanoxus sp. También los ácaros Cheyletus sp. y Monieziella sp., se alimentan de huevos de Araecerus fasciculatus.

4. Control preventivo

- Limpieza general de la bodega antes del almacenamiento.
- Almacenar el grano con 12% de humedad como máximo y en ambientes con humedades relativas menores de 75%.
- Exponer el grano al sol es adecuado para el control, ya que se ha observado que a 37°C este insecto no sobrevive.

5. Control curativo

Fumigar en ambientes herméticos con uno de los siguientes insecticidas: Bromuro de metilo, fósforo de aluminio, carbonato amónico, cianuro de hidrógeno, disulfuro de carbono, fosfato de aluminio *, carbonato amónico *, terpentina, cloropicrina, fosfamina (Phostoxin, Gasthion), etc.

- * De éstos utilizar 15 tabletas de 3 gramos c/u por tonelada de café, los que destruyen larvas y/o adultos en 24 horas.

Todos los productos mencionados liberan gases tóxicos, por lo que es necesario que sean usados únicamente por personas entrenadas, las que deben estar protegidas con máscaras antigas. Bajo 25°C de temperatura el tiempo de exposición del producto con el insecticida es de 24 - 36 horas. Este tiempo dependerá de la temperatura imperante; ya que a menor temperatura el tiempo de exposición será mayor. Los ambientes herméticos deben ser ventilados por 4-6 horas antes de ingresar. Leer las etiquetas del producto antes de usarlo; ya que algunos no pueden ser aplicados si el porcentaje de humedad es alto.

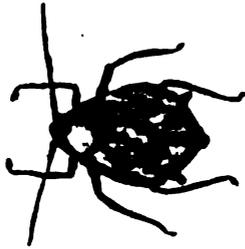
FIGURA 1

Leucoptera coffeella Staint.
Lepidoptera: Lyonetiidae



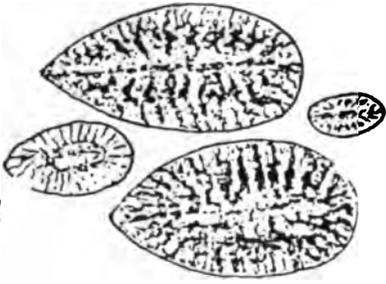
A

Toxoptera aurantii Boyer
Homoptera: Aphididae



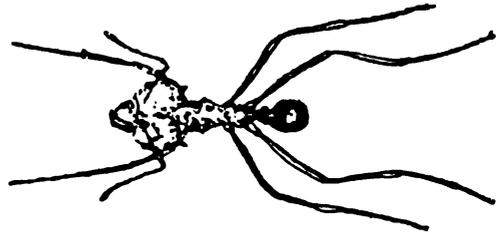
B

Coccus (Lecanium) viridis Green.
Homoptera: Coccidae



C

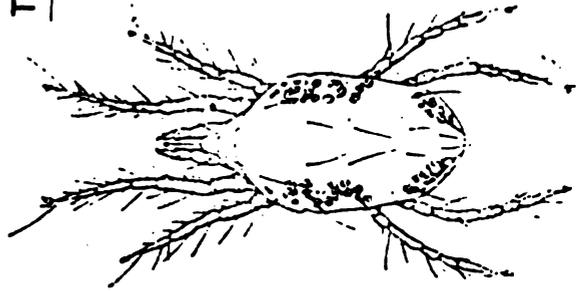
Atta sp. Hymenoptera: Formicidae



D

Tetranychus sp.

Acarina: Tetranychidae



E

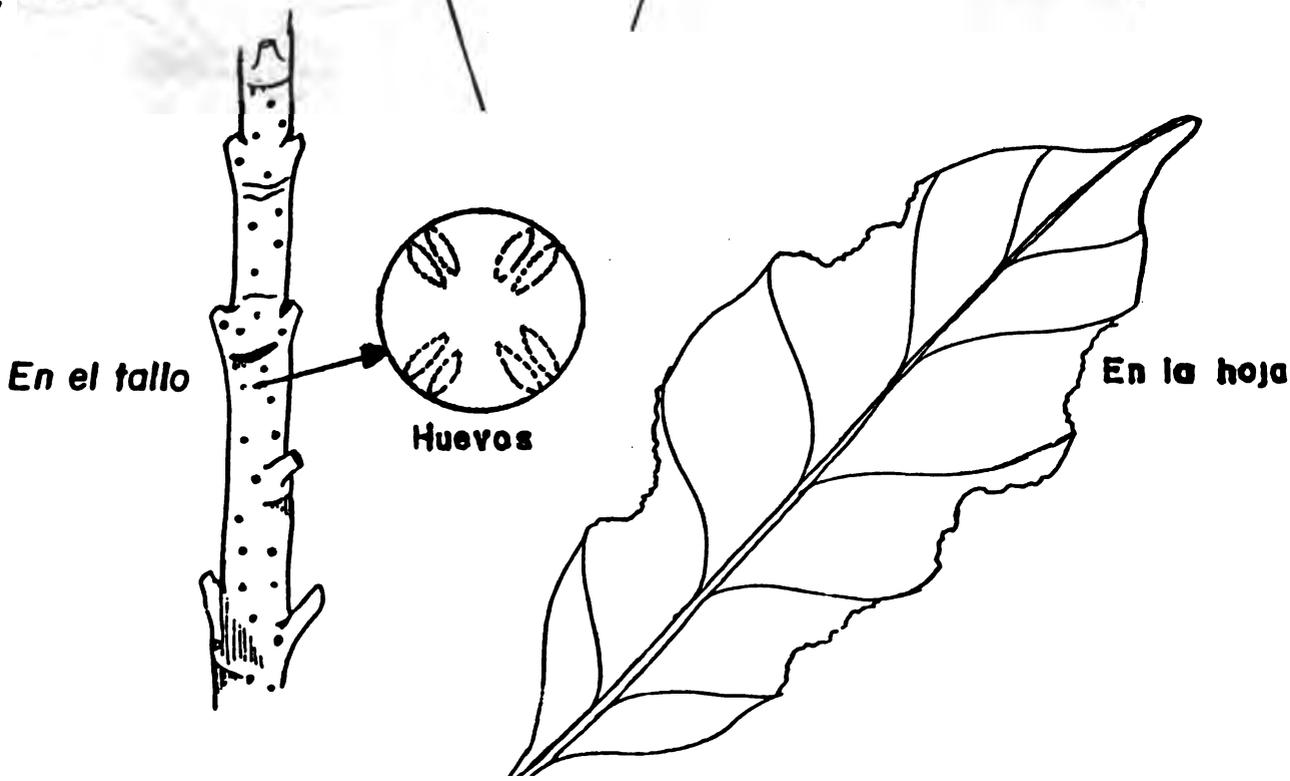
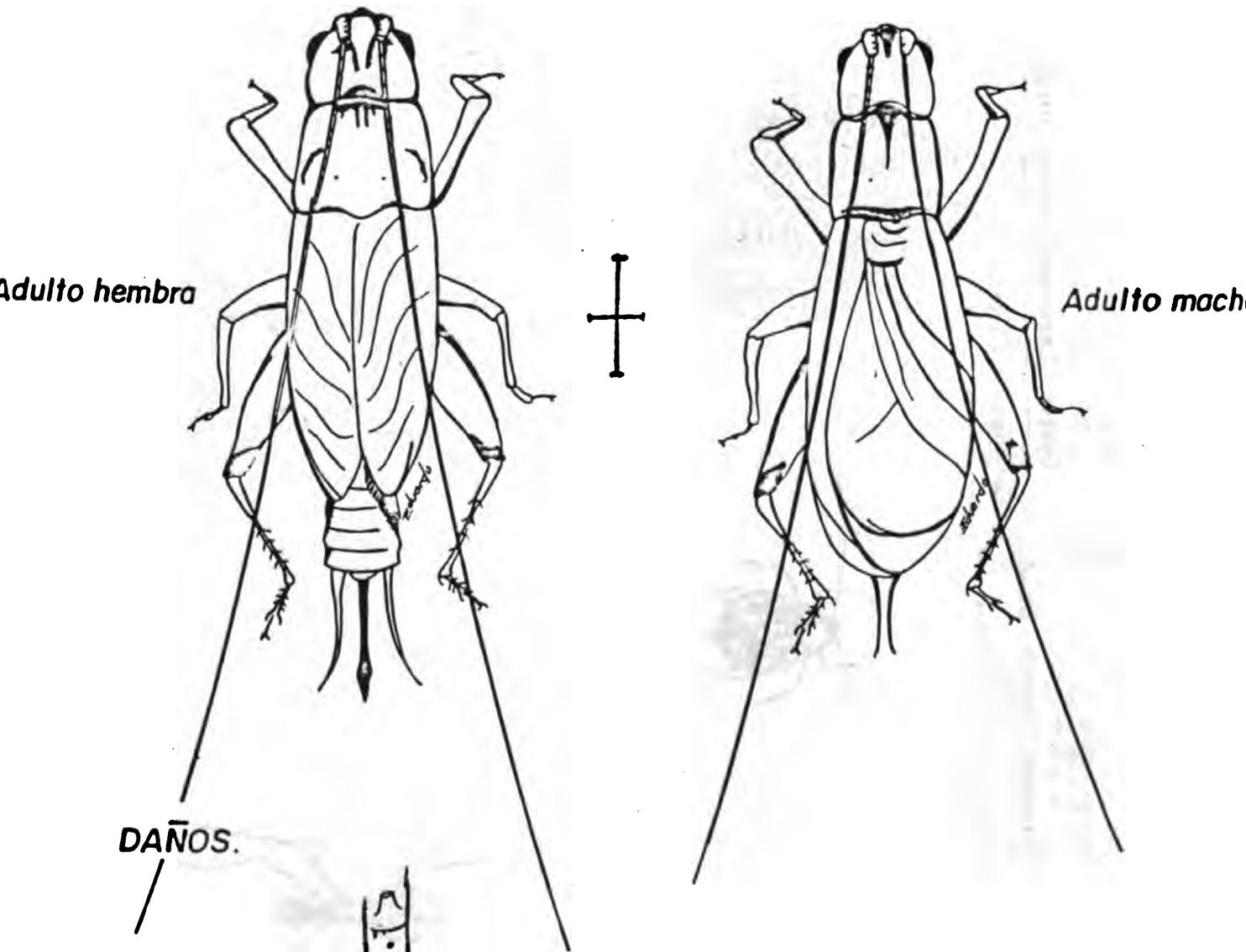
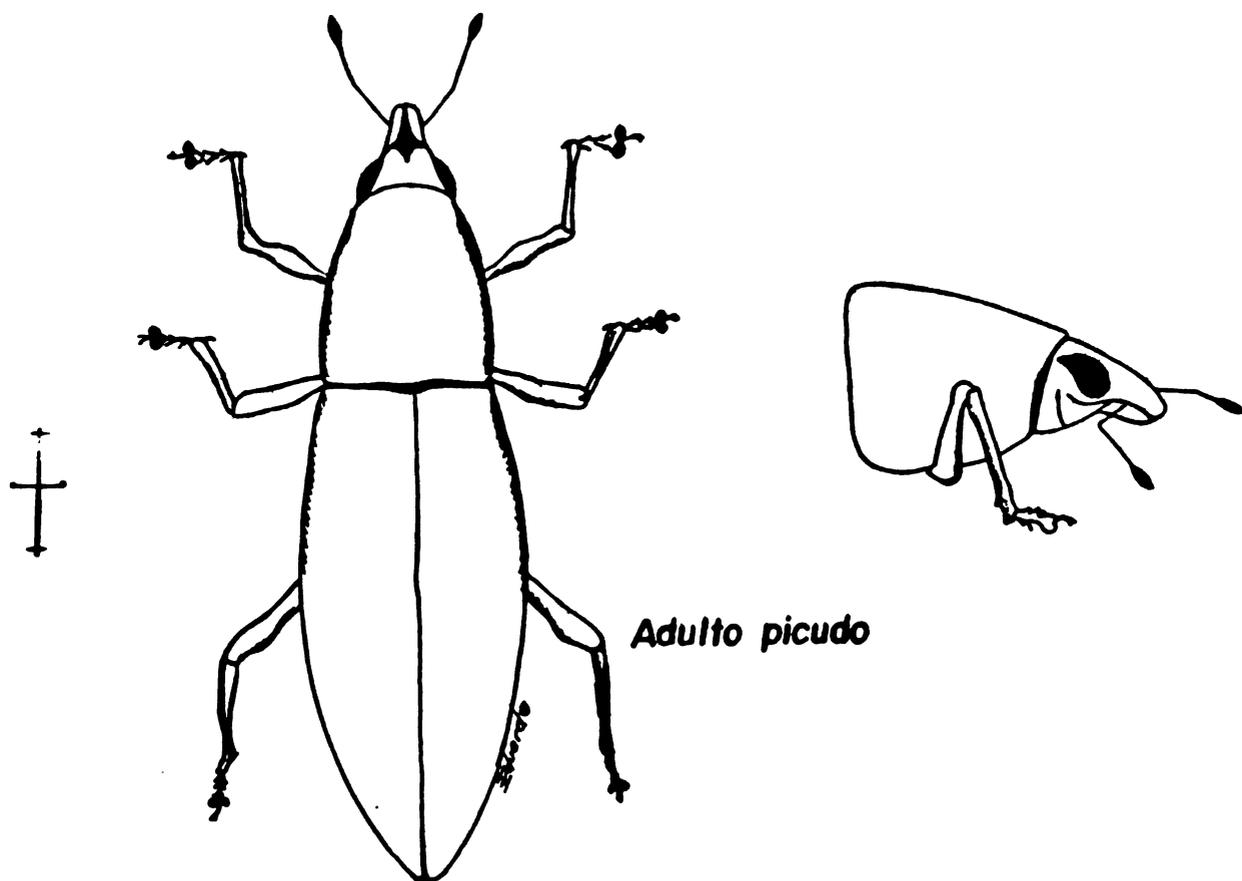


FIGURA 3. EL PICUDO DE LA HOJA DEL CAFE Epicaerus capetillensis Champ.



Hoja dañada

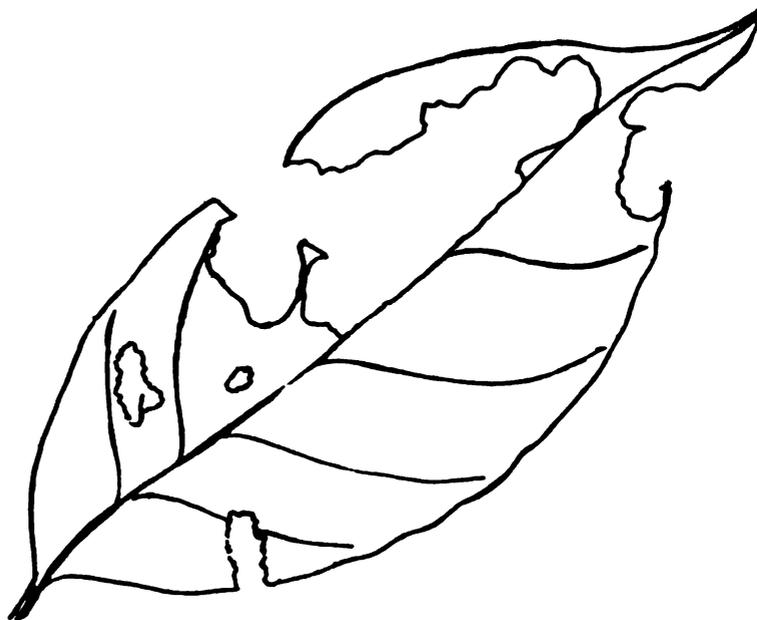


FIGURA 4.

Hypothenemus hampei (Ferrari)

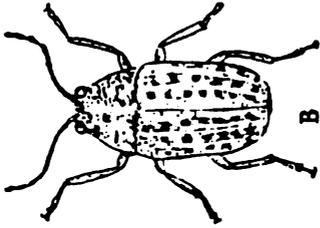
Coleoptera: Scolytidae



A

Araecerus fasciculatus (de Greer)

Coleoptera: Anthribidae



B

Ceratitis capitata Wied.

Diptera: Tephritidae



C

Anastrepha fraterculus Wied.

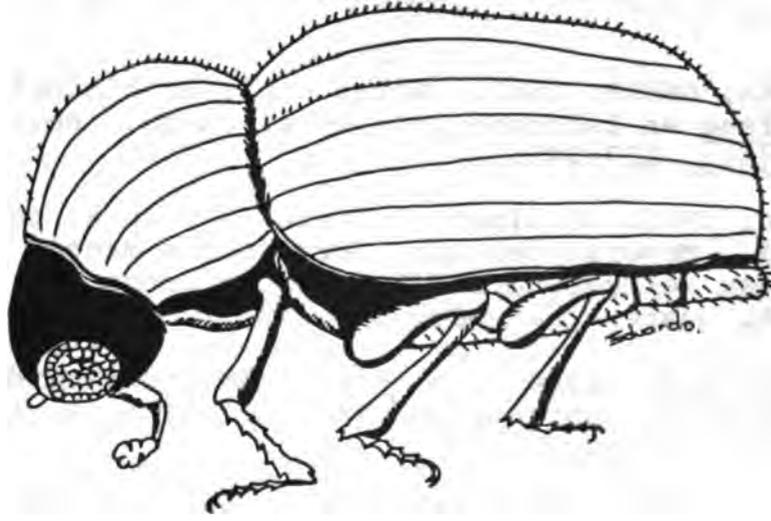
Diptera: Tephritidae



D

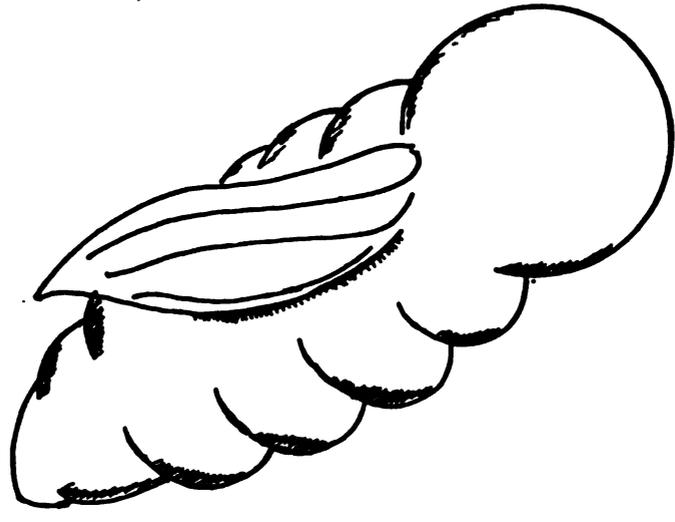
FIGURA 5.

LA BROCA DEL FRUTO DEL CAFETO Hypothenemus hampei Ferr.

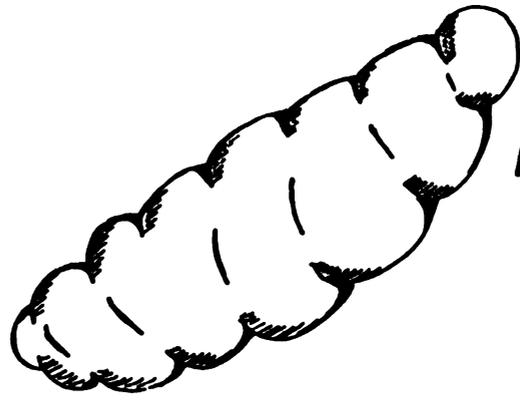


ADULTO

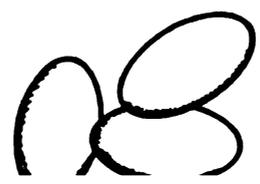
0.33 mm.



PUPA



LARVA



HUEVOS

B I B L I O G R A F I A

- BEINGOLEA, OSCAR. 1969. Notas sobre la biología de Saissetia coffeae en laboratorio y en el campo. Rev. Peruana Ent. 12 (1): 137-145.
- BAKER, P. 1985. Biología e historia natural de la broca del café. Memoria del 1er. Curso sobre manejo integrado de plagas del cafeto con énfasis en broca del fruto (H. hampei) IICA, Guatemala. pág. 105-143.
- CISNEROS, V.F. 1980. Principios del control de las plagas agrícolas. Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú. 189 pp.
- DE INGUNZA, S.M. 1966. La "Broca del café" (Hypothenemus hampei, Ferr.): Importancia, distribución geográfica, forma de ataque y especies de cafeto que ataca e influencia sobre el nivel del mar en el grado de ataque. Rev. Peruana Ent. 9(1):82-93.
- DOMINGOS, G. 1978. Manual de Entomología Agrícola -Edit. Agronómica Ceres Ltda. Sao Paulo, Brasil.
- DECAZY, BERNARD. 1985. Métodos de control químico y cultural de la broca del fruto del cafeto. Memoria del 1er. Curso sobre Manejo Integrado de Plagas del Cafeto con énfasis en broca del fruto (Hypothenemus hampei Ferr.). IICA, Guatemala pp. 154.
- ENRIQUEZ, E., S. BEJARANO y V. VILA. 1975. Morfología, ciclo biológico y comportamiento de Leucoptera Coffeella Guer-Men. Rev. Peruana Ent. 18 (1):79-81.
- _____. 1975. Observaciones sobre avispa predatoras de Leucoptera coffeella Guer-Men en el Centro y Sur del Perú. Rev. Peruana Ent. 18 (1):82-83.
- INSTITUTO SALVADOREÑO DE INVESTIGACIONES DEL CAFE (ISIC). 1983 Técnicas modernas para el cultivo del café. San Salvador, El Salvador.
- LE PELLEY, A. 1968. Las "Plagas del café". Edit. Labor, S.A. Madrid, España. 693 pág.

DESCRIPCIÓN, BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y CONTROL DE LAS PRINCIPALES PLAGAS DEL CAFETO

Por: Dr. Bernard Decazy*

Las plagas en el café, al igual que en todos los cultivos, constituyen uno de los factores limitantes en la productividad. Pero no se presentan en forma generalizada en una zona, ni durante todo el año, por lo cual damos algunas especificaciones sobre la biología, ecología, forma de prevenirlas y controlarlas cuando se pueda o se sepa.

Las principales plagas del cafeto, las que causan más daños al cafeto o que son responsables de grandes pérdidas de cosecha, están en el cuadro siguiente, clasificadas según las partes del cafeto atacadas:

1. RAICES	Nemátodos	Gallina ciega	Varios	
			<u>Phyllophaga menenstriesi</u>	Scarabaeidae
			P. latipes	Scarabaeidae
			P. <u>obsoleta</u>	Scarabaeidae
			<u>Anomala sp.</u>	Scarabaeidae
		<u>Pelidnota virescens</u>	Scarabaeidae	
	Piojo blanco de la raíz		<u>Pseucococcus brevipes</u>	Coccidae
			<u>Rhysoecus nemoralis</u>	Coccidae
		Piojo blanco de la cabellera	<u>Geococcus coffeae</u>	Coccidae
2. TALLOS	Barrenador del tallo		<u>Phagiohamus maculosus</u>	Cerambycidae
		Grillo indiano	<u>Paroecanthus niger</u>	Cryllidae
		Gusanos Cortadores	<u>Agrotis sp.</u>	
			<u>Feltia sp.</u>	
			<u>Prodenia sp.</u>	
3. RAMAS, HOJAS Y FRUTO	Piojo blanco aéreo		<u>Planococcus citri</u>	Coccidae
		Escamas	<u>Coccus viridis</u>	Coccidae
			<u>Saissetia sp.</u>	Coccidae
	Pulgones o afidos		<u>Toxoptera aurantii</u>	Aphidae
	Gusano de tela		<u>Acrolophus sp.</u>	Acrolophidae
			.../...	

* Entomólogo, IRCC/PROMECAFE/ANACAFE

4. HOJAS	Chacuatate	<u>Idiarthon subquadratum</u>	Tettigoniidae
	Picudo de la hoja	<u>Epicaerus capetillensis</u>	Curculionidae
	Minador de la hoja	<u>Leucoptera coffeella</u>	Lyonetidae
	Araña roja	<u>Olygonichus punicae</u>	Tetranychidae
5. FRUTOS	Broca del fruto	<u>Hypothenemus hampei</u>	Scolytidae
	Mosca del Mediterráneo	<u>Ceratitidis capitata</u>	Tephritidae
6. CAFE PERGAMINO ORO	Gorgojito de los granos	<u>Araecerus fasciculatus</u>	Anthribidae

I. PLAGAS DE LAS RAICES

1. Nemátodos:

2. Gallina ciega:

Este nombre, conocido también como "Cruga", se aplica a los estados larvales de escarabajos de diferentes géneros que afectan cafetales y muchos otros cultivos (Phyllophaga menenstriensis, P. latipes, P. obsoleta, Anomala sp., Pelidnota virescens).

El estado larval es el más conocido (Fig.1). Son gusanos ligeramente enrollados sobre la parte ventral, tienen 3 pares de patas, el cuerpo es blanquecino y la cabeza es de color oscuro o claro, provista de mandíbulas fuertes.

El estado adulto mide de 0.5 a 2.5 cm., según la especie, de color café claro u oscuro, con los últimos segmentos de la antena, extendidas a un lado, formando un lóbulo compacto o de piezas separables.

Las generaciones tienen una duración de 9 a 10 meses. Las poblaciones mayores de adultos (que son de hábitos nocturnos: de 6 a 8 p.m.), se encuentran al inicio de la época de lluvia. El estado de huevo dura de 2 a 3 semanas y se convierte en larva durante los primeros meses de la estación lluviosa. El estado larval dura 6 meses. Luego el estado pupal dura 3 meses y los adultos salen durante la época de verano.

DAÑOS:

Los daños son debidos a las larvas que producen lesiones a las raíces (Fig. 2). Las plantas afectadas muestran síntomas de paloteo, falta de crecimiento y escasez de cosecha (momificación de los frutos). Las raíces secundarias y principal son descortezadas.

En los viveros, las plántulas se tornan flácidas y mueren rápidamente.

CONTROL:

- a. Delimitar los focos de infestación.
- b. En los lugares atacados, efectuar el control químico siguiente, en el área de goteo de la planta:

INSECTICIDA	DOSIS PARA VIVERO	DOSIS PARA CAFETAL
Volatón 2.5 G	15 g/m ²	12 g/m ²
Mocap 5 G	10 g/m ²	8 g/m ²
Lorsban 4E*	1.0 cc/m	0.8 cc/m ²

* Diluir en 120 a 150 cc. de agua

3. Piojo blanco de la raíz y de la cabellera:

Los piojos blancos atacan al sistema radicular de los cafetos.

Pseudococcus brevipes y Rhysoecus nemoralis, se encuentran en la raíz principal y las laterales.

P. brevipes es caracterizado por la capa cerosa que cubre su cuerpo, el cual es de forma ovalada y aplanada de color amarillo o rosado, con un tamaño de 4 a 5 mm. de largo.

Geococcus coffeae, ataca a las raicillas absorbentes (cabellera, mide de 1.0 a 2.5 mm. de largo, con un cuerpo cubierto de una capa cerosa blanca harinosa, redondo ligeramente abultado.

Las condiciones de humedad favorecen su desarrollo, por lo que se encuentran principalmente durante la época de lluvia. Viven asociados con hormigas, las cuales se encargan de transportarlos y comen sus secreciones. El ciclo de vida dura aproximadamente 50 días.

DAÑOS:

Son insectos chupadores que se alimentan de la savia. (Fig. 3). Las plantas afectadas presentan hojas cloróticas o amarillas. Cuando se presentan altas infestaciones, las raíces se pudren, causando la muerte del cafeto.

CONTROL:

- a. Delimitar los focos de infestación.
- b. Los productos a utilizar, dentro de la época lluviosa, desde el tronco hasta el goteo de la planta, son los siguientes:

INSECTICIDAS	DOSIS
Furadán 5 G	7-12 g/m ²
Mocap 5 G	10-15 g/planta
Endosulfán 35 E	2.5-3.5 cc/planta
Diazinon 60 E	1.5-2.5 cc/planta

II. PLAGAS DEL TALLO1. Barrenador del Tallo y de la raíz:

Este nombre se aplica a la especie Plagionarmus maculosus, que pertenece al orden Coleoptera y a la familia Cerambycidae.

El adulto mide unos 30 mm. de largo, de color café, con manchas blanquecinas en los élitros y dos líneas blancas en el protórax (Fig. 4). Las antenas son más largas que el cuerpo (40 mm. de largo). La larva es de color blanquecino, el cuerpo anillado, sin patas y provista de fuertes mandíbulas.

De lo que se conoce, el ciclo de vida puede durar hasta dos años. Los adultos aparecen después de las primeras lluvias, desde abril hasta fines de junio. Depositán huevos en el tallo, cerca del suelo hasta una altura de 25 cm. Las larvas penetran en el tronco y hacen túneles en el tronco o en la raíz principal. La puerta de entrada puede localizarse por el aserrín que es eliminado del túnel por la larva. Los túneles van creciendo hasta poco menos de dos años. La pupación tiene lugar cerca de la entrada del túnel.

DAÑOS:

El barrenador es considerado como una de las plagas más destructivas del cafeto. El daño es causado por los largos túneles que las larvas excavan. Los síntomas son el crecimiento retardado, la marchitez de las hojas hasta la muerte de la planta (Fig. 5).

CONTROL:

En los lugares donde cada año se presentan ataques, se recomienda hacer aplicaciones preventivas de insecticidas, cubriendo desde el pie de la planta hasta 1 m. de altura. Se recomienda que estos tratamientos sean repetidos a intervalos de 2 semanas, durante tiempo lluvioso.

<u>UTILIZAR:</u>	Lebaycid 50%	0.2% i.a.
	Diazinon 60%	0.15% i.a.
	Aldrin 25%	0.1% i.a.
	Dieldrín 17%	0.15% i.a.

Para destruir larvas en los túneles, pero no es una medida económica (mano de obra), se puede utilizar una borla de algodón empanada de bisulfuro de carbono o dieldrín 17% a 0.15% i.a.

NOTA: En Africa existe un barrenador del mismo tipo. Se controla con una aplicación anual de una mezcla de dieldrín 20 CE a 0.5% i.a.

2. Grillo indiano: Paraecanthus niger:

Este insecto pertenece al orden Orthoptera y a la familia Gryllidae. El adulto mide unos 20 mm. de largo, las antenas tienen una longitud doble de la del cuerpo (Fig.6). El cuerpo es de color negro, las alas amarillas. Las ninfas, apteras, son parecidas a los adultos.

Parece haber 3 ó 4 generaciones por año. Pero más investigaciones son necesarias.

DAÑOS:

Las hembras de hábitos nocturnos, salen de la hojarasca u otro lugar y depositan sus huevos en el tallo del cafeto, haciendo una serie de pequeños agujeros de 3 mm. de diámetro por 1 de profundidad y separados unos 10 mm. Hay 1 a 3 huevos en cada insecto. El daño consiste en las perforaciones: cuando hay abundantes perforaciones, puede afectar el desarrollo del cafeto (Fig. 7).

CONTROL:

- a. Determinar los focos de infestación
- b. Efectuar espolvorear al suelo con 30 libras por manzana de Volatón 2.5%

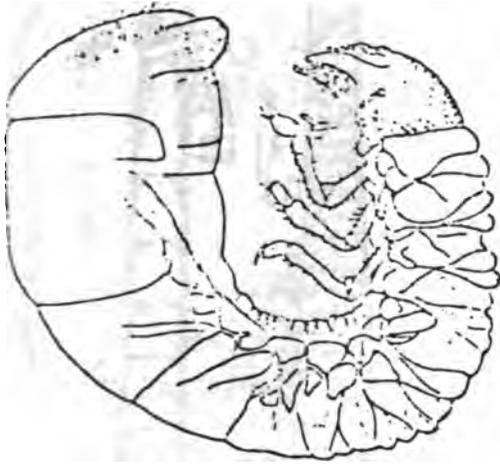


Figura 1. Larva

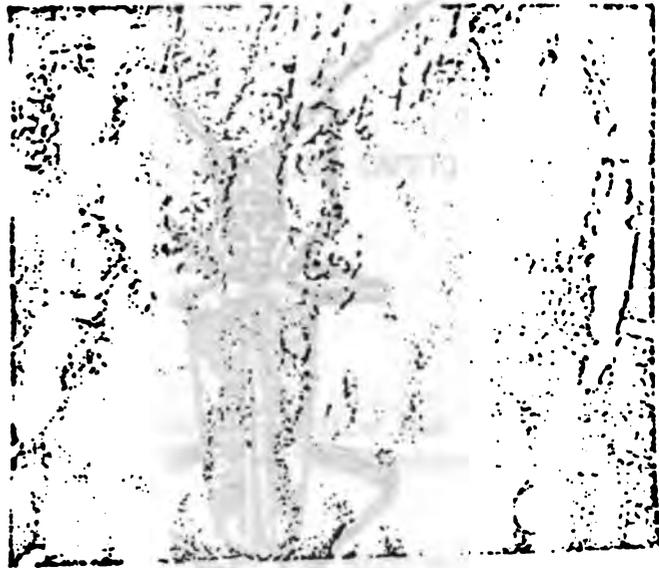


Figura 2. Larvas y daños en las raíces

GALLINA CIEGA



Figura 3 . Piojo Blanco de las raíces secundarias y principal.
Daño que ocasiona.

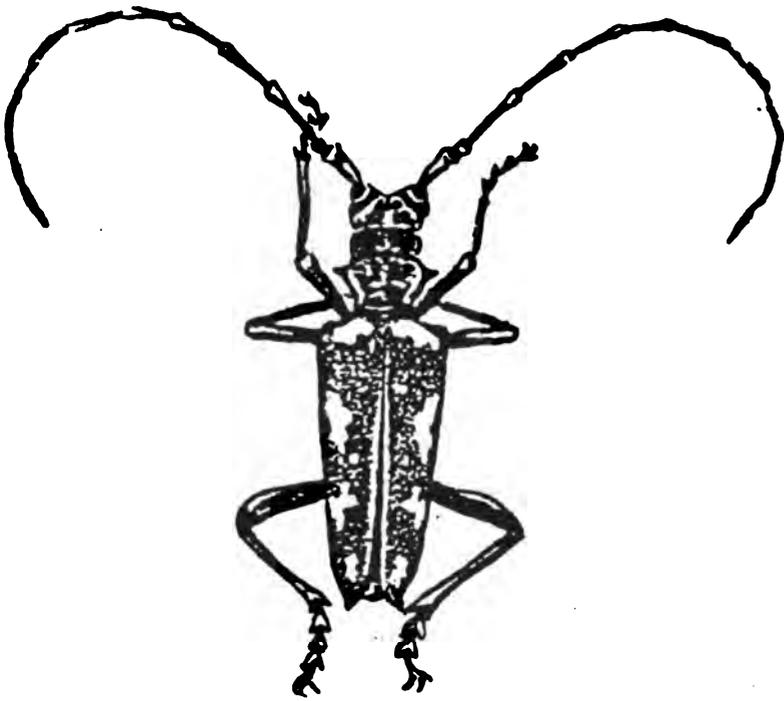


Fig 4.—*Plagiohammus maculosus* Bates. Adulto. Dibujado por D A Gutiérrez.



Figura 5. Larva en su túnel

Paroecanthus niger Sauss.

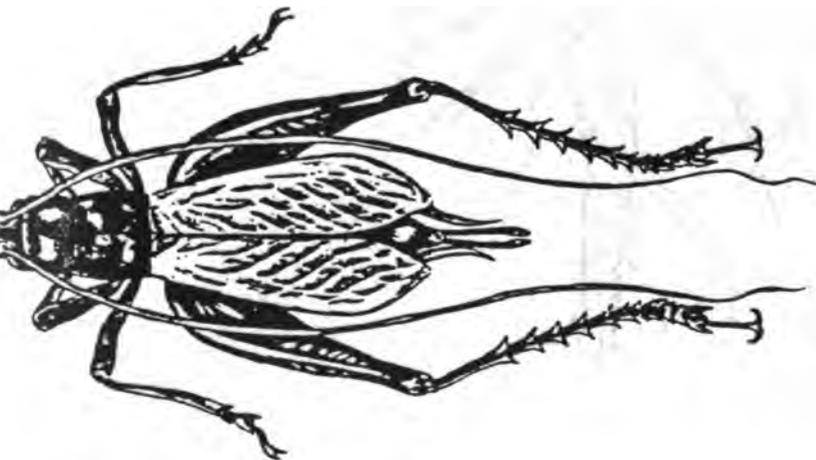


Fig. 6.—*Paroecanthus niger* (Sauss.) Adulto. Dibujado por D. A. Gutiérrez.

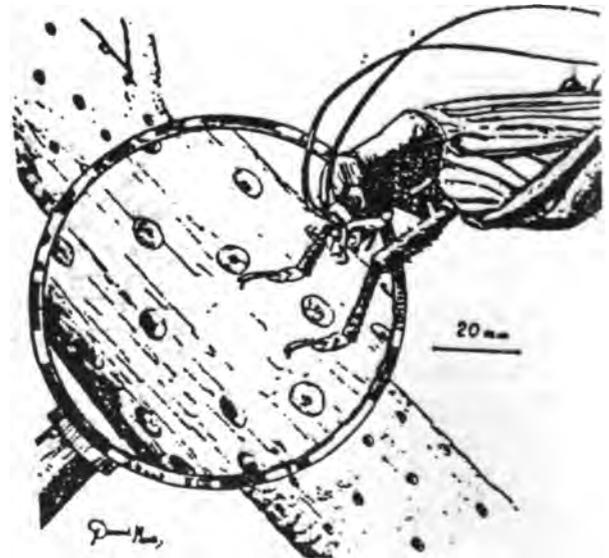


Figura 7. Oviposiciones características del Grillo en una rama de café.

MÉTODOS DE CONTROL QUÍMICO Y CULTURAL DE LA BROCA DEL FRUTO DEL CAFETO

Por: Dr. Bernard Decazy*

Dados, la importancia mayor de esta plaga, numerosos estudios fueron llevados a cabo en el mundo entero para proporcionar métodos eficientes de control.

Sin embargo, en las zonas involucradas, la gravedad de los ataques cambia mucho de un país a otro, debido sobre todo, a la ausencia o a la presencia de parásitos auxiliares y también a las condiciones de temperatura que favorecen más o menos la multiplicación de la Broca.

Por eso, unos territorios se preocupan poco de este problema, pero otros tienen definitivamente que tomar medidas de control si quieren salvar sus cosechas.

I. CICLO DE LA BROCA CONFORME A LA FENOLOGIA DEL CAFETO

(Ver figura). Las hembras de inter-cosecha constituyen la fuente de infestaciones para la nueva fructificación.

II. TIPOS DE DAÑOS

Las pérdidas del café como consecuencia del ataque de la Broca, se debe a varios aspectos:

1. El fruto joven, que sirve de alimentación a las hembras, procediendo de los frutos negros del suelo, que sea más o menos perforado, se pudre y cae al suelo. Esta caída diferente de la purga fisiológica, puede variar de 5 a 10% de los frutos.
2. El fruto verde ya formado (semiconsistente y en adelante) o el fruto maduro perforado que no cae, pierde peso en proporción al grado en que es parasitado y comido.
3. El fruto comido arroja café vano de poco peso y muy baja calidad.
4. El fruto comido que no flota como vano, también pesa menos y puede castigar una partida de pergamino u oro por su apariencia, lo que disminuye el valor mercantil del café.
5. La pérdida de los frutos dañados arroja más mermas de peso total que hace apreciable la disminución en el rendimiento de la cosecha.

* Entomólogo, IRCC/PRUMECAFE/ANACAFE

6. Un lote de café pergamino u oro húmedo puede permitir la supervivencia de numerosas brocas y puede constituir una fuente de infestación durante cerca de cuatro meses.

PERDIDAS ECONOMICAS:

Las pérdidas económicas son muy difíciles de evaluar, conforme a los tipos de daños:

- Caída de frutos durante toda la época de fructificación, dependiente del nivel de tecnificación de la finca.
- Pérdida de rendimiento en la conversión cereza/café oro.

Monterroso, en Guatemala, evaluó las pérdidas así:

% Infestación de las cerezas	% café oro
0	17.7
10	16.9
20	16.2
30	15.6
50	13.7
80	10.2
100	7.6

Pero esa estimación se debería sacar a cada pase de cosecha, porque es muy variable desde el inicio al final de la cosecha. Depende también de la altura sobre el nivel del mar.

- Disminución del valor mercantil del café.
Ese valor disminuye en función del número de granos más o menos dañados.

Entonces es muy difícil hacer estimaciones de pérdidas. En Guatemala, por ejemplo, sólo se puede dar un rango de pérdidas: 20 a 30% de la producción nacional.

III. METODOS DE CONTROL DE LA BROCA

Las estrategias de control pueden ser las siguientes:

- . - PREVENTIVA
- DE ERRADICACION
- DE CONVIVENCIA

Las estrategias preventivas tienen el propósito de prevenir la introducción o dispersión de la plaga a nuevas áreas: estas medidas dependen del control legal:

- INSPECCION DE LOS PRODUCTOS
- DETECCION DE LA PLAGA
- DESTRUCCION DE LA PLAGA O DE LOS PRODUCTOS

Las estrategias de erradicación del tipo de las Campañas llevadas a cabo en los países tales como: Guatemala y Honduras, por ejemplo, no alcanzaron el objetivo principal que estaba planeado para la erradicación de la broca.

Las campañas que se desarrollaron tuvieron muchas ventajas tales como:

- Regionalización de la plaga.
- Reducción de los niveles poblacionales de la plaga.
- Capacitación en servicio, del personal involucrado.
- Legislación de normas de control.
- Generación de conciencia sobre el Control de la Plaga

Igualmente, tuvieron sus desventajas, como:

- Costo honoroso.
- Cobertura limitada.
- Duración limitada.
- Financiamiento gubernamental únicamente: el caficultor, después de la campaña no desea financiar nada.
- Resurgimiento de la plaga y su diseminación incontrolada.

Se puede aseverar que cuando la Broca del fruto del café llega a un nuevo país o área lo hace para establecerse, si las condiciones ecológicas lo permiten.

Entonces, el control integrado de la plaga parece hasta la fecha, ser la mejor alternativa para convivir con ella.

IV. CONTROL INTEGRADO DE LA BROCA

Los principios de control integrado resultan de las observaciones bio-ecológicas hechas sobre Hypothenemus hampei. Consiste en una serie de actividades, de las cuales la primera de ellas es el Rastreo.

A. RASTREO

El propósito del rastreo es el determinar si la plaga existe o no en la finca. Y si existe, determinar los focos de infestación.

Este trabajo debe ser efectuado con mucho cuidado, sino la plaga puede pasar desapercibida.

En las fincas libres del insecto, se debe buscar en beneficios, viviendas, rancherías, caminos, tomas de agua, riachuelos, campos de diversión, pues aquí es donde aparece primero el insecto. Hay que buscarlo también en las plantas transportadas de un lugar a otro, que sea cafeto u otro tal como el banano.

METODOLOGIA DEL RASTREO EN EL CAFETAL

En fincas hasta 15 Mz. se pueden tomar surcos alternos, es decir, un surco sí y uno no. En el surco seleccionado se toma una planta sí y una no.

De 15 Mz. hasta 2 a 3 caballerías se toma un surco sí y dos no. En ese surco una planta sí y dos no.

En el caso de extensiones mayores de tres caballerías se toma un surco sí y tres no; sobre el surco, una planta sí y tres no, a modo de cubrir la mayor área posible, aunque el costo de mano de obra es un limitante para la realización adecuada de esta práctica.

En cada planta se eligen dos bandolas y en cada una se lleva conteo del número de frutos dañados y sanos.

Las fincas que no tienen Broca deben mantener un rastreo minucioso y periódico. En las fincas donde se conoce que hay Broca, se debe rastrear cada lote para determinar en qué lote se hará el control químico.

B. PRACTICAS CULTURALES

El papel desempeñado por las prácticas culturales es de reducir las poblaciones de Broca por proporcionar un microclima más

desfavorable para la misma.

1. Poda de árboles de sombra:

La Broca tiene mayor incidencia en los cultivos sombreados que en los llevados a pleno sol. En Guatemala, de evaluaciones en tres altitudes (450, 850 y 1300 m.s.n.m.), se ha enseñado que las poblaciones de broca son mayores cuando hay sombra total, seguido en orden descendente por el nivel de sombra moderada y por último a pleno sol, en donde las poblaciones se observan ser las más bajas.

Por esa razón, y con varias razones de fisiología vegetal, se debe realizar la poda de los árboles de sombra, al inicio de las lluvias, que es también el inicio de la fructificación.

2. Poda de los cafetos:

Debe adaptarse una poda bastante agresiva que permita ventilación y sol en la mayoría de las bandolas.

3. Aumento de la distancia de siembra:

Dentro de ciertos límites, favorece la penetración de luz y contribuye a reducir las poblaciones de Broca.

4. Control de malezas:

El control de malezas tiene una acción indirecta sobre el control de la Broca. Cuando las malezas están bastante altas:

- No se pueden ver los frutos caídos al suelo, frutos que se deben definitivamente quitar del cafetal (Ver más lejos: la pepena).
- Los frutos caídos no se secan o no se entierran, lo que permite la supervivencia de las hembras entre las dos épocas de fructificación.

Debe hacerse una limpia inmediatamente después de la cosecha.

5. Fertilización apropiada:

La fertilización oportuna y apropiada favorece menos floraciones locas, las cuales permiten la supervivencia de la

plaga. Estas floraciones son más abundantes y uniformes, con el consecuente acortamiento del período de fructificación.

El manejo apropiado de todos estos factores de regulación de la Broca, por representar prácticas de control cultural contra la Broca, constituye prácticas agronómicas de optimización de rendimiento.

En Guatemala, por ejemplo, se incrementó el rendimiento nacional por unidad de superficie, desde la aparición de la plaga.

C. CONTROL MANUAL

1. Pepena y repela:

En el manejo integrado de la Broca, la primera acción a desarrollar es una intervención a nivel del ciclo anual a fin de modificarlo o cortarlo. Para eso, la medida más eficaz es de eliminar, después de la cosecha, las hembras de interperíodo cafetalero que son las formas de supervivencia y conservación de la plaga. Estas hembras, con su progenie se encuentran en los frutos negros, en la planta o en el suelo y en los frutos verdes dejados en la planta.

Eso es la cosecha sanitaria. Se llama "pepena" cuando se recogen los frutos del suelo "repela" cuando se recogen frutos de la planta. Se deben hacer, pepena y repela, después del final de la cosecha. El fruto recogido se hierve (5 m n) o se trata con pastillas de phostoxin (1/4 quintales) o también se puede enterrar.

2. Repases:

El repase es la acción de recoger los frutos perforados durante la época de fructificación. Necesita mucha mano de obra, ya que hay que revisar las plantas, bandola por bandola, tratando de coleccionar todo el fruto dañado. Lo puede utilizar el pequeño y mediano caficultor porque le resultará más económico.

Para saber la fecha del primer repase hay que conocer los diferentes grados de consistencia por los que atraviesa el fruto del cafeto y los hábitos de perforación de la Broca.

GRADOS DE CONSISTENCIAHABITOS DE PERFORACION

1 Acuoso: semi-lechoso	La broca perfora y abandona el fruto.
2 Lechoso:	La broca perfora y permanece en el canal de perforación.
3 Semi-consistente:	La broca permanece en el canal de perforación y luego continúa su actividad dañando los granos para preparar sus galerías de ovi-posición.
4 Duro Sacan	Se observan todos los estadios y los endospermos (granos) destruidos
5 Duro Maduro	

Se inicia el primer repase cuando el fruto de la primera floración está en el estado semi-consistente (130 a 140 días de la floración en altitudes de 1,000 a 3,500 pies s.n.m.; 150 a 160 días en altitudes de más de 3,500 pies).

Una vez hecho el primer repase, debe iniciarse el segundo, con una frecuencia de 25 días hasta completar 4 repases. El fruto recogido se trata como arriba.

La razón para destruir estos primeros frutos con Broca, es para evitar que la Broca tenga progenie en ellos y más tarde afecte otros frutos.

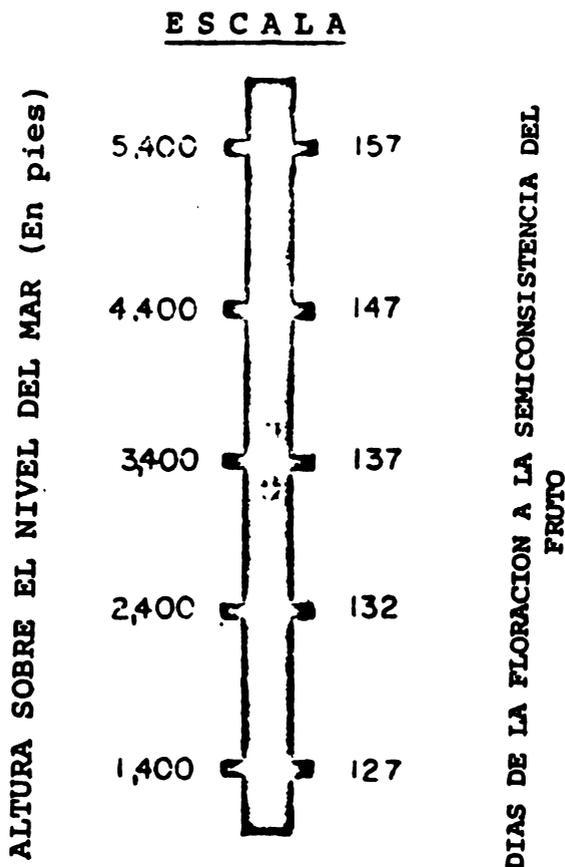
D. CONTROL QUIMICO

Muchas veces, la cosecha sanitaria, después de la época de cosecha, es muy eficiente y permite al caficultor no utilizar insecticidas. Pero, a veces, no es suficiente. El conocimiento sobre las variaciones poblacionales, indicará los momentos más propicios para aplicar el control químico de manera más efectiva.

Control en Guatemala, Salvador y Honduras:

Un método de control químico fue elaborado en Guatemala y más o menos seguido en los demás países.

Para el caso se ha elaborado una escala que tiene que ver con la altura y los días de la floración representativa a la semiconsistencia del fruto, que es el estado del fruto ideal en que la Broca inicie la perforación del endosperma.



A la fecha, de acuerdo con resultado de investigaciones, el control químico debe hacerse.

Ejemplo: En una finca que se encuentra a 3,400 pies s.n.m.; la floración representativa se produce el 20 de febrero. Se podrá iniciar la primera aplicación química 137 días después, o sea el 7 de julio (hacer antes el primer repase, si se hace en esta finca).

Se suele hacer dos aplicaciones de insecticida a 30 días de diferencia conforme a la duración del ciclo de vida. El producto utilizado ha de tener buen efecto de contacto para matar las hembras haciendo las perforaciones en el fruto. Para eso, hasta la fecha el mejor producto que se puede encontrar es el Endosulfán (Thiodan 35 CE, Thionex 35 CE), a razón de 525 g.i.a./manz. en 200 a 400 litros de agua, más 115 cc. de adherente.

Control en México:

- En la provincia de Chiapas, se suele hacer dos aplicaciones de Thiodan 35 CE. Pero la primera aplicación se hace 7 semanas (50 días) después de la floración representativa; la segunda se suele hacer antes de la cosecha.

- Se utiliza solo 280 g.i.a./ha. (sea un poco más de la tercera parte de lo que se utiliza en Guatemala), en 200 litros de agua.

Es oportuno señalar que la calibración adecuada del equipo que se va a utilizar, es importante ya que permite obtener un buen rendimiento y la aplicación de la dosis recomendada.

En época de cosecha, en los beneficios, la pulpa debe espolvorearse diariamente con Thiodan 3%. Esta pulpa tratada no debe volcarse a los ríos ni a la tomas de agua.

Control en los países africanos

La Broca del fruto del café es originaria de Africa donde las investigaciones para controlarla empezaron hace muchos años. Actualmente tiene un método de control integrado que no puede erradicar la Broca, sino que está económicamente rentable.

Las áreas y países infestados ya son conocidos desde hace mucho tiempo, y si la Broca no es un problema en algunas áreas, es que las condiciones ecológicas (temperatura, presencia en gran número de parásitos) no han permitido su desarrollo. Se sabe que las poblaciones de Broca no se desarrollan a partir de una cierta altura sobre el nivel del mar, dependiente de la latitud de la zona. Sobre el ecuador, las brocas constituyen un problema económico hasta más de 2000 m.s.n.m. (Ej: Burundi). Sin embargo, a 5 grados de latitud norte, la broca no es un problema a partir de los 1,200 m.s.n.m.

Por este motivo, las medidas de control se toman sólo en los territorios donde se sabe ya, que la broca es una plaga económicamente importante.

La primera acción recomendada es la cosecha sanitaria, hecha después de la cosecha normal. Durante esta pepeña y repela, los frutos que se quedaron sobre la planta son eliminados, lo mismo que los frutos caídos al suelo. Esto se hace con el propósito de cortar el ciclo anual de las poblaciones de Broca.

No se hace ningún repase, a pesar de su eficiencia, debido a la escasez de mano de obra disponible, pues se encuentran en la temporada de siembra de cultivos básicos.

Muchas veces, esta cosecha sanitaria es suficiente, lo que le ahorraría al caficultor la aplicación de insecticidas.

Umbral de aplicación, iniciando las aplicaciones:

A los dos meses después de la floración representativa, se hace un muestreo en el campo, cuya superficie es más o menos de 0.5 a 1.5 Ha., se recogen 500 frutos consistentes, al azar, de los que se desarrollan de las floraciones locas. Cuando el porcentaje de frutos con brocas vivas es por lo menos de 5% se hacen las aplicaciones de insecticidas.

La época de aplicación se haya cuando el fruto de la floración representativa es del estado de lo que se llama "pequeño guisante" (2.5 a 3.5 meses desde la floración conforme a la altitud y al tipo de cafeto: ARABICA O ROBUSTA.

Fue escogida esta época por 3 razones:

1. Corresponde a la época cuando las hembras pasan de fruto en fruto buscando alimentación. Están más vulnerables en este estado.
2. La pérdida en frutos perforados por las hembras ya pueden ser de 5 a 10%.
3. (Ver figura). Fue establecido que el umbral de 5% de frutos brocados corresponde al umbral de incremento de las poblaciones de broca. Entonces las aplicaciones cortan esos incrementos y el porcentaje de frutos perforados al tiempo de la cosecha se reduce al menos del 5%.

De todas las investigaciones llevadas a cabo hasta la fecha sólo dos (2) productos muestran una muy buena eficiencia en el control integrado de la broca.

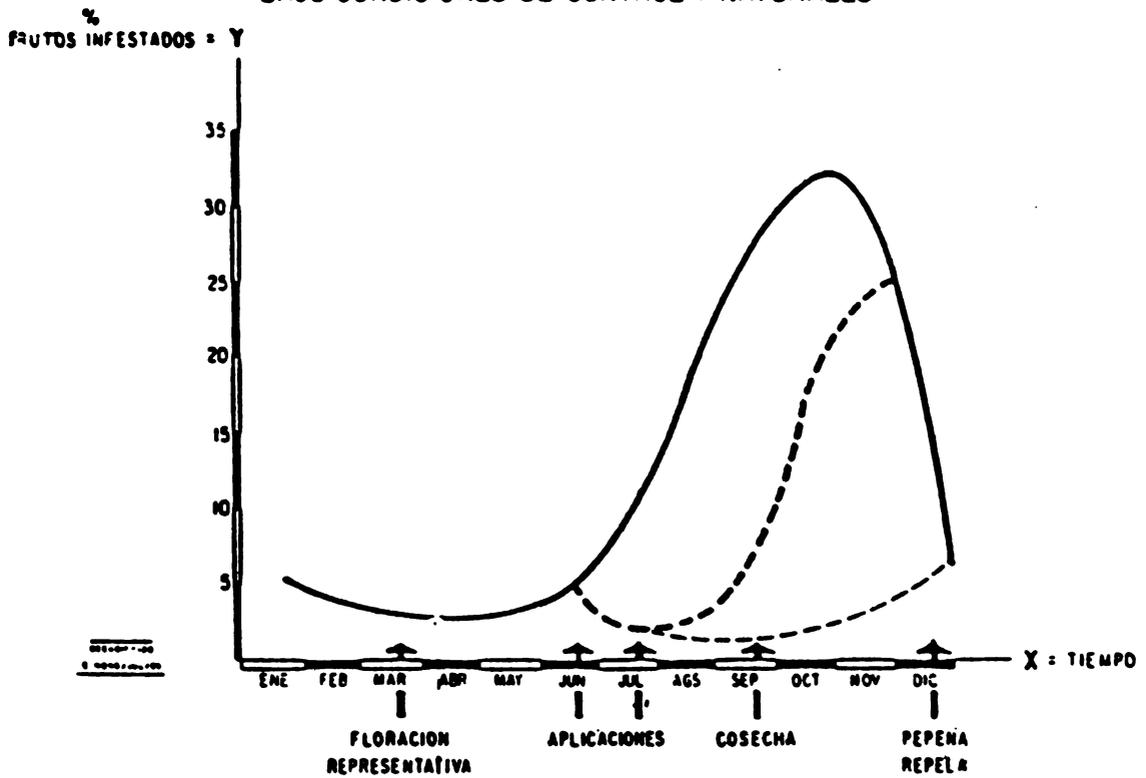
- a) El Endosulfán: 1000 g.i.a./ha. o sea 3 litros de Thiodan 35 CE, ó 2 litros de Thiodan 50 CE desde hace pocos años.

En este caso se hacen dos aplicaciones a 21 días de diferencia, debido a la persistencia del producto y también al largo período nutricional de las hembras.

Hay que notar que el Endosulfán utilizado a la dosis de 3 litros/ha. tiene en esta concentración un efecto de fumigación muy elevado y que mata a las brocas ya en los frutos.

- b) El Lindano: 800 g.i.a./ha. o sea 4 litros de producto comercial formulado a 20%. Tres aplicaciones a 10 días de intervalo.
- * Es recomendado alternar los productos en forma anual o bianual para evitar el fenómeno de resistencia.
 - * Se averiguó que no hay ningún residuo en el café.

**PORCENTAJES DE INFESTACION
POR LA BROCA DEL FRUTO DEL CAFE
BAJO CONDICIONES DE CONTROL Y NATURALES**



- * De investigaciones recientes, aún no confirmadas, se observó que sería posible bajar la dosis de Endosulfán de 1000 a 700 g.i.a./ha. (lo que correspondería la dosis utilizada en Guatemala).
- * Otro producto (fosforado) como el Dursban (Pyrimidos-metyl) podría también tener una buena eficiencia con 1 litro/ha. o sea 480 g.i.a./ha.

EQUIPOS DE ASPERSION

- Equipo de aspersión motorizado: se usa 80 litros de mezcla/ha. en relación con la densidad de siembra (1,100 a 1,350 plantas por hectárea).
- Aspersora de palanca: 400 litros/ha. en relación con la misma densidad.
- Avión o helicóptero: 5 a 25 litros de mezcla/ha.
- Nebulizador: 4 litros de mezcla en diesel/ha.

PRECAUCION: El Endosulfán no se puede nebulizar, toxicidad muy alta en este caso.

RENDIMIENTO DE ESTE CONTROL QUIMICO

El costo de 2 aplicaciones de Thiodan 35 CE, hace dos años correspondía al equivalente de 60 kg. (1.3 qq de café oro).

Se estimó que las dos aplicaciones evitaban las pérdidas de más o menos de 20 a 30% de la producción.

- Por una producción de 1000 kg. por hectárea (= 15 qq/Mz) se evitaba la pérdida de 200 a 300 kg. (sea 3 a 5 qq/Mz).
- Pero, en caso de fincas no tecnificadas, para una producción de 300 a 400 Kg/ha. (o sea de 5 a 6 qq/Mz) se evita la pérdida de más o menos 50 kg (1 qq.)

En estas condiciones los pequeños productores no hacen aplicaciones químicas porque el costo es el mismo, sino que por el contrario, es más alto que la ganancia. Esto, sin embargo, no es tan perjudicial pues permite mantener un equilibrio biológico entre la plaga y sus parásitos.

GENERALIDADES SOBRE NEMATODOS FITOPATOLÓGICOS EN EL CULTIVO DEL CAFETO

* N.M. Tronconi

Son animales típicamente fusiformes (alargados y afilándose para los extremos), el largo para especies del suelo varía entre 0,5 - 4 mm y ancho de 50 a 250 micras. En el caso de las hembras de especies de ciertos géneros parásitos de vegetales como: Meloidogyne y Heterodera durante su desarrollo ocurre un notable aumento a lo ancho, resultando de forma de limón, pera, etc., incapaces de moverse, viviendo como parásitos (Figura A.1 y A.2).

El cuerpo posee un revestimiento no celular, flexible, elástico, formado de un complejo conjunto de sustancias principalmente protéicas, denominado cutícula. Generalmente es transparente, pudiendo además presentarse blanquecina o amarillenta. Generalmente originada por la absorción de sustancias coloridas presentes en el intestino. Estrías o anillos jamás representan septos internos, ya que los nemátodos tienen cuerpo indiviso.

La cavidad bucal, parte del aparato digestivo, puede no existir, siendo sustituida por un órgano llamado estilete con el cual succiona los líquidos del huésped. Carece de aparato respiratorio y circulatorio, contando con sistema nervioso y excretor (LORDELLO 1981, DROPKIN 1980, WALLACE 1963, WALLACE 1973).

Los nemátodos forman 3 grandes grupos: a) parásitos de plantas, b) parásitos de animales c) nemátodos de vida libre (suelo, agua dulce y salada). Dentro de los parásitos de plantas, éstos pueden penetrar en el organismo vegetal, siendo designados como "Endoparásitos". También pueden parasitar la superficie vegetal, introduciendo apenas el estilete y parte del pescozo, constituyéndose como "Ectoparásitos". Sin embargo, no es posible separar en forma rigurosa los dos grupos, ya que una especie dada puede comportarse de las dos formas en diferentes períodos de tiempo o en plantas diferentes. Los endoparásitos pueden penetrar en la fase de larvas y no salir más del hospedero, instalándose definitivamente en los tejidos; siendo así "Sedentario"; otros penetran el vegetal, para luego abandonarlo, regresando al suelo, actuando así como parásitos "Migradores". Los Ectoparásitos conforman la misma clasificación. (LORDELLO 1981, AYOUB 1977).

Todas las partes de las plantas pueden ser invadidas por

* Ing. Agr., M.Sc. Coordinador Programa Fitopatología. IHCAFE 1986.

nemátodos tales como: raíces, tubérculos bulbos, tallos, hojas, flores, frutos y semillas; los ataques a las raíces y otras estructuras subterráneas, son más frecuentes y más importantes.

En el Estado de Sao Paulo, Brasil, los nematologistas estimaron las pérdidas ejercidas en algunos cultivos por nemátodos del género Meloidogyne y por otros encontrados en el estado (Cuadro 1).

CUADRO 1. Pérdidas en % estimadas en São Paulo, Brasil, debido a nemátodos en 1976

CULTIVO	P E R D I D A S E N %	
	Meloidogyne	Meloidogyne + otros
Frijol	5	10
Cítricos	-	10
Café	15	20
Algodón	5	8
Papaya	10	10
Soya	10	15
Caña de azúcar	15	30
Tomate	10	15
Maíz	-	5
Olerícolas	10	15
Papa	10	12
Piña	5	15

El problema nematológico en el cultivo del cafeto se remonta a muchos años, cuando JOBERT en 1878 publicó la primera noticia sobre nemátodos atacando el cultivo en el Estado de Río de Janeiro, Brasil. De este clásico relatorio, GOELDI, en 1887 publicó una descripción del nemátodo clasificándolo como Meloidogyne exigua. Después de haber informado la ocurrencia de M. coffeicola en 1960, LORDELLO & ZAMITH en el Estado de Paraná, LORDELLO & MELLO FILHO en 1970, publicaron la noticia más triste, revelando la presencia de M. incognita, comportándose como el mayor enemigo de la caficultura, no siendo suplantado en su acción nociva por ningún otro organismo animal o vegetal. Ya en 1974 LORDELLO & MONTEIRO, encontraron un cafetal en Sao Paulo infestado con M. hapla.

Cualquiera de las especies anteriormente referidas, presentan importancia económica en la caficultura mundial, sin embargo, M. incognita exhibe acción devastadora, especialmente si las condiciones de suelo y clima le son favorables.

Según MORAES (1974), ALVARENGA (1974) & MORAES (1977), relatan que el poder de infestación de M. exigua no va más allá de seis meses en suelo descubierto, cultivado con maíz o pastos, y que para seguridad un año de rotación, los suelos podrán ser cultivados con cafetos, similar sobrevivencia es atribuible a M. coffeicola y M. incognita (REBEL, et alii 1976).

De manera general, los síntomas típicos de plantas infestadas por especies de este género son:

- presencia de nódulos en las raíces
- áreas de tejido necrótico a lo largo de la raíz
- rajaduras longitudinales
- descoloración de tejidos corticales
- sistema radicular muy reducido
- raíces absorbentes prácticamente escasas.
- clorosis en la parte aérea
- caída prematura de hojas, frutos
- decadencia general
- deficiencias fuertes de nitrógeno y zinc
- marchitez y fácilmente ocurre la muerte

El tamaño de los nódulos, la conformación de las hembras, y definitivamente la configuración peritoneal establecerá la

identificación de la especie.

En relación a fitonemátodos clasificados como endoparásitos migradores tenemos a: Pratylenchus, brachyurus y P. coffeae, los cuales se multiplican en diversas especies de pastos, pudiendo constituir preocupación en cafetales instalados en terrenos anteriormente cultivado con pastos. La sintomatología típica de plantas infestadas con estos nemátodos son:

- Sistema radical necrosado o con estrías longitudinales
- Sistema radical muy pobre
- Defoliación fuerte
- Síntomas fuertes de deficiencias nutricionales
- Enanismo - hojas y frutos pequeños

De manera resumida, los nemátodos que causan mayor problema a la caficultura los podemos agrupar de la manera siguiente:

- a) Endoparásitos sedentarios, causantes de nódulos: Meloidogyne incognita, M. coffeicola, M. exigua, M. hapla, M. jabanica.
- b) Endoparásitos migradores: Pratylenchus coffeae, P. brachyurus.
- c) Ectoparásitos sedentarios: Rotylenchulus reniformes
- d) Ectoparásitos migradores: Xiphinema kruqi, X. brebicolle, Radopholus similis, Ditylenchus sp, Helicotylenchus sp, Tylenchus sp, Criconemella sp, etc.

ARRUDA (1960) en estudios de este tipo muestra en el Cuadro 2 el efecto que M. exigua ejerce sobre el crecimiento y reproducción de plantas de café. Conociendo la serie de problemas que causan los nemátodos a la caficultura, es importante determinar los medios eficientes para contrarrestar sus efectos, de allí que investigaciones orientadas sobre el control de estos microorganismos siguen siendo de primordial importancia. Dentro de los métodos generales de control, LORDELLO (1981) citando a varios autores los agrupa de la manera siguiente:

a) Control Cultural

- Barbecho
- Encharcamiento (inundación del suelo)

- Rotación de cultivos
- Epoca de plantío
- Abonamiento orgánico
- Remoción o destrucción de plantas infectadas
- Nutrición y cuidados generales
- Uso de semilla y plantas no contaminadas

CUADRO 2. Efecto de Meloidogyne exigua sobre el crecimiento y reproducción de cafetos

TRATAMIENTOS	Altura (cm) 1 AÑO	PRODUCCION Kg. CEREZA/10 PLANTAS - 2 AÑOS
Sin nemátodos	54.70	104.37
Con nemátodos	37.50	50.00

ARRUDA 1960

b) Control Biológico. El microorganismo debe cumplir lo siguiente:

- Habilidad y movilidad para hacer presas
- Adaptación al ambiente
- Especificidad de hospedero
- Sincronización con el hospedero
- Habilidad para sobrevivir a periodos sin hospedero

Los más importantes son:

- Hongos predadores o parásitos (Nematophthora gynophyla, Arthrobotrys oligospora, Dactylaria candida, Dactylella sp., Paecilomyces lilacinus).

- Virus
- Bacterias (Bacillus penetrans)
- Nemátodos predadores (Seimura, Discolaimus, Dorylaimus, Actinolaimus, Mononchus)
- Plantas enemigas: aspargo, mostarda, tagetes (flor de muerto). Crotolearia.
- Plantas trampa: plantas susceptibles

c) Control físico

- Calor: Seco y húmedo, vapor más aire, agua caliente
- Pasteurización solar (plástico superficial)
- Radiaciones
- Electricidad

d) Control genético

- Uso de variedades resistentes. Según REBEL & FAZUOLI (1978), el cultivar amphillo de C. arabica (c-1167-19) es usado como porta injerto en áreas infestadas con M. incognita.

e) Control químico. Se incluyen aquí los productos sistémicos o no sistémicos, fumigantes o no fumigantes:

- Bromuro de metilo
- D.D. o Shell D.D. (dicloropropano -dicloropropeno)
- Vapan
- Fosfatos orgánicos (parathion)
- Mocap
- Temik (Aldicarb)
- Furadan (Carbofuran)
- Terracur (Fensulfathion)
- Basamid
- Tecto
- Vidate (Oxamil)
- Nema-cur (Fenamifos)

Aún con estos tipos de control mencionado, existen especies de nemátodos de difícil combate. Para el caso JAEHN (1984) y JAEHN & REBEL (1984), trabajando sobre el control de M. incognita en el cultivo del cafeto (Cuadro 3 y 4), concluyen que aunque ciertos tratamientos sean superiores a los restantes en estudio, la infestación continuó alta (+ 40%); considerando el costo de nematicidas y las demás labores culturales que recibió el cafetal durante 5 años de conducción. La producción fue baja y antieconómica, no justificando con ello la implantación de una nueva labor en suelo infestado por M. incognita, utilizando pulpa de café y un nematicida.

CONSIDERACIONES GENERALES

- Los caficultores deberán preferentemente producir sus propias plántulas, a fin de evitar la introducción de nemátodos. Un tratamiento adecuado del suelo garantizará plantas libres de nemátodos.
- Una nueva planta colocada de inmediato en el sitio donde se retiró otra atacada, tiene mínimas posibilidades de sobrevivir.
- Plantar un nuevo cafetal en terreno infestado es demasiado riesgoso, deberá esperarse como mínimo un año en caso de M. exigua y M. coffeicola. Para M. incognita no se tiene una información segura.
- Infelizmente aún no se dispone de un método adecuado que permita eliminar los nemátodos presentes en un cafetal. Sin embargo, los productos sistémicos ofrecen resultados animadores.
- La caficultura deposita grandes esperanzas en los estudios en avance, orientados a identificar cultivares resistentes especialmente a M. incognita.

CUADRO 3. Niveles de infestación altura y producción de cafetos, tratados con nematicidas.

TRATAMIENTO	NIVEL MEDIO DE INFESTACION	Altura (m) MEDIA	PRODUCCION MEDIA (Kg) CAFE CEREZA DE 4 PLANTAS
Terracur 5 G	3 a	1.25 a	15.44 a
Furadan 5 G	3 a	1.15 ab	8.88 b
Calciclamida	4 b	0.72 cd	8.38 b
Vydate 10 G	3 a	1.07 abc	8.38 b
Vydate líquido	4 b	0.65 d	0.62 c
Nemaqon 20 G	4 b	0.61 d	0.83 c
Temik 10 G	3 a	0.97 bcd	7.93 b
AC-64.475 (blanco)	4 b	0.78 bcd	0.87 c
TESTIGO	4 b	0.61 d	1.59 c

OBSERVACIONES: Medias seguidas por la misma letra, no difieren estadísticamente por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

* Sistema de notas para nivel de infestación

NOTA 1. Ausencia de nemátodos

NOTA 2. 10 - 30% de sistema radical afectado

NOTA 3. 40 - 60% de sistema radical afectado

CUADRO 4. Niveles de infestación, altura y producción de cafetos, tratados con materia orgánica, leguminosas y nematicidas.

TRATAMIENTO	NIVEL MEDIO DE INFESTACION*	ALTURA (m) MEDIA	PRODUCCION DE CAFE BENEF. EN TRES COSECHAS *
Pulpa de café + <u>Crotolaria spectabilis</u>	4 b	1.21 b	12.68 b
Pulpa de café + <u>Vigna sinensis</u>	4 b	1.29 b	12.19 b
Pulpa de café	4 b	1.40 b	14.87 b
Pulpa de café + Terracur	3 a	2.15 a	26.31 a
TESTIGO	4 b	1.41 b	13.07 b

OBSERVACIONES: Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

* Sistema de notas adoptado para nivel de infestación

NOTA 1. Ausencia de nemátodos

NOTA 2. 10-30% de sistema radicular afectado

NOTA 3. 40-60% de sistema radicular afectado

NOTA 4. 80% o más de sistema radicular afectado

** Sacos de 60 Kg/ha.

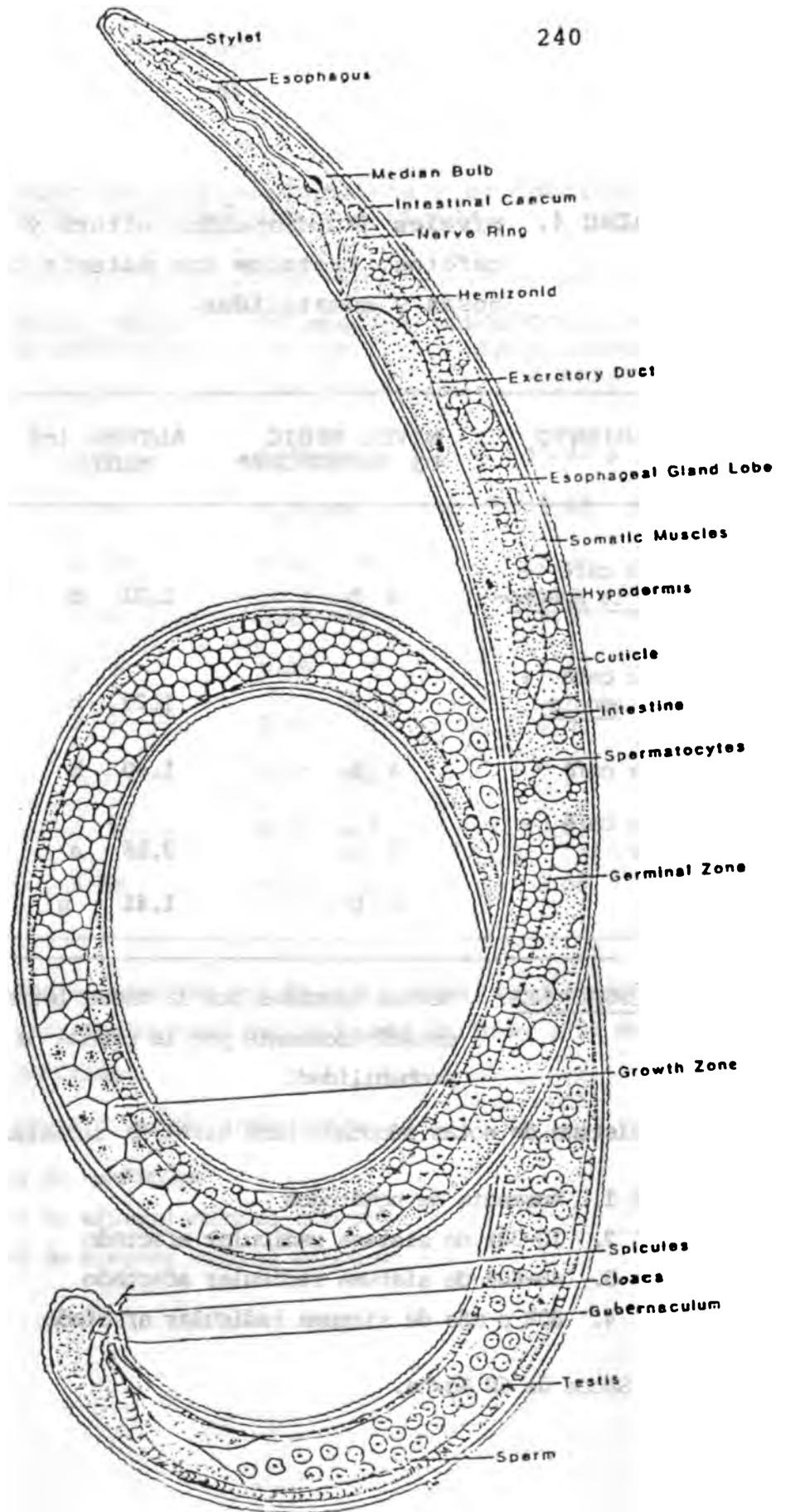


Figura A. 1 - Nemátodos tipo fusiforme.

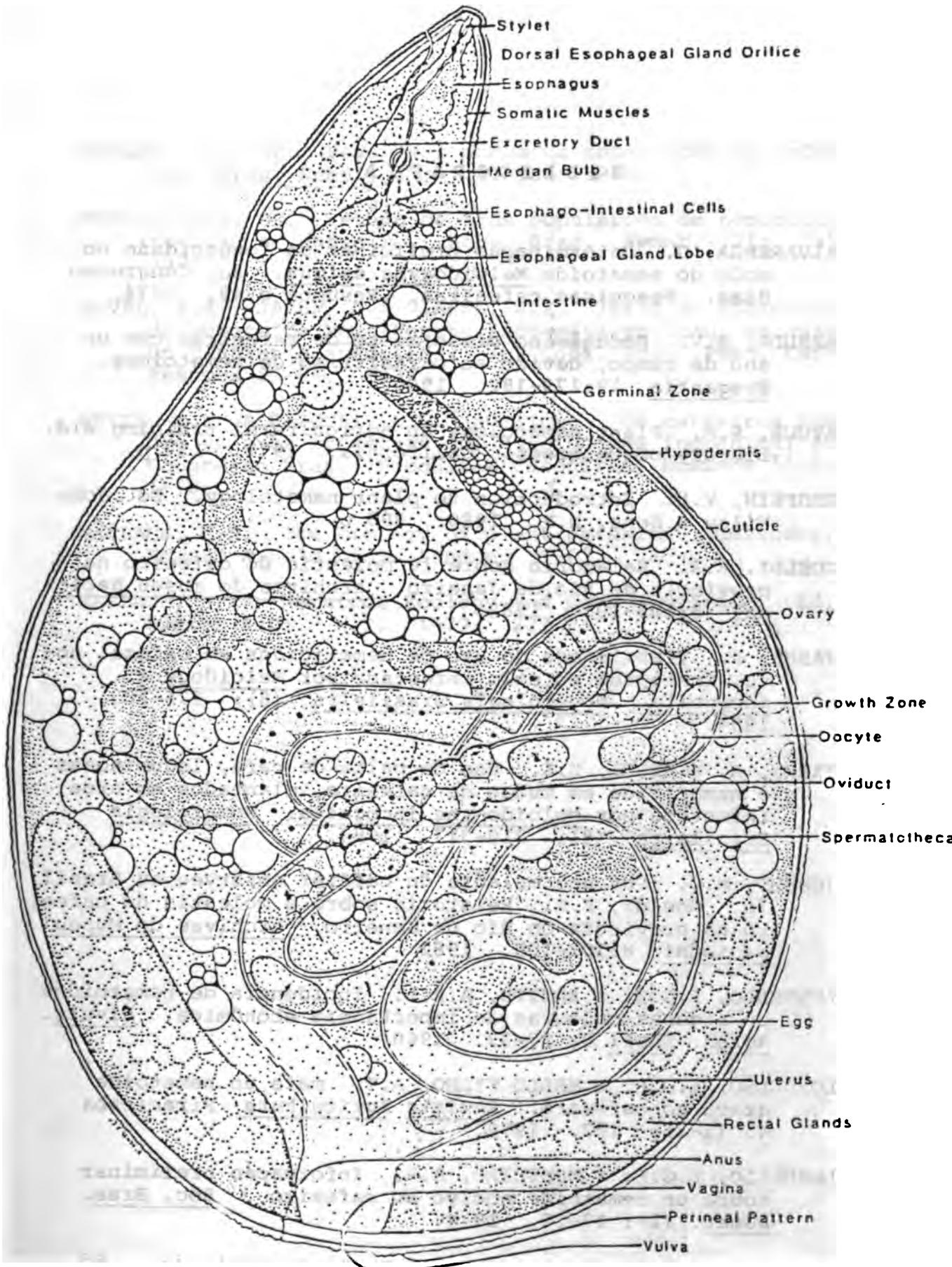


Figura A. 2 - Nemátodos tipo forma de limón.

BIBLIOGRAFIA

- ALVARENGA, G. Determinação preliminar da longenidade no solo do nematoide Meloidogyne exigua. 2o. Congresso Bras. Pesquisas cafeeiras. Resumos p.45. 1974.
- ARRUDA, H.V. Redução no crescimento de cafeeiras com um ano de campo, devido ao parasitismo de nematoides. Bragantia 19:179-182. 1960.
- AYOUB, S.M. Plant nematology an agricultural training aid. Library of Congress. California. 1977. 157 p.
- DROPKIN, V.H. Introduction to plant nematology. Ed. John Wiley & Sons, N.Y. 1980. 293 p.
- GOELDI, E.A. Relatório sobre la molestia do cafeeiro na provincia do Rio de Janeiro. archives do museu Nacional 8:103-105. 1982.
- JAEHN, A. Viabilidade do uso de nematicidas em cafezal novo, instalado em solo infestado por Meloidogyne incognita. Nematologia Brasileira (8): 276-283. 1984.
- JAEHN, A. & REBEL, E.K. Uso de palha de cafe, leguminosas e nematicida em mudas de cafeeiro, plantados em area infestada por Meloidogyne incognita. Nematologia Brasileira (8): 310-317. 1984.
- JOBERT, M.C. Sur une maladie du caféier observee au Bresil. In. Goeldi, E.A. Relatório sobre a molestia do cafeeiro na provincia do Rio de Janeiro. archives do Museu Nacional 8:103-105. 1982
- LORDELLO, L.G.E. & ZAMITH, A.P.L. Incidencia de nematoides en algunas culturas de importancia economica. Divulg. Agron. Shell 2: 27-33. 1960
- LORDELLO, L.G.E. & MELLO FILHO, A.T. mais un nematoide ataca ao cafeeiro. Revista Agricultura Piracicaba 45 (2-3): 102. 1970.
- LORDELLO, L.G.E. & MONTEIRO, A.R. Informação preliminar sobre un nematoide nocivo ao cafeeiro. Soc. Bras. Nemat. (1): 13-15. 1974.
- LORDELLO, L.G.E. Nematoides das plantas cultivadas. Ed. 6a. Livraria Nobel S.A. Brasil. 1981. 314 p.

- MORAES, M.V. DE. Pesquisas sobre os nematoides do cafeeiro. Soc. Bras. Nemat. (1): 81-90. 1974
- MORAES, M.V. DE. Estudo de três populações de nematoides nocivas ao cafeeiro. Soc. Bras. Nemat. (2): 249-255. 1977.
- REVEL, E.K.; JAEHN, A & VIANNA, A.S. Teste de sobrevivencia do nematoide Meloidogyne incognita em solo, na ausencia de plantas hospedeiras. 4o. Cong. Bras. Pesq. Cafeeiros. Resumos 85-86. 1976.
- REVEL, E.K. & FAZOULI, L.C. Avaliação de cafeeiros enxertados em area infestada com Meloidogyne incognita, 6o. Congresso Bras. Pesquisas cafeeiras, Resumos 11-12 p. 1978.
- WALLACE, H.R. The Biology of plant parasitic nematodes. Ed. Edward Arnold Ltd. London, 1963. 280 p.
- WALLACE, H.R. Nematode Ecology and plants disease. Ed. Crane, Russak & Co. N.Y. 1973. 227 p.

COMPORTAMIENTO DE Meloidogyne exigua Goeldi 1887
 EN PLANTAS DE CAFETO (Coffea arabica L.)
 PLANTADAS EN SUBSTRATOS CONTENIENDO DILUICIONES DE
 SUELO + ARENA EN DIFERENTES PROPORCIONES

* Nestor M. Tronconi
 ** Silamar Ferraz
 *** Adair José Regazzi
 **** Jaime Maia Dos Santos

RESUMEN

Meloidogyne exigua Goeldi 1887, es uno de los principales parásitos del café en la mayoría de los países productores, siendo el Neotrópico la principal región de ocurrencia. El experimento fue conducido en el invernadero del Departamento de Fitopatología de la Universidad Federal de Viçosa, Brasil. Se usaron plantas de café cv. "Mundo Novo" de seis meses de edad, plantadas individualmente en vasos de arcilla de 3 litros de capacidad, conteniendo mezcla de suelo y arena en las diluciones de 0%, 16%, 26%, 36%, 46%, 56% y 66% de arcilla. La inoculación fue realizada en el momento de la siembra con 5,000 huevos de M. exigua contenidas en una suspensión acuosa, ajustada a 1000 huevos/ml.

Ochenta y dos días después, fue realizada la evaluación, contándose el número de nódulos por sistema radicular. Los resultados obtenidos muestran que, suelos muy pesados o muy leves no son ideales para el desarrollo de este nemátodo. Cuando decreció el porcentaje de arena, hubo un incremento del número de nódulos, alcanzando su punto máximo en la curva a nivel de 46.67 de arcilla, correspondiente a 175.86 nódulos por sistema radicular: a partir de ese punto, el número de nódulos formados tendió a decrecer conforme disminuye el porcentaje de arena.

-
- * Ing. Agr. M.Sc. Depto. de Investigación Cafetalera, IHCAFE, S. P. S., Honduras
 ** Ing. Agr. Ph.D. Depto. de Fitopatología, UFV, Viçosa, Brasil
 *** Ing. Agr. Ph.D. Depto. de Matemáticas UFV, Viçosa, Brasil
 **** Ing. Agr. M.Sc. Depto. de Fitopatología UFV, Viçosa, Brasil

INTRODUCCION

Muchos cafetales, formados en diferentes regiones, están hoy con mínima productividad debido a baja fertilidad de suelos, edad del cultivo, falta de conservación de suelos, bajos niveles de materia orgánica, ataques frecuentes de plagas y enfermedades, etc. Esos suelos además de exhaustos, poseen aún, un serio agravante, que son los nemátodos del género Meloidogyne.

REBEL et alii (1976) relatan que el comportamiento de un cafetal infestado por Meloidogyne coffeicola varía de acuerdo con el tipo de suelo en que él está implantado; en los Latosolos Rojos, los perjuicios son menores y más retardados de que en suelos de textura arenosa.

Según MORAES et alii (1977) y ALVARENGA (1974), el crecimiento de las plantas de Coffea arabica es poco afectado por M. exigua en suelos fertilizados y con apropiadas prácticas culturales, siendo que su persistencia en el suelo, libre de hospederos no pasa de seis meses. Pratylenchus brachyurus cuando inoculado en plantas hospederas, sembradas en suelo arenoso-limoso, aumenta su patogenicidad y reproducción, ocurriendo también una máxima migración (ENDO, 1959). SZCYGIEL et alii, 1983 relatan que M. hapla no fue influenciada por la textura del suelo, sin embargo, su número fue disminuido en arena.

Efectos de la textura del suelo sobre el desarrollo de M. exigua, han sido poco estudiadas y en la literatura son muy escasos los trabajos relacionados sobre este tema. Tomando en consideración la importancia económica que este microorganismo representa para la caficultura en general, se decidió estudiar los efectos de diferentes diluciones de suelo + arena en el desarrollo de M. exigua en plantas de cafeto.

REVISION DE LITERATURA

M. exigua, de forma general produce pequeños nódulos en las raíces del cafeto, que pueden fácilmente pasar desapercibidos, principalmente cuando el material sufre secamiento; áreas de tejido necrótico pueden ser vistas a lo largo de las raíces. El sistema radicular infectado se observa muy reducido y carente de raíces absorbentes; ya en la parte aérea se verifica clorosis, caída prematura de hojas y decadencia general, conduciendo muchas plantas a muerte principalmente en las épocas de sequía y frío (VERNALHA et alii, 1967/1970; LORDELLO, 1973; LEGUIZAMON &

LOPEZ, 1972).

Según NETO (1974) relata que la patogenicidad de M. exigua es muy variada, dependiendo de su origen y mostrando diferente comportamiento según el tipo de suelo. Levantamientos realizados en cafetales en los municipios de São Paulo señalan altas infestaciones en suelos de textura arenosa, presentando los cafetales síntomas semejantes a los citados anteriormente (CURI et alii, 1970).

VAN GUNDY et alii (1962, 1964) concluyen que el desarrollo y reproducción de Tylenchulus semipenetrans en las plantas de cítricos es incrementada cuando los suelos contienen mayores porcentajes de arena que de arcilla. Según ENDO (1959) para Pratylenchus brachyurus sobre buenas plantas hospederas, los suelos areno-arcillosos son muy favorables para la infección y reproducción y relata aún la ocurrencia de una máxima migración de ese nemátodo, cuando es comparada con otras texturas diferentes. Idénticas conclusiones fueron obtenidas para M. javánica, demostrando que cuando la textura del suelo aumenta en fineza, la infestación del nemátodo formador de nódulos decrece (SLETH, 1965).

MATERIALES Y METODOS

El experimento fue conducido en el invernadero del Depto. de Fitopatología de la Universidad Federal de Viçosa, Brasil. Se usaron plantas de cafeto cv. "Mundo Novo" de seis meses de edad, plantadas individualmente en vasos de arcilla de 3 litros de capacidad, conteniendo mezcla de suelo y arena en las diluciones de 0%, 16%, 26%, 36%, 46%, 56% y 66% de arcilla previamente tratados con bromuro de metilo en la dosis de 60 cc/m³ según indicaciones de CRUZ-FILHO & CHAVES (1979).

La inoculación fue efectuada en el momento de la siembra, con 500 huevos de M. exigua contenidos en una suspensión acuosa, cuya concentración fue ajustada a 1000 huevos/ml obtenidos por el método de HUSSEY & BARKER (1973) modificado por BONETI (1981). Dicho inóculo fue obtenido a partir de plantas de cafeto infectadas, mantenidas en vasos de arcilla de 3 litros de capacidad para la reproducción del inóculo.

Las diluciones mencionadas anteriormente correspondieron respectivamente a los tratamientos No. 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7. Cada tratamiento constituido por diez repeticiones, dispuestas en un delineamiento en bloques al azar, distribuidos en mesas en el invernadero; donde las medias de temperaturas mínimas y

máximas fueron 15°C y 27°C.

Ochenta y dos días después, fue realizada la evaluación de cada sistema radicular, cuidadosamente lavado y eliminando el exceso de agua contenido en las raíces mediante ligera compresión entre dos capas de tejido fino de algodón. Seguidamente fue realizado el conteo del número de nudos por sistema radicular.

Los datos obtenidos, fueron sometidos a pruebas de COCHRAN y BARLETT para verificación de la hipótesis de homogeneidad de varianza y a prueba de Lilliefors para verificación de la hipótesis de normalidad. Una vez que estas hipótesis no fueron rechazadas, los análisis estadísticos se realizaron con los datos originales; siendo analizados mediante regresión conforme sugiere CHEW (1976) en la cual se probaron los efectos lineal, cuadrático y cúbico. La escogencia del modelo fue hecha con base en el coeficiente de determinación, significación de la regresión, desvíos de la regresión y coeficientes de la regresión, adoptándose a un nivel de hasta 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados muestran el efecto de la textura del suelo sobre el desarrollo del nemátodo. El número de nódulos formados por sistema radicular establece diferencias entre los tratamientos conforme es indicado en el Cuadro 1. Se puede notar que los tratamientos constituidos de mayor porcentaje de arena tuvieron comportamiento semejante a los tratamientos constituidos por el mayor porcentaje de arcilla, en lo referente al número de nódulos.

El análisis de varianza de la regresión del número de nudos en función del porcentaje de arcilla (Cuadro 2), mostró un efecto lineal y cuadrático significativo, al nivel de 1% de probabilidad para la prueba de F. En la Figura 1 se observa que las diluciones de suelo + arena ejercen un efecto cuadrático sobre el desarrollo de *M. exigua*, representando en la curva un punto máximo a un nivel de 46.67% de arcilla, correspondiente a 175.86 nódulos por sistema radicular; a partir de ese punto, el número de nódulos formados tendió a decrecer conforme disminuye el porcentaje de arena.

Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos por SZCZYGIEL *et alii* (1983), quienes relatan que la patogenicidad y la población fina del *Pratylenchus penetrans* fue alta en suelos leves; suelos conteniendo 30% de arcilla y 11% de limo permitió mayor desarrollo de *Longidorus elongatus*.

Según STEPHAN & ESTEY (1982), las larvas de M. exigua se mueven más y producen mayor número de nódulos en plantas de tomate cuando son inoculadas en suelos limo-arenoso, no ocurriendo ninguna migración en suelos areno-arcilloso-limoso. De igual manera GEORGIS & POINAR (1983) encontraron que el número de larvas juveniles de Neoplectona glaseri que migraron e infectaron larvas de mariposa colocadas en el suelo, decreció cuando la proporción de arcilla y limo fue superior.

De forma general, verificase que la mayoría de los nemátodos mantienen cierta preferencia por los suelos arcillo-arenosos. Así M. exigua demostró tener mayor desarrollo en plantas de café, cuando fueron plantadas en suelos con un nivel de 46% de arcilla, mayores o menores niveles redujeron su desarrollo.

CUADRO 1. Número de Nódulos de Meloidogyne exigua formados en cafetos plantados en diferentes diluciones de suelo y arena.

Tratamientos No.	Porcentaje de Arcilla	No. de Nódulos por sistema radicular
1	0	69.00
2	16	175.30
3	26	127.00
4	36	168.60
5	46	182.80
6	56	162.30
7	66	165.50

CUADRO 2. Resumen del análisis de varianzá de regresión para el número de nódulos por sistema radicular de M. exigua en plantas de cafeto.

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrado Medio
Efecto lineal	1	42428.10 **
Efecto cuadrático	1	24247.70 **
Efecto cúbico	1	3627.62 ns
Desvíos de la regresión	3	8376.67 ns
(Tratamientos)	(6)	
Bloques	9	
Residuo	54	3028,31

** Significativo para la prueba de F, al nivel de 1 % de probabilidad.

ns No significativo para la prueba de F, al nivel de 5% de probabilidad.

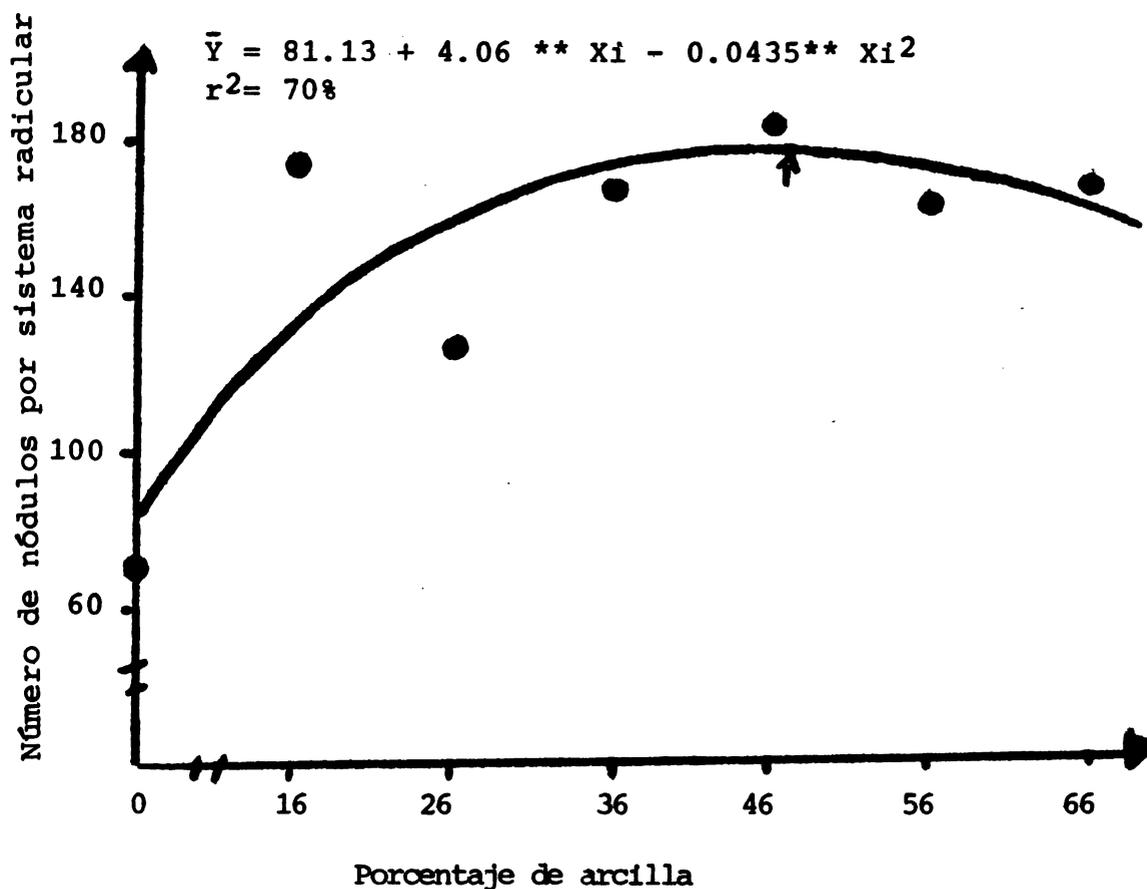


Figura 1. Medias correspondientes al número de nódulos (Y_i) en plantas de cafeto, inoculadas con Meloidogyne exigua Coeldi 1887, en función de site diluciones de suelo + arena (X_i)

** Significativo para la prueba de F, al nivel de probabilidad, punto máximo en la curva, observado al nivel de 46.67 de arcilla, correspondiente a 175.86 nódulos por sistema radicular.

CONCLUSIONES

El estudio del comportamiento de M. exigua en substratos de diferentes proporciones de suelo y arena, en plantas de café, mostró que suelos muy pesados o muy leves, no son ideales para el desarrollo del nemátodo. Cuando decreció el porcentaje de arena hubo un incremento en el número de nódulos, alcanzando su punto máximo en la curva al nivel de 46.67% de arcilla, correspondiendo a 175.86 nódulos, a partir de ese punto, el número de nódulos tendió a decrecer, conforme decrecía el porcentaje de arena.

Queda evidenciado que M. exigua, así como la mayoría de los nemátodos, posee cierta preferencia por suelos de textura arenosa en relación a suelos arcillosos.

RECOMENDACIONES

Es menester que próximos trabajos inclinados a este tipo de estudios, sean conducidos durante un período no menor de un año, ya que con este tiempo de exposición los resultados obtenidos vendrían a dar mayor solidez a los ya encontrados en este ensayo.

Los substratos conteniendo elevados porcentajes de arena una vez inoculados con el nemátodo deberán tenerse cuidado en el momento de la irrigación normal, ya que es muy fácil provocar la percolación de huevos hacia el fondo de los vasos, lo que haría difícil el contacto del inóculo con las raíces de la planta.

Conducir un ensayo semejante, en condiciones de campo y así efectuar comparaciones en el comportamiento de este nemátodo.

B I B L I O G R A F I A

- ALVARENGA, G. Determinação preliminar da longevidade no solo, do nematode Meloidogyne exigua, Anais do 2º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. p 45, IBC-RJ, 1974. In: RESULTADOS DE PESQUISAS CAFEIRAS 1971/1972. Resumos IBC, Rio de Janeiro, 1983. p. 269.
- BONETI, J.I. da S. Inter-relacionamento de micronutrientes con o parasitismo de Meloidogyne exigua em mudas de cafeeiro (Coffea arabica L.) Vicosã, UFV, Empresa Universitaria, 1981 74 p (tesis M. Sc.)
- CHEW, V. Comparing Treatment Means: A Compendium. Hort Science 11 (4): 348-357. 1976.
- CRUZ J. da & CHAVES, G.M. Antibióticos, Fungicidas e Nematicidas empregados no controle de doenças das plantas Universidade Federal de Vicosã, Centro de Ensino e Extensão. Vicosã, MG, 1979. 257 p.
- CURI, S.M.; LORDELLO, L.G.E.; BONA, A. de & CINTRA, A.F. Atual distribuição geográfica das nematóides do cafeeiro (Meloidogyne coffeicola e M. exigua). no Estado de São Paulo. O Biológico, 36 (1): 26-28. 1970.
- ENDO, B.Y. Responses of roots-lesion nematodes, Pratylenchus brachyurus and P. Zeae, to various plants and soil types. Phytopathology, 49 (7): 417-421. 1959.
- GEORGIS, R. & POINAR, Jr., G.O. Effect of soil texture on the distribution and infectivity of Neoplectona glaseri (Nematoda: Steirnerneematidae). Journal of Nematology, 15 (3): 329-332. 1983
- HUSSYE, R.S. & BARKER, K.R. A Comparison of methods for collecting inocula of Meloidogyne spp., including a new technique Plant Disease Reporter, 57 (12): 1025-1028. 1973.
- LEGUIZAMON, C.J. & LOPEZ, D.S. Nemátodos en plantaciones de café en Colombia. CENICAFE, Avances Técnicos No. 20. 1972. 4 p.
- LORDELLO, L.G.E. Nematóides das plantas cultivadas. 2ªed. São Paulo, Nabel, 1973, 141 p.

- MORAES, M.V. de; LORDELLO, L.G.E.; REIS, A.J.; THOMAZIELLO, R.A.; LORDELLO, R.R.A.; GONCALVES, W. Crops rotation trial on land infested with Meloidogyne exigua. Sociedade Brasileira de nematologia, 257-265. 1977.
- NETO, R.M. Study of differences of pathogenicity in Meloidogyne exigua on Coffea in Sao Paulo State. Solo, 66 (2): 23-27. 1974
- REBEL, E.K.; GONGALVEZ, J.C. & LORDELLO, L.G.E. Considerações sobre o comportamento de Meloidogyne coffeicola em mudas, cafezais novos e cafezais recepados. Anais do 4º Congresso Varsileiro de Pesquisas Cafeeiras, p. 11-12. IBC-R, J., 1976. In: RESULTADOS DE PESQUISAS CAFEERAS 1971/1972, Resumas, IBC. Rio de Janeiro, 1983. p. 280.
- SLETH, B. & REYNOLDS, H.W. Roots-Knots nemátodos infestation as influenced by soil texture. Soil Science 80 (6): 459:461. 1965.
- SZCZYGIEL, A.; SOROKA, A. & ZEPP, A. Effect of soil texture on population and pathogenicity of Meloidogyne hapla, Pratylenchus penetrans and Longidorus elongatus to strawberry plants. Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych, 278:77-86. 1983. In: HELMINTHOLOGICAL ABSTRACT, Serie B, 53 (3): 151. 1984.
- VAN GUNDY, S.D. & MARTIN, J.P. Soil texture, PH and moisture effects on the development of citrus nematode (Tylenchulus semipenetrans). Phytopathology, 52 (1): 3-1962.
- VAN GUNDY, S.D.; MARTIN, J.P. & TSAO, P.H. Some soil factors influencing reproduction of citrus nematode and growth reduction of sweet orange seedlings. Phytopathology 54 (3): 294-299. 1964.
- VERNALHA, M.M.; ZAPPIA, O.; MANSUR, R. & RODRIGUEZ, S. Sobre a ocorrência de nematóides do cafeeiro no Estado de Paraná. Arquivos de Biologia e Tecnologia, 13 (4): 33-37. 1967/1970.

**EVALUACION DEL EFECTO DE LA PULPA DE CAFE, MEZCLADA AL SUELO EN
EL DESARROLLO DE Meloidogyne exigua Goeldi 1887, EN
PLANTAS DEL CAFETO (Coffea arábica L.)**

* Nestor M. Tronconi
** Silmar Ferraz
*** Adair José Regazzi
**** Jaime Maia Dos Santos

RESUMEN

El presente trabajo fue conducido bajo condiciones de invernadero del Departamento de Fitopatología de la Universidad Federal de Viçosa, Brasil, por un período de sesenta días; se utilizaron vasos de plástico de 3 litros de capacidad, conteniendo una mezcla de pulpa de café descompuesta y suelo; en los porcentajes de 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 y 0:100, respectivamente, como substrato. Una planta de café cv. "Catuaí Rojo" 2147, fue plantada en cada vaso e inoculada en el momento con 5,000 huevos de Meloidogyne exigua Goeldi 1887.

Sesenta días después se evaluaron los parámetros siguientes: altura de la planta; peso de materia fresca de la parte aérea, número de hojas por planta, número de nódulos y de huevos por sistema radicular por planta.

Los resultados obtenidos demuestran que el número de nódulos fue significativamente reducido con el aumento de la concentración de la pulpa de café en el substrato, llegando a impedir la reproducción del nemátodo en los dos niveles más altos. Se constató una relación inversa entre el número de nódulos y de huevos por sistema radicular en relación al crecimiento y peso de materia fresca de la parte aérea.

-
- * Ing. Agr. M.Sc. Departamento de Investigación Cafetalera, IHCAFE, San Pedro Sula, Honduras
- ** Ing. Agr. Ph.D. Departamento de Fitopatología, UFV Vicosa, Brasil
- *** Ing. Agr. Ph.D. Departamento de Matemáticas UFV Vicosa, Brasil
- **** Ing. Agr. M.Sc. Departamento de Fitopatología, UFV Vicosa, Brasil

INTRODUCCION

En muchas regiones, la agresividad de determinadas especies del género Meloidogyne en el cultivo del cafeto, ha contribuido para tornar público el hecho de que entre los fitonemátodos son encontrados enemigos muy serios, como ocurrió con Meloidogyne exigua, que al final del siglo pasado destruyó extensas áreas cultivadas en el estado de Río de Janeiro, forzando la sustitución del cultivo por otros (LORDELLO, 1981; BONETI et alii, 1982; CURI & SILVEIRA, 1978; NETO, 1972).

La pulpa de café es un sub-producto del beneficio del grano, abundante y rico en macro y microelementos esenciales, constituyendo 40% del fruto, su valor principal está representado en su calidad como abono orgánico, habiéndose verificado que 1 parte de pulpa más tres de suelo usado como substrato en la producción de plantas de cafeto, además de producir plantas más vigorosas, éstas son menos afectadas por el hongo Cercospora coffeicola (PARRA, 1959, CADENA, 1982).

Según JOHNSON (1959), MIAN & RODRIGUEZ (1982), los residuos de materia orgánica de ciertas plantas, incorporadas al suelo, reducen el número de nódulos/sistema radicular en plantas previamente inoculadas con Meloidogyne.

Sobre el efecto que la pulpa de café puede tener en las poblaciones de nemátodos, no está muy bien esclarecido; resulta difícil encontrar en la literatura trabajos relacionadas al respecto. Debido a esto, y en vista de ser la pulpa, un material abundante en la producción del grano; nuestro propósito principal fue determinar el comportamiento de M. exigua en sustratos conteniendo pulpa descompuesta de café.

MATERIALES Y METODOS

El estudio fue conducido en el invernadero del Departamento de Fitopatología de la UFV, Viçosa, Brasil; se utilizaron vasos plásticos de tres litros de capacidad, conteniendo mezclas de pulpa de café descompuesta y sólo en los porcentajes de 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 y 0:100 respectivamente, previamente tratados con bromuro de metilo en la dosis de 60 cc/m³, según sugiere CRUZ, FILHO & CHAVEZ (1979).

Una planta de cafeto CV "Catuaí Rojo" UFV-2147, en el estado de "Chapola", fue plantada individualmente en los vasos. La

inoculación fue efectuada en el momento de la siembra con 5000 huevos de *M. exigua*, contenidos en 5 ml. de una suspensión acuosa, ajustada dicha concentración a 1000 huevos/ml, obtenidos por el método de HUSSEY & BAKER (1973), modificado por BONETI (1981). Ese inóculo fue obtenido a partir de plantas infestadas mantenidas en vasos de arcilla en invernadero.

Cada tratamiento estaba constituido de plantas con y sin inóculo, con un número de 5 repeticiones, dispuestas en un delineamiento enteramente al azar, distribuidos sobre una mesa, donde las temperaturas medias de las mínimas y máximas, durante el período de ensayo fueron de 16°C y 30°C respectivamente.

Las proporciones de pulpa y suelo en estudio, correspondieron respectivamente a los tratamientos Nos. 1,2,3, 4 y 5, más el tratamiento No. 6, constituido de una capa de tres centímetros de espesura de pulpa colada superficialmente sobre vasos conteniendo suelo puro.

Sesenta días después se evaluó el ensayo, determinándose los parámetros siguientes: Número de nódulos y huevos/sistema radical, peso de la materia fresca de la parte aérea y del sistema radical, longitud del sistema radical, altura de la planta y número de hojas totales por planta.

Los datos obtenidos fueron sometidos a pruebas de Cochran y Barlett, para verificación de la hipótesis de homogeneidad de varianza y a prueba de Lilliefors, para verificación de la hipótesis de normalidad. Una vez que estas hipótesis no fueron rechazadas, los análisis estadísticos se realizaron con los datos originales; siendo analizados mediante regresión, conforme sugiere CHEW (1976), en la cual se probaron los efectos lineal, cuadrática y cúbica. La escogencia del modelo, fue hecha con base en el coeficiente de determinación, significación de la regresión, desvíos de la regresión y coeficientes de la regresión, adoptándose un nivel de hasta 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

La acción parasítica de *M. exigua* en plantas de cafeto, crecidas en las diferentes proporciones de pulpa y suelo, fue afectada negativamente a medida que se aumenta el porcentaje de pulpa.

El número de nódulos y de huevos obtenidos, establece diferencias entre los tratamientos, así los tratamientos consti-

tuidos por 50%, 25% y 0% de pulpa, presentaron el mayor número de nódulos y el tratamiento constituido de 0% de pulpa (Suelo puro), fue superior a los otros, para el número de huevos/sistema radical. (Cuadros 1 y 2).

CUADRO 1. Efecto de la pulpa de café descompuesta sobre el desarrollo de *M. exigua* Goeldi 1887, en plantas de cafeto

Tratamientos	No. de Módulos*	No. de Huevos*	Longitud del Sistema Radical (cm) *	Peso de la Materia Fresca		Altura cm *	No. de Hojas*
				Sist. Rad.	(g)* Aérea		
1	29.80	0.00	11.55	0.76	1.75	6.95	6.00
2	38.00	0.00	12.10	0.76	1.45	7.25	6.40
3	90.00	56.80	13.60	0.70	1.16	6.45	6.40
4	95.20	72.00	12.70	0.72	0.80	5.40	4.40
5	96.80	218.00	12.80	0.85	0.67	5.37	4.00
6	75.80	118.00	9.70	0.66	0.56	4.50	5.20

* MEDIAS DE CINCO REPETICIONES

CUADRO 2. Efecto de la pulpa de café descompuesta en el crecimiento de plantas de cafeto (*Coffea arábica*)

Tratamientos	Longitud del Sistema radical (cm)*	Peso de la materia fresca		Altura (cm)*	No. de Hojas
		Sist. Radical	Aerea		
1	12.00	0.49	1.44	7.25	6.80
2	13.70	0.62	1.59	7.20	6.80
3	17.00	0.36	1.20	6.35	6.40
4	18.10	0.38	1.25	6.00	6.00
5	15.40	0.49	0.89	6.60	5.60
6	12.10	0.42	0.95	5,85	5.60

* MEDIAS DE CINCO REPETICIONES

M. exigua no alteró significativamente la longitud y el peso de la materia fresca del sistema radical. Para el peso de la materia fresca de la parte aérea en la presencia del nemátodo, se notó que tratamientos con 100%, 75%, 50% y 25% de pulpa, son superiores a los restantes, de igual manera 100%, 75% y 50% de pulpa sobresalieron a los otros en cuanto a la altura y número de hojas totales/planta. De forma general se nota que los tratamientos constituidos de menor porcentaje de pulpa ocasionan mayor desarrollo del nemátodo, reduciendo de esa forma el crecimiento del hospedero.

Los resultados del análisis de varianza de la regresión para los tratamientos, tanto en la presencia como en la ausencia de M. exigua se presentan en los Cuadros 3 y 4.

Los resultados muestran de manera general que el desarrollo de M. exigua es poco afectado a bajas concentraciones de pulpa, siendo afectado negativamente a concentraciones mayores. Sucede al inverso con el crecimiento del hospedero que es favorecido a concentraciones mayores de pulpa (Figuras 1, 2, 3, 4 y 5).

El número de hojas formadas en la presencia del nemátodo, presentó un leve incremento a medida que fue decreciendo la concentración de pulpa, alcanzando en la curva un punto máximo al nivel de 68% de pulpa, que corresponde a un número de 6.49 hojas totales/planta. A partir de este punto, el número de hojas comenzó a decrecer, ya que reduciendo la concentración de la pulpa, la población del nemátodo comienza a ser menos afectada.

SZCZYGIEL & ZEPP (1984), al estudiar el efecto de la materia orgánica del suelo sobre la población y patogenicidad de Pratylenchus penetrans y Longidorus elongatus, en el cultivo de la fresa, encontraron que altas concentraciones de materia orgánica fueron negativas para el desenvolvimiento de estos nemátodos, decreciendo significativamente su patogenicidad.

CUADRO 3. Resumen del análisis de varianza de la regresión sobre la influencia de la pulpa de café mezclada al suelo en el desarrollo de Meloidogyne exigua Goeldi 1887

Fuentes de Variación	GL	No. de Nódulos	No. de Huevos	Peso de Mat.		Altura (cm)	No. de Hojas
				Fresca	Aérea		
				(g)			
Efecto lineal	1	18278.70**	129032.00*	1.64	**	12.55**	18.00 **
Efecto cuadrático	1	1285.70 NS	22392.95 NS	0.19	NS	0.30 NS	4.65 **
Efecto cúbico	1	1120.90 NS	2724.60 NS	0.26	NS	2.25 NS	2.00 **
Desvío de la regresión	1	1281.18 NS	5251.01 NS	0.00	NS	0.02 NS	1.90 NS
Tratamientos	(4)						
Residuo	20	479.63	22372.25	0.0843		0.79	0.48

* Significativo por la prueba de F, al nivel de 5% de probabilidad.

** Significativo por la prueba de F, al nivel de 1% de probabilidad.

NS No significativo por la prueba de F, al nivel de 5% de probabilidad.

CUADRO 4. Resumen del análisis de varianza de regresión sobre el efecto de la pulpa de café mezclado al suelo en el crecimiento del cafeto (Coffea arábica L)

Fuentes de Variación	Gl.	CUADRADOS		MEDIOS	
		Longitud del Sistema Radical (cm)		Peso de la Materia Fresca	Aérea (g)
Efecto lineal	1	62.72 **		1.04 **	
Efecto cuadrático	1	43.22 **		0.12 NS	
Efecto cúbico	1	14.60 NS		0.09 NS	
Desvío de la regresión	1	0.77 NS		0.24 NS	
Tratamientos	(4)				
Residuo	20	2.39		0.117	

* Significativo por la prueba de F, al nivel de 1% de probabilidad.

NS No significativo por la prueba de F, al nivel de 5% de probabilidad.

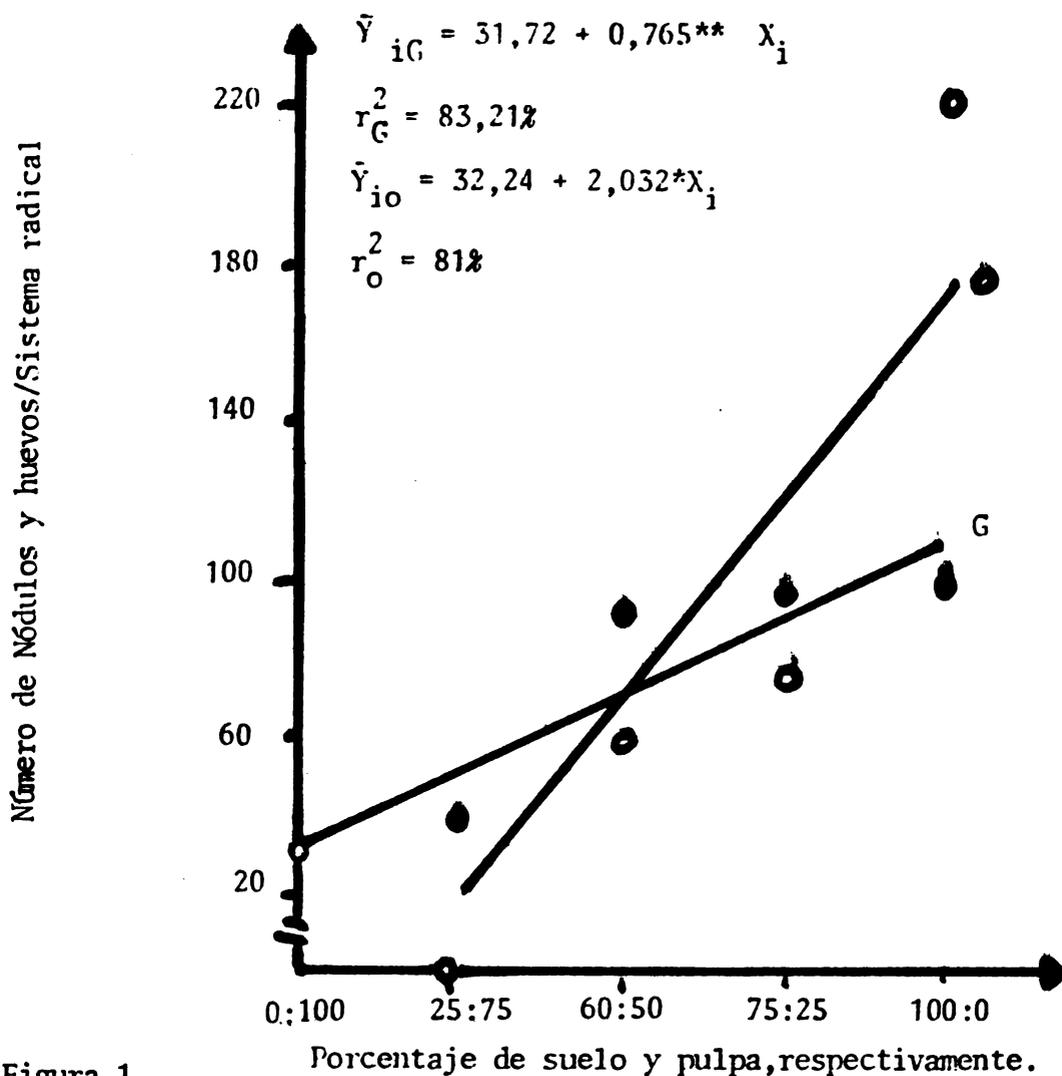


Figura 1.

Número de nódulos y huevos de Meloidogyne exigua/Sistema radical, obtenidos en plantas de cafeto crecidos en una mezcla de suelo y pulpa de café evaluadas 60 días después de la inoculación.

** Significativo por la prueba de F a nivel de 1% de probabilidad;

* Significativo por la prueba de F a nivel de 5% de probabilidad;

G y ● - nódulos, ● - huevos.

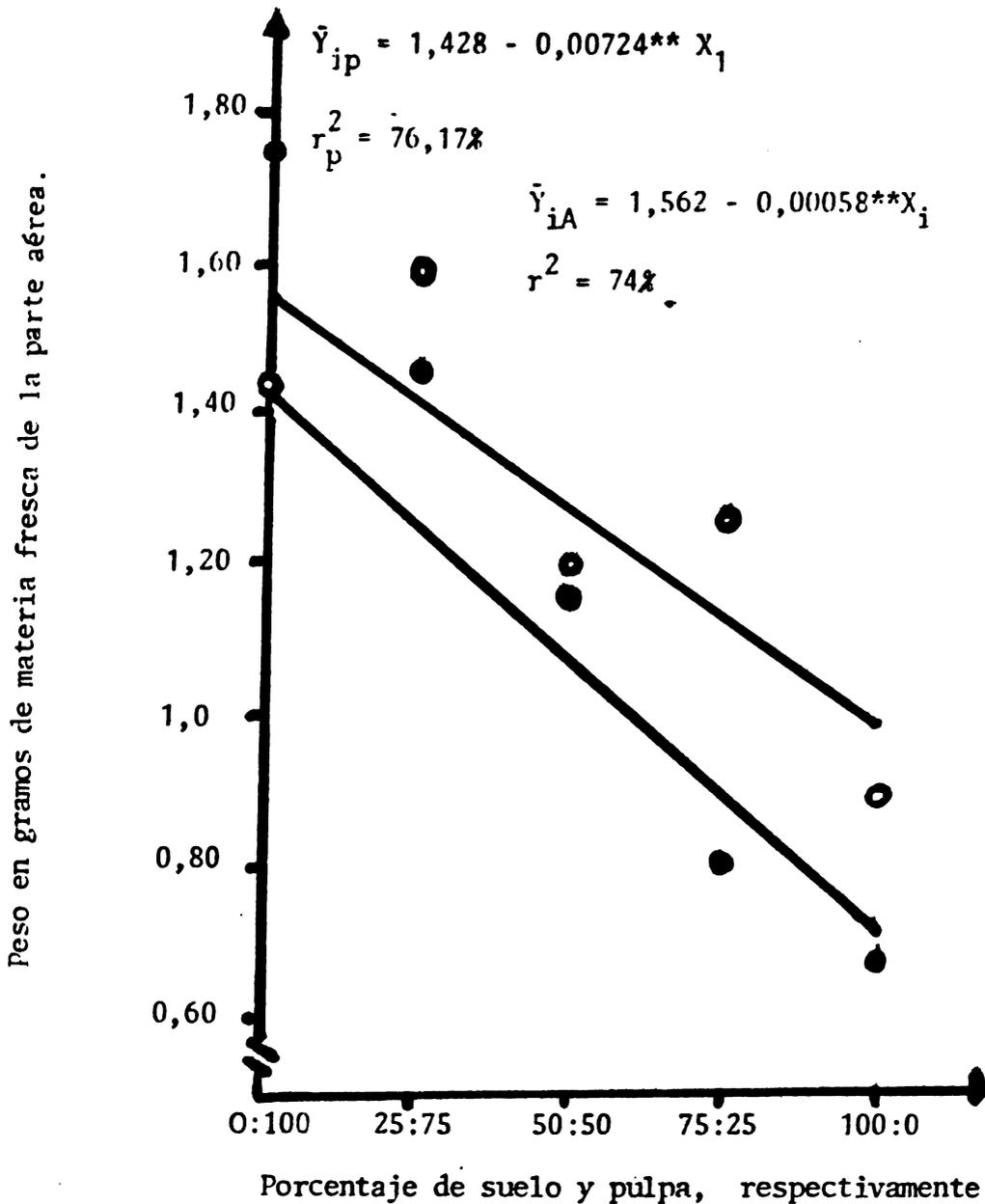


Figura 2. Peso de la materia fresco de la parte aérea de plantas de cafeto crecidas en una mezcla de suelo y pulpa de café, evaluadas 60 días después de la inoculación.

** Significativo por la prueba de F al nivel de 1% de probabilidad. ● y ○ - presencia y ausencia de Meloidogyne exigua.

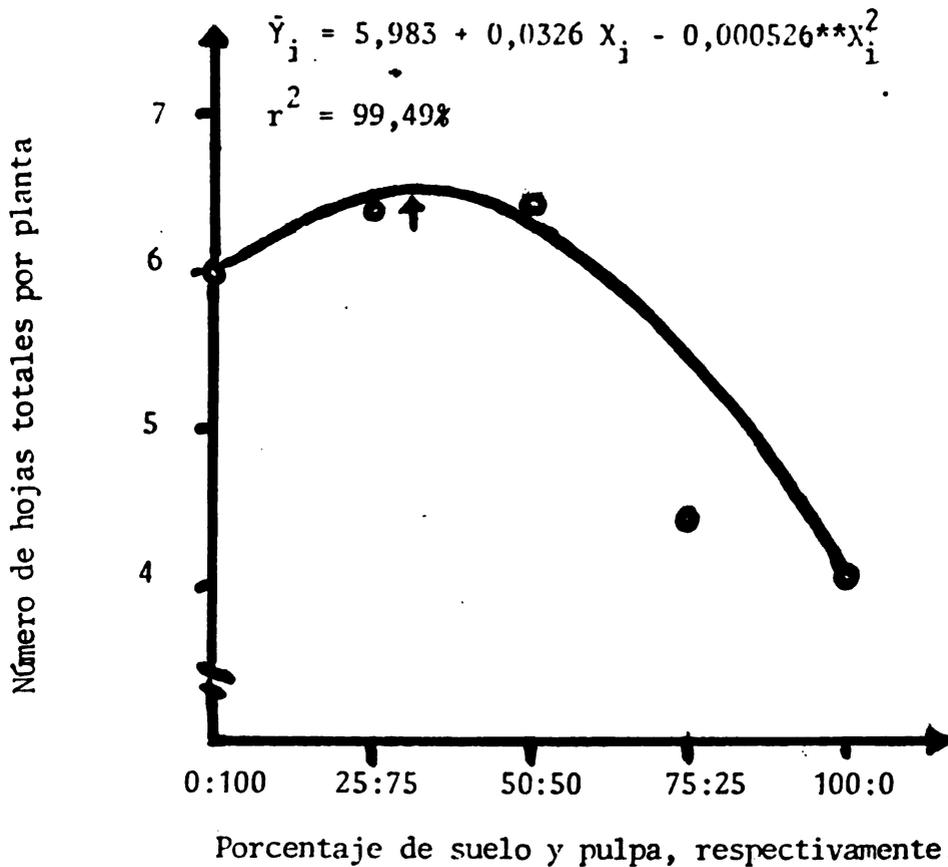
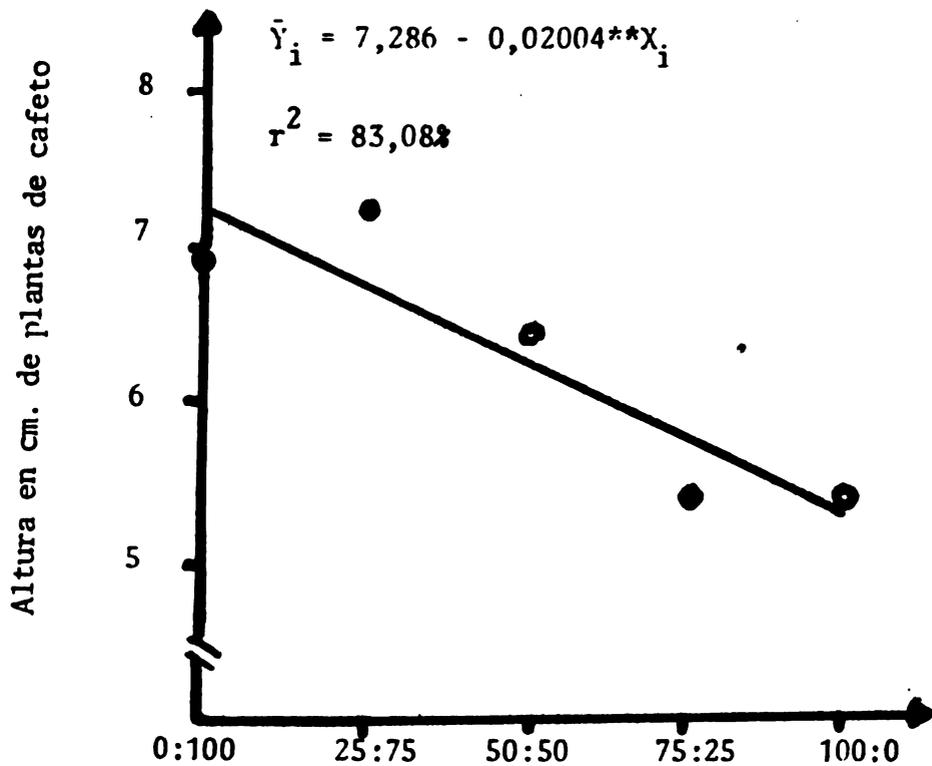


Figura 3. Número de hojas totales de plantas de cafeto crecidas en una mezcla de suelo y pulpa de café e inoculadas con *Meloidogyne exigua*, evaluadas a 60 días después de la inoculación.

** Significativo por la prueba de F al nivel de 1% de probabilidad. ↑ punto de máximo de la curva, observado a nivel de 69% de pulpa correspondiente a 6.49 hojas totales por planta.



Porcentaje de suelo y pulpa, respectivamente.

Figura 4. Altura de plantas de cafeto crecidas en una mezcla de suelo y pulpa de café e inoculadas con Meloidogyne exigua, evaluadas 60 días después de la inoculación.

** Significativo por la prueba F , al nivel de 1% de probabilidad.

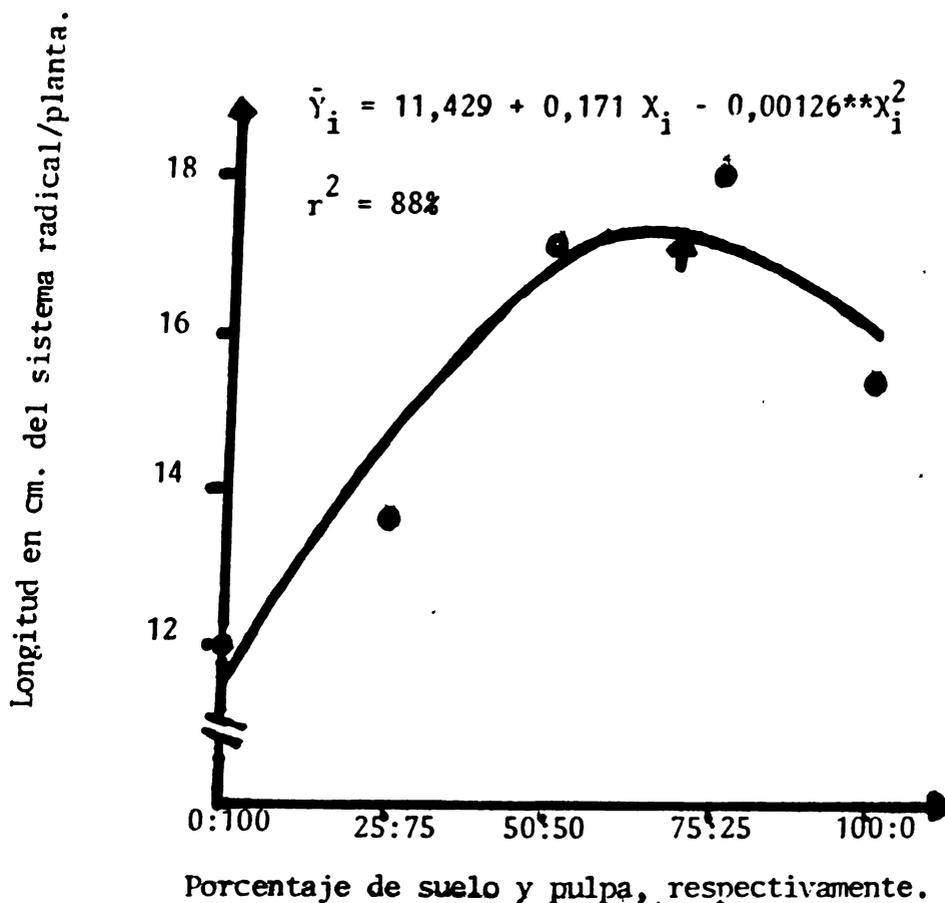


Figura 5. Longitud del sistema radical/planta, obtenido en plantas de cafeto crecidas en una mezcla de suelo y pulpa de café, en la ausencia de Meloidogyne exigua, evaluada 60 días después de sembradas.

** Significativo por la prueba de Fal nivel de 1% de probabilidad. punto de máximo de la curva, observado al nivel de 32,14% de pulpa correspondiente a 17,23 cm. de longitud del sistema radical por planta.

Para LOPEZ & CALLE (1956), PARRA (1959) y CADENA (1982), el aumento de la materia orgánica de las dosis intercambiables, la capacidad total de cambio y el valor del PH, se ha atribuido, a aplicaciones de pulpa de café, lo que proporcionó mayor crecimiento de las plantas presumiéndose actuar como material de naturaleza fosfórica y mejorando la estructura del suelo. Esta naturaleza de la pulpa, posiblemente esté actuando en la reducción de la actividad de M. exigua, coincidiendo así con los relatos de OLIVEIRA (1984), quien constató que el fósforo a niveles mayores de 100 ppm inhibió el desarrollo de M. javanica en plantas de frijol.

Nuestros resultados concuerdan también con los estudios de JAEHN & REBEL (1980), relatando que la asociación pulpa + fensulfathion, resultó en la mejor formación de plantas de cafeto, y aunque no erradicó a M. incognita, fue el único tratamiento que obtuvo los mejores niveles de producción.

CONCLUSIONES

El estudio envolviendo pulpa de café descompuesta en los porcentajes de 100, 75, 50, 25 y 0, mezclada al suelo, sobre el desarrollo de M. exigua en el cultivo del cafeto, evidenció que ese subproducto del grano, además de permitir un buen desarrollo de las plantas por sus propiedades como abono, demostró poseer ciertas características nematicidas. Los resultados muestran un efecto nocivo para el nemátodo en estudio, reduciendo el número de nódulos en todas las concentraciones de pulpa, incluidas y llegando asimismo a impedir la reproducción de M. exigua en las dos concentraciones más altas, esto es 75% y 100% de pulpa, constatado por la ausencia de huevos en los nódulos formados.

Se verificó que la mejor respuesta de la pulpa, reduciendo el desarrollo del nemátodo, fue obtenida cuando ésta es mezclada al suelo y no cuando colocada superficialmente. Es posible el aprovechamiento de la pulpa como medida para reducir los daños causados por los nemátodos, tanto en el cultivo del cafeto como en otros cultivos susceptibles. Entre tanto, es necesario la realización de nuevos estudios en los que se determine las sustancias químicas relacionadas en la alteración de la patogenicidad de M. exigua y la posible presencia de microorganismos competitivos con los nemátodos.

B I B L I O G R A F I A

- BONETI, J.I. da S. Inter-relacionamiento de Micronutrientes com o Parasitismo de *Meloidogyne exigua* em mudas de cafeiro (*Coffea arábica* L) Vicosá, UFV, Imprensa Universitaria, 1981. 74 p. (Tesis M.Sc).
- BONETI, J.I. da S., FERRAZ, S.; BRAGA, J.M. & OLIVEIRA, L.M. Influencia do Parasitismo de *Meloidogyne exigua* sobre a absorção de micronutrientes (Zn, Cu, Fe, Mn y B) e sobre o vigor de mudas de cafeiro. Fitopatología Brasileira, 7 (2): 197- 207. 1982.
- CADENA, G.G. Uso de la pulpa de café para el control de la mancha de hierro (*Cercospora coffeicola* Berk y Cooke) en almácigos. CENICAFE, 33 (3): 76 - 90. 1982
- CHEW, V. Comparing Treatment Means: A Compendium. Hort Science, 11 (4): 348 -357. 1976,
- CRUZ, F.J. da & CHAVES, G.M. Antibióticos, fungicidas e nematicidas empregados no controle de doenças das plantas. Universidade Federal de Vicosá, Vicosá, M.G. 1979. 257 p.
- CURI, S.M. & SILVEIRA, S.G.P. da Distribuição Geográfica, sintomatología e significação des nematóides *Meloidogyne incognita* e *M. exigua*, parasitos do cafeeiro no Estado de Sao Paulo. O. Biológico 44 (10): 243-251. 1978.
- HUSSEY, R.S. & BARKER, K.R. A comparison of Methods for Colleting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new Technique. Plant Disease Reporter 57 (12): 1025 - 1028. 1973.
- JAEHN, A. & REBEL, E.K. Instalação de cafezal em área infestada por *Meloidogyne incognita* com uso de materias orgánicas e nematicidas. Anais do 4o. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cofeeiras, p. 57-58, IBC - RJ., 1980. In: RESULTADOS DE PESQUISAS CAFEIRAS, 1971/82. Resumos, IBC. Rio de Janeiro, 1983. p. 276.
- JOHNSON, L.F. Effect of the adition of organic Amendments to soil on root-Knot of tomatoes. I. Preliminary report Plant Disease Reporter 43 (10): 1059-1062. 1959.
- LOPEZ, A.M. & CALLE, H.V. Valor comparativo de la pulpa de café descompuesta como abono. CENICAFE 7 (81): 285-297. 1956.

- LORDELLO, L.G.E. Nematoides das plantas cultivadas, 6a. ed. Sao Paulo, Nobel, 1981. 314 p.
- MIAN, IH. & RODRIGUEZ, K.R. Soil amendments with oil cake and chicken litter for control of Meloidogyne arenaria. Nematrópica 12 (12): 205-221. 1982
- NETO, R.M. Nota Prévia sobre possíveis racas fisiológicas de Meloidogyne exigua no Estado de Sao Paulo. Revista de Agricultura Piracicaba, 47 (2): 86. 1972
- OLIVEIRA, A.A.R. Interação entre fungo micorrizico vesicular-arbuscular, nematoide das galhas e fósforo em feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). Vicososa, UFV, Imprensa Universitaria, 1984. 95 p. (Tesis M.Sc.)
- PARRA, J.H. El valor fertilizante de la pulpa de café. CENICAFE, 10 (10): 441-460. 1959
- SZCZYGIEL, A. & ZEPP, A. Effect of organic matter in soil on population and pathogenicity of Pratylenchus penetrans and Longidorus elongatus to Strawberry plants. Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych, 278: 113-122. 1983. In: HELMINTHOLOGICAL ABSTRACT, 53 (3): 151. 1984.

AVANCES DEL ESTUDIO FENOLOGICO DEL CULTIVAR CATUAI
(Coffea arabica L.) LA FE, SANTA BARBARA*

** J. Claudio Santos V.

RESUMEN

La fenología o fenomenología es el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico, como la brotación, la floración, maduración de los frutos, etc.

El conocimiento de la ocurrencia y la intensidad en que se presentan los fenómenos determinantes de la producción es de mucha importancia para el manejo adecuado de las plantaciones, por ejemplo: época para realizar fertilizaciones, podas, regulación de sombra, control de plagas y enfermedades, etc.

En estos avances se presenta, la producción de área foliar, número de nudos, yemas florales, flores y frutos en un período de un año. Los resultados se discuten relacionando los diferentes fenómenos y en base a las condiciones de precipitación y temperatura.

* Trabajo presentado en el II Curso Regional de Manejo Integrado de Plagas con énfasis en broca. IICA-PROMECAFE-IHCAFE. San Pedro Sula, Honduras, 21-16 de julio, 1986.

** Ing. Agrónomo y M.C. Coordinador del Programa de Agronomía. Depto. de Investigación, IHCAFE. San Pedro Sula

INTRODUCCION

El conocimiento de los fenómenos determinantes de la producción, como la cantidad de yemas, flores, frutos, área foliar, etc., tiene mucha importancia tanto del punto de vista académico, como del punto de vista práctico. Desde este punto de vista, el conocimiento de estos fenómenos tanto de la época en que ocurren como de la intensidad, son importantes en la determinación de la época en que deben realizar las prácticas agronómicas, como regulación de sombra, fertilizaciones, control de plagas y enfermedades, etc.

Relacionando los diferentes fenómenos, podemos determinar factores limitantes de la producción y ubicar períodos críticos en los cuales se debe dar mayor atención.

El objetivo del estudio es analizar el comportamiento del crecimiento y desarrollo de cafetos del cultivar catuaí.

REVISION DE LITERATURA

Suares de Castro (1956), indica que el cafeto en Colombia crece durante todo el año, pero tiene dos épocas anuales de crecimiento, las cuales en forma general coinciden con las épocas de florecencia. Asimismo, manifiesta que no existe ninguna relación entre la cantidad de lluvia y el crecimiento.

Por otra parte Fernández, J.C. (citado por Estrada, C.F. 1984) observó en dos años de evaluaciones que en el desarrollo del cafeto hay un máximo de crecimiento durante los meses de febrero, marzo y abril, menos intenso en julio y agosto y ausencia de crecimiento entre septiembre y octubre.

Valencia, A.G. (citado por Estrada, C.F. 1984) indica que al mismo tiempo que ocurre la diferenciación de las yemas florales puede ocurrir el alargamiento de los entrenudos y la formación de los nudos. Cuando hay crecimiento de frutos el alargamiento de las ramas se reduce. El mismo autor sugiere que en cultivos perennes como el cafeto, es muy importante estimar la cantidad de follaje o área foliar necesaria para satisfacer la demanda de fotosintatos de todas las partes de la planta, con el fin de racionalizar el manejo de dicho cultivo, bien sea con podas, fertilizaciones, raleos, etc.

Estrada, C.F. (1984) En Guatemala encontró que el crecimiento ortotrópico en el cultivar caturra inicia su ascenso a

partir de diciembre, llegando a su punto máximo en febrero. En los meses de mayo, julio y noviembre asciende pero en menor escala. También encontró que el crecimiento plagiotrópico del primero y quinto par de bandolas presenta marcado ascenso en mayo, luego un descenso que se prolonga hasta enero. Con respecto al número de nudos, encontró el mismo comportamiento.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Centro Experimental "La Fe" Ilama, Santa Bárbara. Ubicado a 720 msnm. Los datos de precipitación pluvial y temperatura se presentan en la Figura No. 1.

Se utilizaron plantas del cultivar catuaí de dos años de edad, sembradas a 2 m. entre hileras y 1 m. entre plantas, bajo condiciones de sombra regulada.

Para el registro de las variables, se utilizaron 5 plantas del cultivar catuaí seleccionadas por su uniformidad y representatividad del cultivar.

En cada planta se marcaron 12 bandolas, cuatro en el estrato inferior; cuatro del estrato medio y cuatro del estrato superior de la planta. El registro de datos se realizó cada 8 días, utilizando la hoja de monitoreo que se presenta en el Cuadro 1.

En este estudio se analizaron las siguientes variables:

a) AREA FOLIAR

Para la determinación del área foliar se usó la fórmula $Y = 2.02501 X - 0.57278$, en la cual $Y =$ Logaritmo del área de la hoja y $X =$ Logaritmo del largo de la hoja. Esta fórmula la calculó la Sección de Biometría de CENICAFAE (Valencia, A.G. 1973). Mediante este sistema, se midió en el campo el largo de todas las hojas localizadas de un lado de cada rama (bandola) del árbol de café y con estas medidas se calculó el área foliar de un lado de la rama; dicha área se multiplicó por dos, ya que según Huerta (1962) el área foliar de un lado de la rama, es sin mucho error, igual al área del otro lado de la misma rama.

b) NUMERO DE YEMAS FLORALES

Se contaron las yemas florales que se observaron (sin auxilio de equipo).

c) NUMERO DE FLORES

Se contó el número de flores presentes en cada nudo, considerando como flor las que presentaron los pétalos abiertos y turgentes.

d) NUMERO DE FRUTOS

Se consideró como fruto desde el momento en que los pétalos de las flores perdieron la turgencia.

e) LONGITUD Y DIAMETRO DE FRUTOS

Se midió la longitud de cada entrenudo del tallo principal, tomando como referencia el nudo donde se encuentra el primer par de bandolas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En este trabajo se presentan los avances del estudio a partir del inicio en marzo de 1985 hasta diciembre del mismo año.

Área foliar por bandola (dm²)

Los resultados de área foliar se presentan en la figura 2, donde se observa que en los meses de marzo, abril y mayo la mayor cantidad de área foliar se encontró en los estratos medio e inferior. A partir del mes de junio se produjo una disminución del área foliar en estos estratos, siendo más pronunciada la disminución en el estrato inferior. Mientras que en el estrato superior se notó un incremento del área foliar a partir de marzo y se prolongó hasta el mes de octubre. En la última semana de noviembre y durante el mes de diciembre se encontró disminución del área foliar en este estrato. En general, se observó que la época de cosecha coincidió con disminuciones del área foliar.

Número de yemas flores, flores y frutos por bandola

En las figuras 3 y 4 se presentan los resultados de estos parámetros para los estratos inferior y medio respectivamente. En las bandolas del estrato superior no se encontraron estructuras reproductivas.

Para los estratos medio e inferior se observaron cantidades

similares de yemas florales, flores y frutos.

En el mes que se inició el estudio (marzo) las bandolas de ambos estratos presentaban gran cantidad de yemas florales (aprox. 70 yemas por bandola), descendiendo drásticamente en el mes de abril.

La cantidad de flores presentó el pico más alto en la segunda semana del mes de abril. Sin embargo, se encontraron flores (aprox. 5 flores por bandola) en los meses de mayo y junio, finalizando la floración en la segunda semana de este mes. El comportamiento de la floración es de importancia en el control de la broca del fruto del cafeto (Hypothenemus hampei), ya que nos puede indicar la edad y cantidad de frutos en un determinado período de tiempo.

En relación al número de frutos por bandola, se observa que en el inicio del estudio las bandolas presentaban una cantidad considerable de frutos. Sin embargo, la mayor cantidad de frutos se presentó en la última semana de abril y la primera semana de mayo. A partir de esta fecha se observó una disminución de aproximadamente 8 frutos por bandola por mes, hasta llegar a la época de cosecha (se inició en la segunda semana de octubre) con aproximadamente 50 frutos para las bandolas del estrato inferior y 35 para las del estrato medio. En estos resultados se observa que del total de frutos que se forman en una bandola, gran cantidad de éstos (+ 30) caen antes de la cosecha.

Diámetro y longitud del fruto

En la figura 5, se presenta el incremento en diámetro y longitud de frutos. Puede observarse que en las primeras semanas (8 semanas) se produce un rápido incremento en la longitud y diámetro de los frutos, posteriormente no se observa crecimiento. Otro incremento en la longitud y diámetro se presenta poco tiempo antes de la cosecha. Este es un patrón de crecimiento de doble sigmoide, el cual ha sido reportado por Leon y Fournier (1962); Oyebeade, (1976) y Coombe (1976).

Longitud del tallo principal

En la figura 6, se presenta el incremento en la longitud del tallo principal (crecimiento ortotrópico), se observó que el tallo principal creció casi todo el año, notándose un ligera disminución en los meses de noviembre y diciembre.

En forma general se pudo observar que para los parámetros evaluados, no se determinó algún efecto marcado de las condiciones de precipitación y temperatura.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que en este trabajo se presentan los avances de un año de un estudio que está programado para ser conducido por 7 años, se puede concluir lo siguiente:

- a) Los meses de marzo, abril y mayo son meses de gran diferenciación de órganos reproductivos.
- b) La época de diferenciación de órganos reproductivos, coincide con incrementos en la longitud del tallo principal e incrementos de área foliar.
- c) No se encontró relación entre la caída de lluvia y el alargamiento del tallo principal.

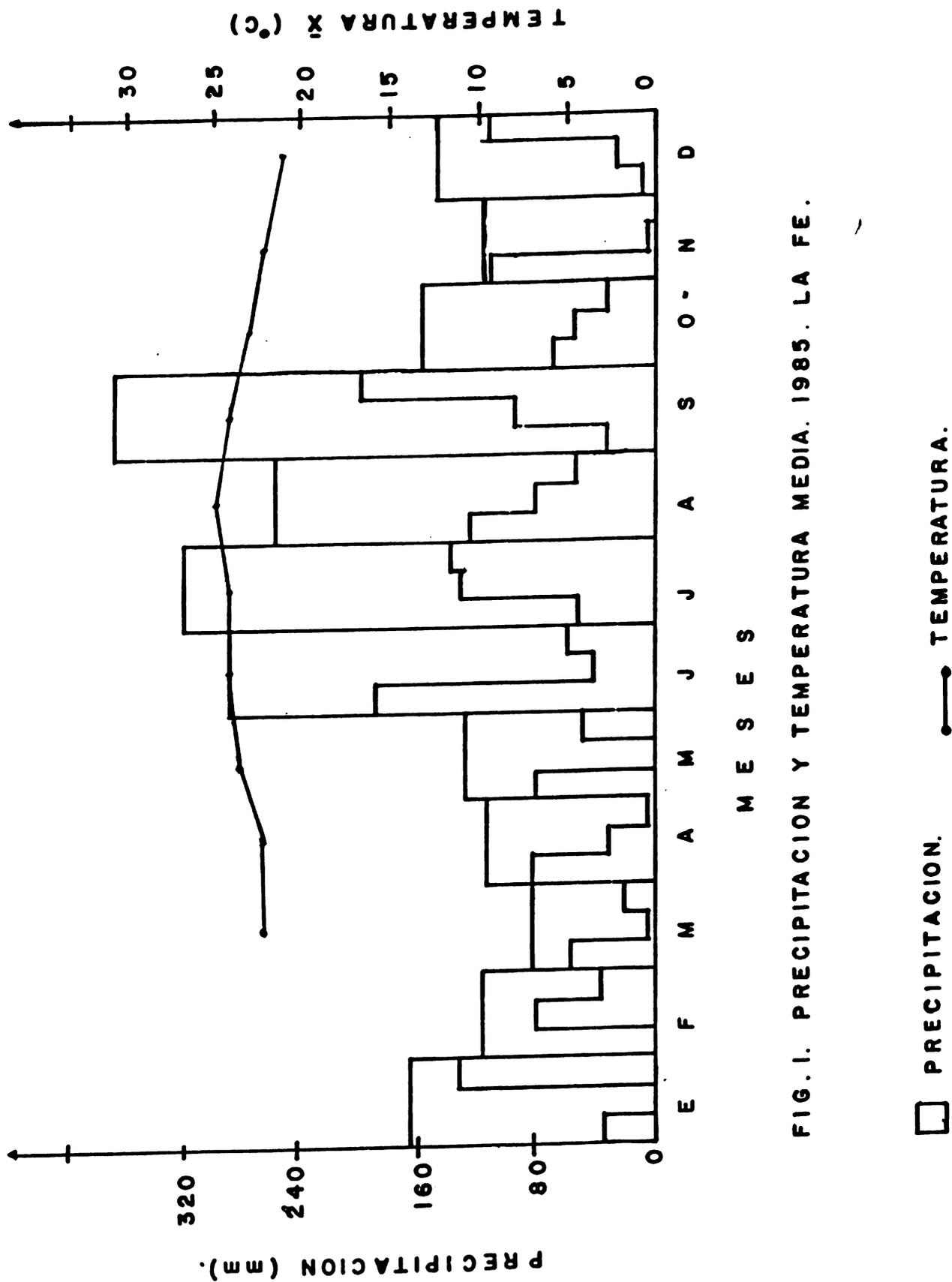


FIG. 1. PRECIPITACION Y TEMPERATURA MEDIA. 1985. LA FE.

CUADRO 1. **ALGUNOS ASPECTOS DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CAFETO** DEPTO. INVESTIGACION AGRICOLA
HOJA PARA EL REGISTRO DE DATOS PROGRAMA DE AGRONOMIA

LUGAR _____ VARIEDAD _____ EDAD _____ PLANTA No. _____ BANDA No. _____
 DISTANCIA (m) ENTRE PLANTAS _____ ENTRE SURCOS _____ NUDO _____

FECHA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Σ	\bar{x}
VARIABLES																											
Long. de hoja (Cm)																											
Yemas																											
Flores																											
Frutos normales																											
Frutos anormales																											
Long. nudos tallo ppal.																											
Long. de hoja (Cm)																											
Yemas																											
Flores																											
Frutos normales																											
Frutos anormales																											
Long. nudos tallo ppal.																											
Longitud de banda (cm)																											

OBSERVACIONES

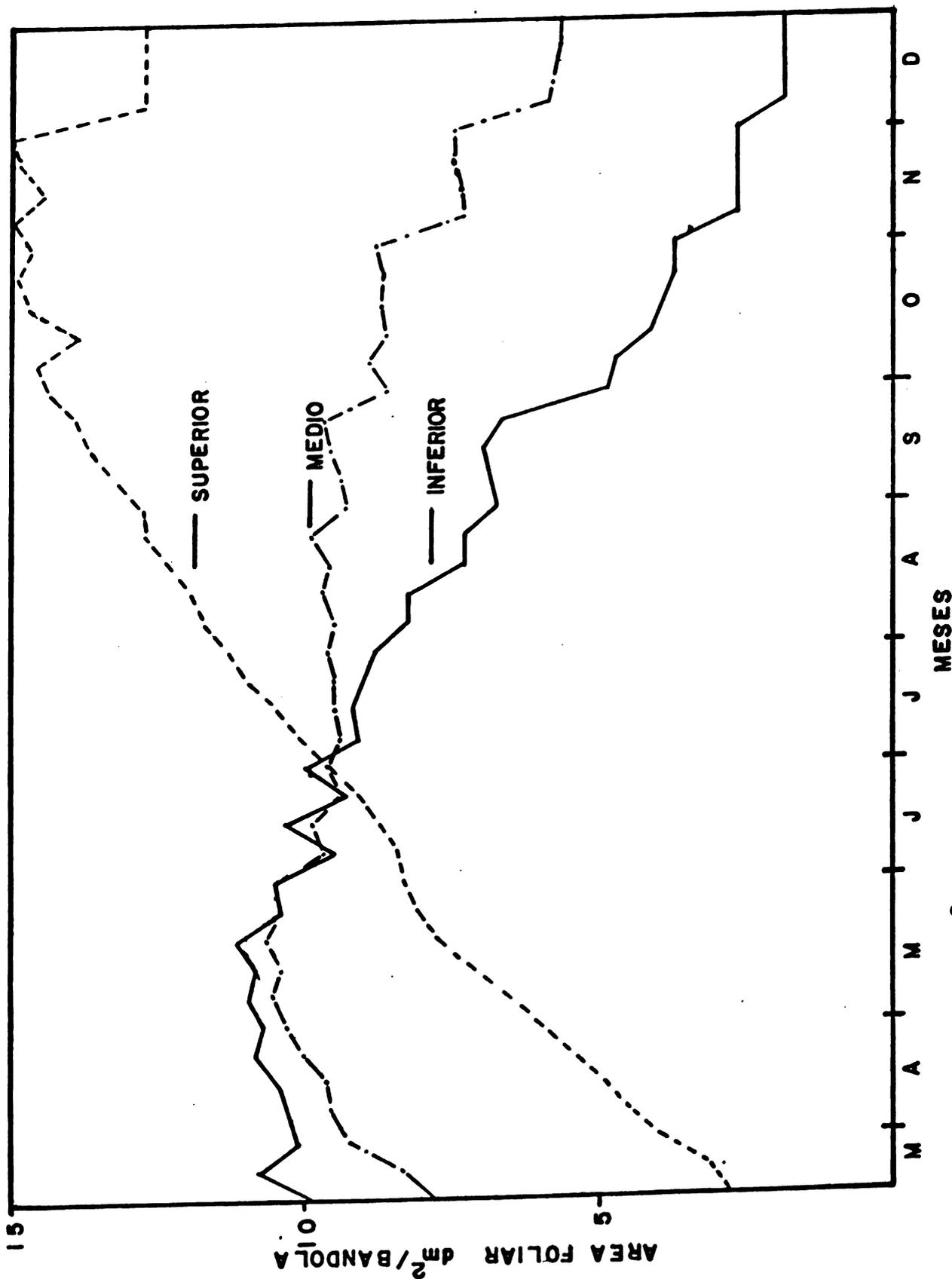


FIG. 2.— AREA FOLIAR EN dm^2 POR BANDOLA EN EL ESTRATO INFERIOR (—), MEDIO (-·-·-) Y SUPERIOR, (- - -) DE PLANTAS DE CAFE DEL CULTIVAR CATUAI DURANTE EL TERCER AÑO DE EDAD. LA FE, 1985. (LOS DATOS SON EL PROMEDIO DE 20 BANDOLAS DE 5 PLANTAS).

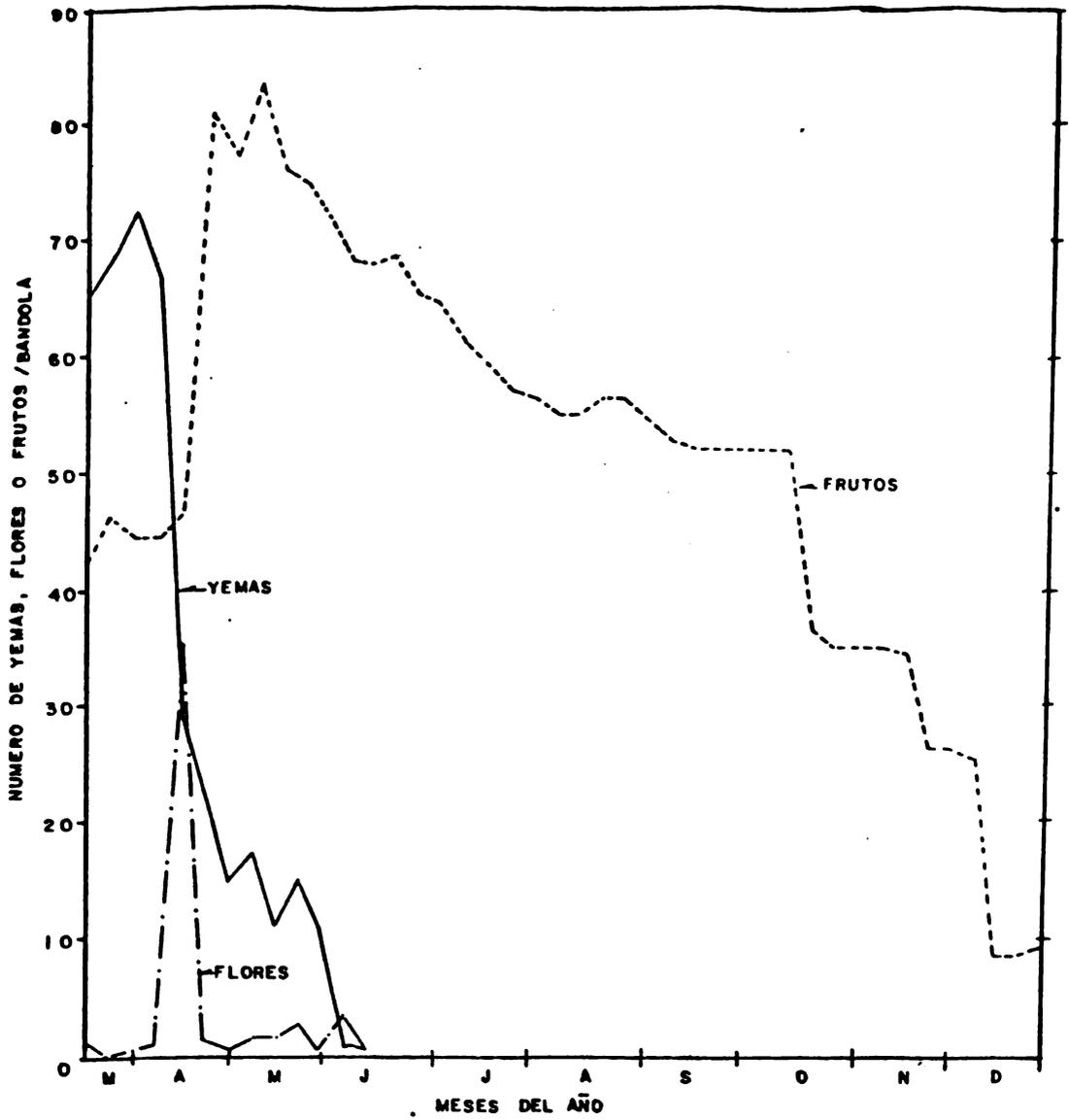


FIG. 3. NUMERO DE YEMAS, FLORES Y FRUTOS POR BANDOLA DEL ESTRATO INFERIOR DE PLANTA DEL CULTIVAR CATUAI EN LA PRIMERA COSECHA. LA FE, STA BARBARA 1985. (LOS DATOS SON EL PROMEDIO DE 20 BANDOLAS DE 8 PLANTAS).

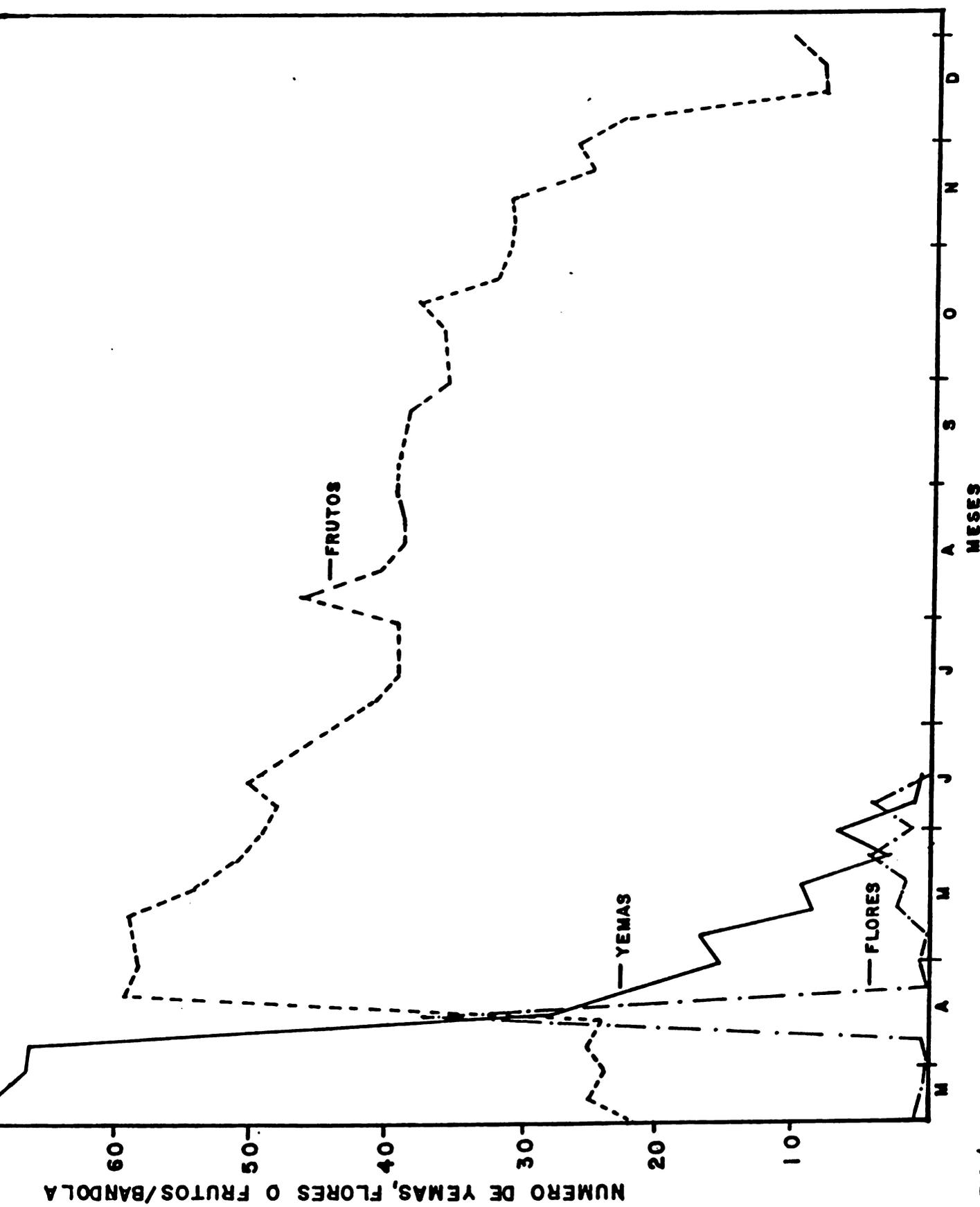


FIG. 4 -- NUMERO DE YEMAS, FLORES Y FRUTOS POR BANDOLA DEL ESTRATO MEDIO DE PLANTAS DE CATUÁI EN LA PRIMERA COSECHA. LA FE, 1985. (LOS DATOS ES PROMEDIO DE 20 BANDOLAS DE 5 PLANTAS)

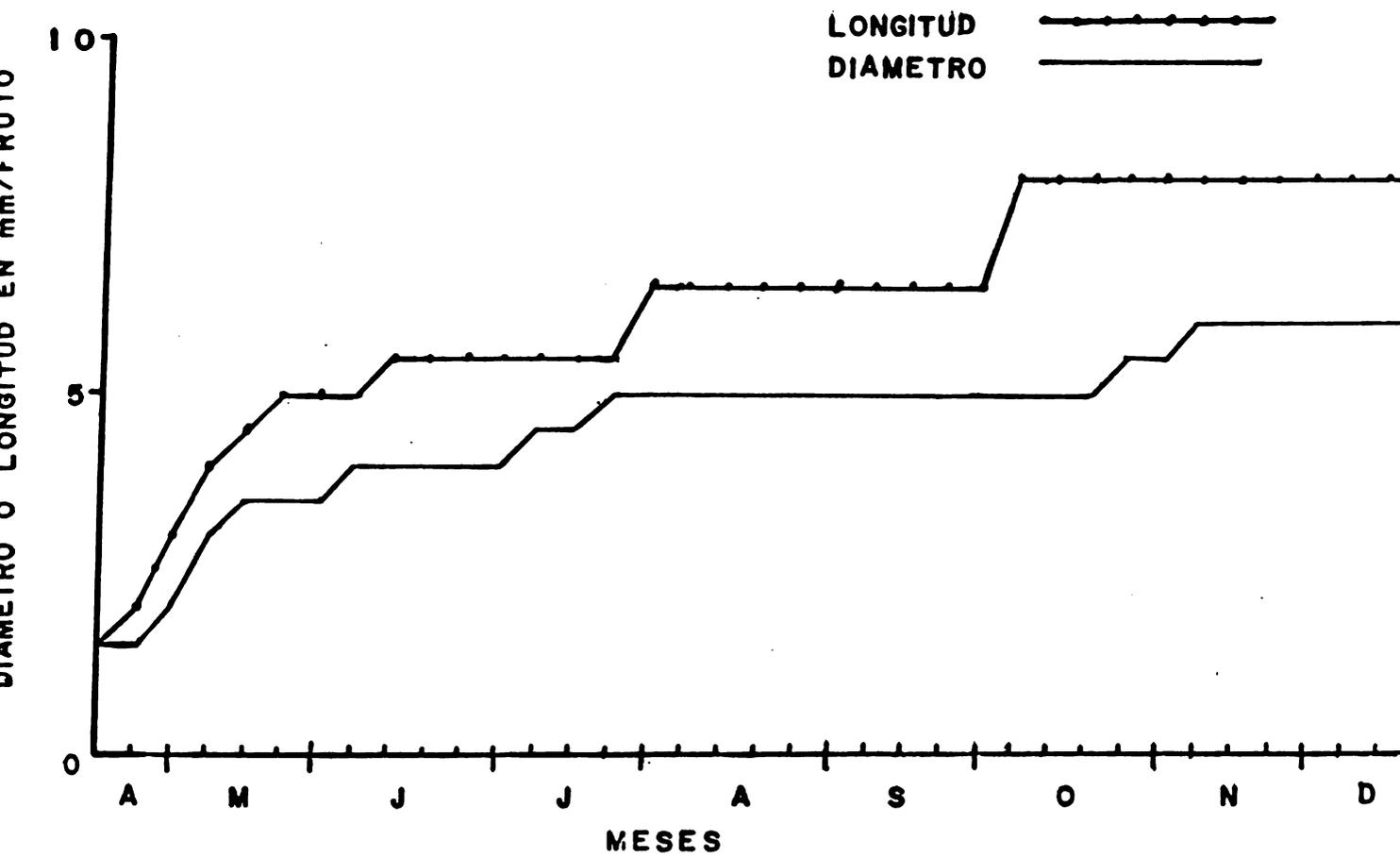


FIG. 5.- DIAMETRO Y LONGITUD EN mm DE FRUTOS DE CAFE .CULTIVAR CATUAI. LA FE, 1985. (DATO PROMEDIO DE 15 FRUTOS DE UN SOLO NUDO).

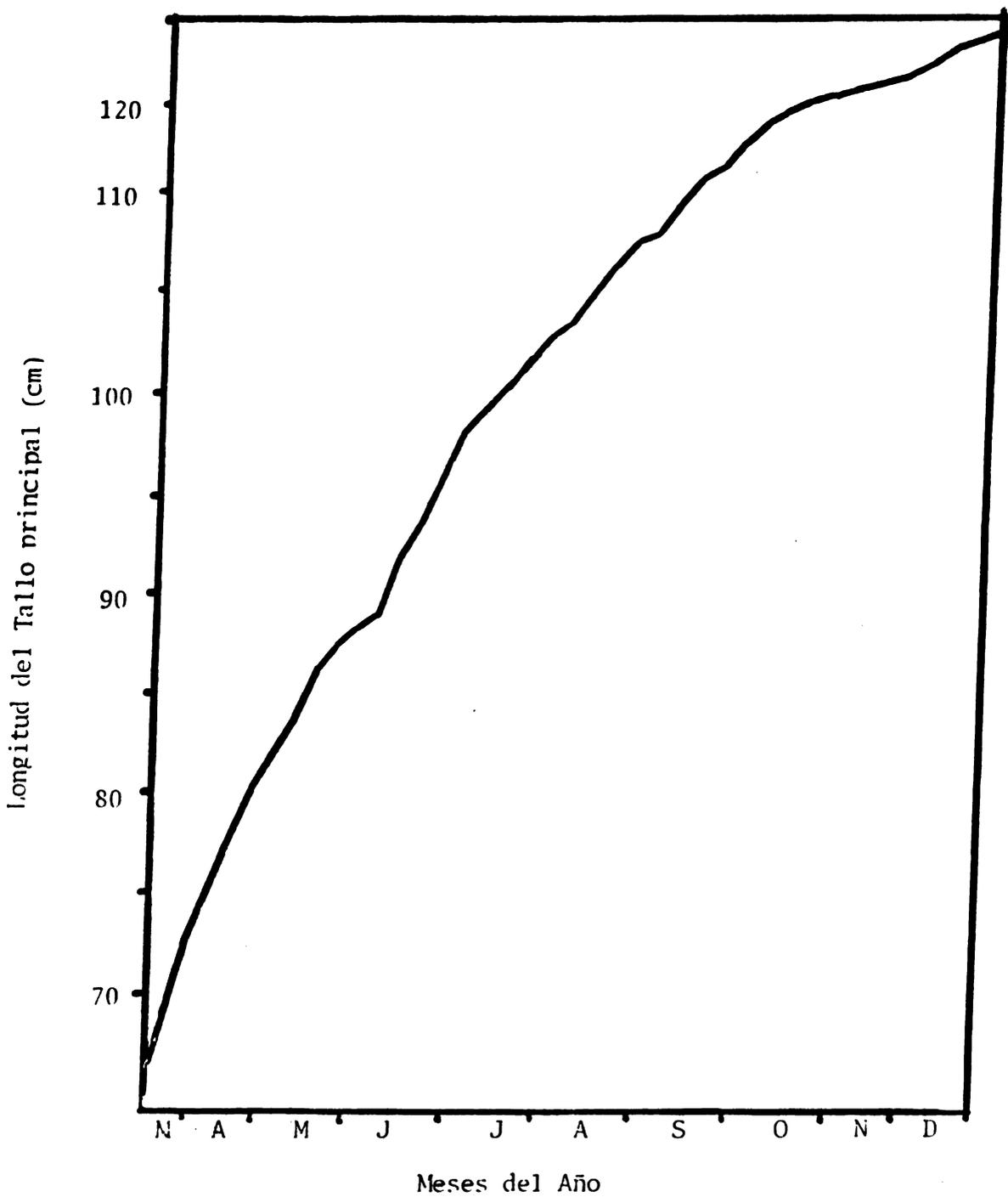


Fig.6 Longitud del tallo principal (cm) de plantas de café Catuaí. La Fé, 1985. (datos promedio de 5 plantas).

B I B L I O G R A F I A

1. COOMBE, B.G. 1976. The development of fleshy fruits. Ann. Rev. Plant Physiol. 27, 507-528.
2. ESTRADA, C.F. 1984. Ciclos del crecimiento del cafeto en Guatemala. In Curso sobre manejo integrado de plagas del cafeto con énfasis en broca del fruto (Hypothenemus hampei) Memoria. PROMECAFE-ANACAFE, IICA. Guatemala. p. 205-240.
3. HUERTA S.A. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para medir el área foliar del cafeto. Cenicafé (Colombia) 13 (1): 75-84. 1962.
4. LEON, Jy L FOURNIER. 1962. Crecimiento y desarrollo del fruto de Coffea arabica L. Turrialba. 12 (2), 65-74.
5. OYEBADE, T. 1976. Studies on the pattern of growth and development of Coffea canephora fruit in Nigeria. Turrialba. 26, 257-260.
6. SUAREZ DE CASTRO. 1956. Relaciones entre el crecimiento del cafeto y algunos factores climáticos. Colombia. Federación Nacional de Cafeteros. Boletín Técnico 2 (16), 1-31.
7. VALENCIA, G.A. 1973. Relación entre el índice de área foliar y la producción del cafeto. Cenicafé (Colombia) octubre - diciembre. p. 79-89.



FECHA DE DEVOLUCION

26 MAR 1991

30 JUN 1992

IICA
PM-A1/GT-
87-001a

Autor

Banco regional sobre
Título manejo integrado de
Plagas del Café con...

Fecha
Devolución

Nombre del solicitante

26 MAR 1991 Btca

30 JUN 1992 Bibli



