

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**Fluctuación Poblacional de la broca del fruto del cafeto
Hypothenemus hampei Ferr. (Coleoptera, Scolytidae) en tres localidades de
la VI Región, Nicaragua**

**Autor: José Antonio Sequeira Cano
Asesor: Dr. Falguni Guharay
Consultor: Ing. Rafael Ubeda**

Managua, Enero de 1992

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE SANIDAD VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

Fluctuación Poblacional de la broca del fruto del cafeto
Hypothenemus hampei Ferr. (Coleoptera, Scolytidae) en tres localidades de la VI Región,
Nicaragua

Por: José Antonio Sequeira Cano

Presentado a la consideración del Honorable Tribunal Examinador como requisito final para
optar al grado profesional de Ingeniero Agrónomo

Managua, Enero de 1992

DEDICATORIA

Dedico este pequeño trabajo a mis padres: Juana Cano García y Gervacio Sequeira Martínez.

A mi Compañera: Zeneyda Blandón

A mis hijos: Hubert Antonio y Kevin José

A la memoria de mis hermanos Juan Sebastian y Mateo Alberto

A mis demás hermanos Andrés, María, Carmen y Guillermina Sequeira Cano.

A la memoria de los Héroes y Mártires de la Patria y la Revolución.

Al Pueblo de Nicaragua.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece de manera muy especial al Dr. Falguni Guharay por su empeño como asesor en la conducción de este trabajo, al Ing. Rafael Ubeda por sus aportes como consultor, al Ing. Mirna Barrios por su ayuda en la recopilación de datos, al Br. Lesbia Martínez por su colaboración en elaboración de este documento, al Ing. Patricia Contreras por sus consejos.

A la Escuela de Sanidad Vegetal forjadora de mis conocimientos y el Centro Experimental de Café, VI Región por la ayuda logística y material brindada en el transcurso de las actividades del trabajo.

Mi agradecimiento a todas aquellas personas que de manera directa o indirecta aportaron su ayuda en la ejecución y finalización del estudio.

INDICE GENERAL

Contenido	Página
I. Introducción	1
II. Materiales y Métodos	4
III. Resultados y Discusión	6
A. La Colonia	6
B. La Aurora	10
C. La Ina Oriental	15
D. Discusión General	19
IV. Conclusiones	22
V. Recomendaciones	23
VI. Literatura Citada	24

INDICE DE FIGURA

Contenido	Página
1. Porcentajes de Infestación de broca en diferentes fechas de recuento después de la floración principal. La Colonia	7
2. Población de diferentes estados de broca en los frutos afectados en diferentes fechas después de la floración principal. La Colonia	9
3. Estados fenológicos de los frutos afectados por la broca durante el ciclo productivo. La Colonia	10
4. Porcentajes de Infestación de broca en diferentes fechas de recuento después de la floración principal. La Aurora	12
5. Población de diferentes estados de broca en los frutos afectados en diferentes fechas después de la floración principal. La Aurora	14
6. Estados fenológicos de los frutos afectados por la broca durante el ciclo productivo. La Aurora	15
7. Porcentajes de Infestación de broca en diferentes fechas de recuento después de la floración principal. La Ina Oriental	17
8. Población de diferentes estados de broca en los frutos afectados en diferentes fechas después de la floración principal. La Ina Oriental	18
9. Estados fenológicos de los frutos afectados por la broca durante el ciclo productivo. La Ina Oriental	19

INDICE DE CUADROS

Contenido	Página
I. Características de las localidades seleccionados para el estudio de la fluctuación poblacional de broca	4
II. Datos Climatológicos de La Colonia	6
III. Datos Climatológicos de La Aurora	11
IV. Datos Climatológicos de La Ina Oriental	16

RESUMEN

Durante el período de los meses de junio 1989 a febrero 1990, se estudió la fluctuación poblacional de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr. en alturas de 950, 1000 y 1150 m.s.n.m en la Región VI de Nicaragua. La temperatura en las localidades del estudio oscila entre 18 y 21° C. Las mayores precipitaciones se registran de junio a noviembre y la menor de diciembre a febrero. Los niveles máximos de infestación de broca oscilaron entre 0.5 y 1.55% de frutos brocados encontrándose mayores niveles en las menores alturas donde se observa que el incremento de la población ocurre entre los 107 y 246 días después de la floración principal (ddfp). En las alturas superiores a 1000 m.s.n.m las infestaciones comienzan incrementarse en fechas tardías (141 ddfp). Sin embargo, dichos niveles decrecen al momento de la cosecha. El desarrollo de los diferentes estadíos de *H. hampei* resultó diferentes en las localidades estudiadas. La producción de huevos se inicia más temprano en las zonas de menor altitud (78 ddfp) en comparación con zonas de mayor altitud (141 ddfp). Las poblaciones de huevos, larvas y pupas aumentan posteriormente con el número de adultos, alcanzando los máximos valores durante la maduración del fruto y disminuyendo al momento final de la cosecha. *H. hampei* se reproduce en frutos semiconsistentes, consistentes y maduros, sin embargo, se puede encontrar adultos de broca en los canales de penetración en los frutos en estado lechoso.

INTRODUCCION

Las plantaciones de café, de la Región VI (Matagalpa-Jinotega) presentan condiciones que favorecen el desarrollo de insectos plagas, los cuales pueden reducir, tanto la calidad como el rendimiento del cultivo. Uno de los principales problemas fitosanitarios de nuestra caficultura, lo constituye la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera ; Scolytidae). Se considera el más importante, por atacar directamente al producto deseado, repercutiendo negativamente en el rendimiento y deterioro de la calidad.

En los países donde se ha establecido esta plaga, las pérdidas han sido entre 10 y 80% de la producción (Mendez y Velazco, 1985; OIRSA, 1982). Klein *et al* (1987) detectaron en Ecuador que con intensos ataques de broca, las cerezas en todos los estados de maduración presentan más de una perforación, así como la enorme presión de la plaga en zonas sumamente húmedas. Sin embargo, Molinari (1987), destaca que altas infestaciones no llegan a producir pérdidas totales, pues estando constituida una cereza por dos granos, normalmente sólo uno de estos es afectado.

Hypothenemus hampei, se reporta en la Región VI, en febrero de 1988, en un lote de café de 11.94 Ha, correspondiente al polo cafetalero "La Fundadora" del departamento de Jinotega y a una altitud de 1200 msnm. En la actualidad, se encuentra distribuida en zonas con temperaturas que oscilan entre 16°C a 30°C, precipitación de 1000 - 1800 mm, altitud de 500 - 1600 msnm. Las zonas ecológicas de las áreas mayormente afectadas corresponden a: Montano bajo subtropical húmedo, subtropical húmedo y montano bajo, subtropical muy húmedo (Dirección General de Técnicas Agropecuarias, 1989).

El grado de ataque, difiere respecto a la altura de las diferentes zonas de cultivo (OIRSA, 1982) y según estudios realizados por Rebelles *et al* (1980) concluyen que existe gran variación en la infestación de broca entre las regiones y dentro de las regiones.

Uno de los factores climáticos, que mas influye en aumentar las poblaciones de broca es la alta humedad relativa; y si tenemos presencia de lluvias en la época seca del año, hay ocurrencia de un mayor número de floraciones, que permiten la sobrevivencia de dicha plaga, ya que tienen mayor disponibilidad de frutos apetecibles en el tiempo (Carrillo, 1989; Klein *et al*, 1987). Ingunza (1966), atribuye también factores como sistema de cultivo y altitud en el ataque de broca.

Bergamín (1943), Le Pelley (1973), Hernández y Sánchez (1972), Alonzo (1983) y Baker (1984; 1985), concuerdan en que la altitud, la temperatura y la humedad relativa, además de incidir en las poblaciones de broca y la duración de su ciclo de vida, tienen una gran influencia sobre la fenología de los cafetos. Esto es, sobre el inicio de las floraciones y el número de ellas, así como de 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.

Haarer (1956), menciona que la plaga es mas dañina en sombras densas y espaciamiento muy estrecho entre cafetos, donde según Davidson (1967), la alta humedad relativa podría favorecer al insecto, al disminuir a sus predadores; pero que le sería dañino, al fomentar el desarrollo de uno de sus hongos parásitos.

Bergamín (1943) afirma que si las condiciones son favorables pueden darse siete generaciones al año, mientras Le Pelley (1973) muestra que no hay una relación aparente entre el número de individuos y las condiciones climáticas; debido a que disponen de comida todo el año, la multiplicación es continua.

Baker (1985) realizó muestreos en la región del Soconusco de Chiapas, México, encontrando variación en los niveles de cerezas atacadas durante el año. También observó, que la cantidad de huevos y larvas mostraron cambios. Encontró infestaciones mas fuertes a temperaturas promediode 25°C. y a una altura de 750 msnm.

Mendez y Velazco (1985) encontraron infestaciones bajas al inicio de los recuentos, altas en los posteriores y reducción drástica al momento de la cosecha, debido según ellos a la caída casi total de los frutos dañados. Esto último también es asegurado por Paulini y Paulino (1979). Además ellos observaron que el insecto ejerce su mayor actividad sobre frutos tempranos, cuando las precipitaciones oscilan entre 5 y 3 mm y temperatura media de 26°C. Para alturas superiores a los 1000 msnm, el comportamiento de la plaga es igual, aunque con poblaciones diferentes.

Baker *et al* (1988) encontraron altas infestaciones, en un rango altitudinal de 500 a 1000 msnm, a una temperatura promedio anual de 23-25°C; y el rango altitudinal óptimo para el ataque de la plaga, según Alonzo (1983), está entre 800-1000 msnm.

El reto en todos los países afectados por broca, es el de implementar un manejo integrado de plagas, como medida más racional y económica. Este método consiste en la aplicación de todos los sistemas de control, debido a que el uso excesivo de pesticidas es muy peligroso y de consecuencias incalculables, sin embargo, son utilizados con mayor frecuencia a nivel mundial (OIRSA, 1982). Para implementar un programa de manejo integrado de broca, en la Región VI, se debe conocer el comportamiento de la plaga en

condiciones de campo. Esto ayudará a definir las acciones de manejo, acorde a los diferentes momentos de desarrollo de la plaga.

Con el propósito de obtener ésta información, se realizó un estudio sobre la fluctuación poblacional, de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr., donde se pretende conocer: el comportamiento de la población, comportamiento de los diferentes estados de desarrollo de la plaga con respecto a frutos de floración principal y determinar el estado fisiológico del fruto que es más afectado.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en tres localidades ubicadas en los departamentos de Matagalpa y Jinotega de la Región VI de Nicaragua, entre los meses junio 1989 a febrero de 1990. Las tres localidades seleccionadas para el estudio se encuentran en diferentes polos de desarrollo cafetalero presentando ciertas diferencias climáticas y de altitud. (Cuadro I).

Cuadro I. Características de los sitios seleccionados para el estudio de Fluctuación poblacional de broca

Localidad	Temperaturas Promedio anual °C	Precipitación promedio anual mm	Humedad Relativa promedio anual %	Altitud (msnm)
1. La Colonia	19.3	1431	85.0	1000
2. La Aurora	19.8	1626	85.1	1150
3. Ina Oriental	21.0	2020	81.6	950

Las cifras de temperatura, precipitación y humedad relativa corresponden a los promedios corregidos de las observaciones realizadas durante el período 1975-86 en las estaciones meteorológicas Los Robles, La Mascota y La Estrella para los sitios 1, 2 y 3 respectivamente.

El área de estudio en cada localidad, fue de 0.7 Ha de *Coffea arabica*, variedad Caturra, cultivada bajo sombra intermedia. El tipo de sombra existente para La Colonia y La Ina Oriental es árboles de guaba (*Inga* sp.) sembrado a la distancia de 10 x 10 metros y 8 x 8 metros respectivamente. En La Aurora los cafetos se encuentran bajo sombra de montaña (varias especies de árboles maderables)s

La distancia de siembra en el sitio de La Colonia fué de 2 m entre surcos y 1.5m entre plantas, mientras el La Aurora las distancias fueron 2.5m x 1m y en La Ina Oriental 2m x 1m.

La edad de los cafetos estudiados en los diferentes sitios fué similar (10-12 años).

En los lotes de estudio se practicó manejo de igual forma que en el resto de plantaciones, a excepción del uso de insecticidas. Este manejo consistió en regulación de

sombra post-cosecha para obtener sombra uniforme, poda de cafetos y la eliminación de ramas improductivos de cafetos (poda selectiva), así como la aplicación de fungicidas cúpricos (oxicloruro de cobre 10 lb/ha) al inicio de las lluvias. El control de malas hierbas se realizó a través de deshierba manual y aplicaciones de herbicidas (Paraquat + 2,4-D a razón de 2.1 lt + 2.1lt/ha). Los cafetos fueron fertilizados con abono completo de fórmula 18-6-12-4-2 y urea a razón de 112 y 56 g por planta respectivamente.

La metodología de muestreo de broca utilizada fue la recomendada en el Tercer Taller Regional de Broca del fruto del cafeto celebrado en Antigua, Guatemala en abril de 1989 y consistió en elegir en cada fecha de muestreo 20 sitios al azar. Cada sitio consistió de cinco plantas seguidas. En cada planta se observaron 20 frutos al azar en los estratos medio y bajo, para una observación total de 2000 frutos. De los frutos observados, se recolectaron los perforados por broca, para ser disectados en el laboratorio. De cada fruto disectado se tomaron los siguientes datos: estado fisiológico del fruto, número de adultos, larvas, huevos y pupas. El estado fenológico de los frutos fueron determinados en base a los criterios propuestos por Campos *et al.* (1989).

Los muestreos se realizaron cada 15 días durante el período del estudio, excepto, en La Aurora, en donde a partir del mes de noviembre se realizaron los muestreos cada 8 días.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. La Colonia:

La Colonia, situada a 1000 m.s.n.m. presenta el régimen climático descrito en el Cuadro II. Los datos climáticos históricos obtenidos durante los años 1975-85 en la estación meteorológica Los Robles y debidamente corregidos por la altura, muestran que la temperatura promedio de esta zona oscila entre 18-21° C, observándose los mayores valores entre abril y noviembre y los menores entre diciembre y febrero. La precipitación se concentra mayormente entre los meses de mayo a noviembre ; en los demás meses se registran precipitaciones en cantidades menores. Durante los meses de junio a febrero la humedad relativa se mantiene arriba de 80%, mientras que en el resto del tiempo se mantiene menor de 80%.

Cuadro II. Datos Climatológicos de La Colonia*

	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura ° C	18	18	19	20	21	20	19	20	20	20	19	18
Precipitación mm	52	27	17	29	119	229	200	188	212	205	98	55
H.R %	86	84	79	76	79	87	88	89	89	88	87	88

* Los datos corresponden a los promedios de 1975-85 obtenidos en la estación meteorológica Los Robles y debidamente corregidos por la altura.

El porcentaje de frutos brocados obtenidos durante los 16 muestreos realizados en esta localidad se presentan en la figura 1, donde se observa que durante el período que comprende de 41 a 140 días después de floración principal (ddfp), la incidencia fué mínima. El incremento de la población ocurre en el mes de octubre, obteniendo el mayor grado de infestación a los 165 ddfp, en fechas posteriores el grado de infestación sufre un descenso hasta casi desaparecer en el mes de enero de 1990. Esto último debido a la falta de cerezas disponibles.

En esta localidad se registraron bajos niveles de infestación que posiblemente sea debido a las prácticas culturales ejecutadas en dicha localidad como, la regulación de sombra y control de malezas.

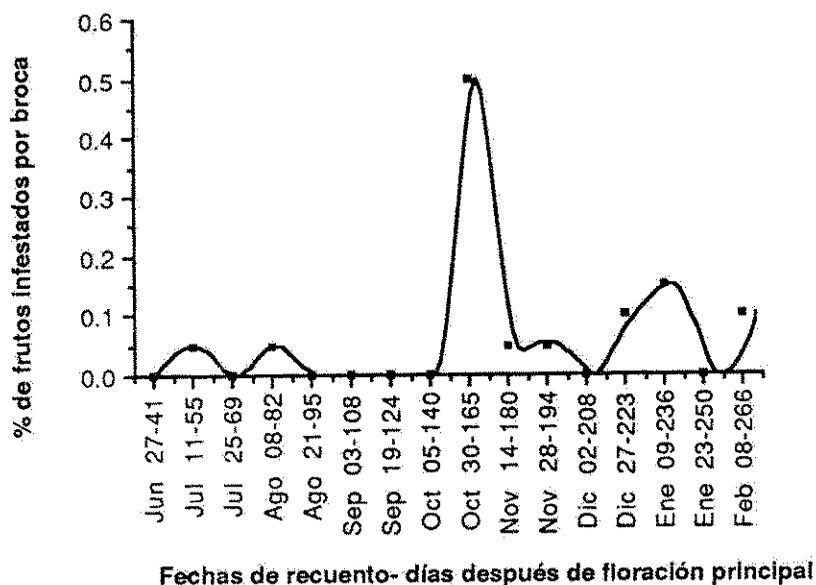


Figura. 1. Porcentajes de infestación de broca *Hypothenemus hampei* Ferr en diferentes fechas de recuento después de la floración principal. La Colonia, junio 1989 - febrero 1990.

El comportamiento de la plaga en ésta localidad, es similar al encontrado en el Soconusco, Chiapas, México, donde en alturas superiores a 1000 m.s.n.m, Baker (1985) observó que el porcentaje de cerezas atacadas por broca es menor en comparación a alturas intermedias y bajas. Muñoz *et al* (1986), en sus estudios indica que la broca tiene dos períodos bien diferenciados de incremento en la perforación de frutos, el primero en junio y el segundo entre octubre y diciembre, lo cual tiene semejanza con los resultados de La Colonia. Muñoz (1989) indica que la broca empieza a reproducirse en los frutos provenientes de las primeras floraciones y continúa desarrollándose en los frutos de las siguientes floraciones, obteniendo así varios picos en la curva de fluctuación poblacional.

En la figura 2, se observa que cuando hay incremento de adultos (165 ddfp), la producción de huevos también aumenta y el número de larvas, comienza a crecer, llegando a una producción máxima a los 223 ddfp, única fecha que se presentó la

existencia de pupas. Esto indica, que probablemente en esta localidad solo tuvo lugar el desarrollo de una generación de broca.

A partir de noviembre (180 ddfp), la población de adultos se mantuvo en niveles bajos, hasta el fin de cosecha. Según Paulini y Paulino (1979) y Mendez y Velazco (1985), las reducciones drásticas al momento de la cosecha se deben a la caída casi total de los frutos dañados, así como altas precipitaciones y recolecta de los frutos maduros. Todos estos factores podrían haber influido en la baja incidencia de los frutos brocados y la población de adultos durante los últimos recuentos en La Colonia.

En La Colonia, el mayor porcentaje de frutos brocados correspondió al grado de semiconsistencia, con un 44%, siguiendo el orden decreciente cerezas maduras y consistentes, con 24 y 20% respectivamente. Los frutos lechosos y secos se encontraron atacados en mínimos porcentajes (Fig. 3).

- Sobre este particular existen reportes como los de Sladden (1934), quien asegura mayores ataques de broca en frutos verdes y maduros hasta de 80 y 96%. De igual manera Hernández y Sánchez (1972), Baker (1984 y 1985), Alonzo (1983), Bergamín (1943) y Le Pelley (1973), concuerdan en que la altitud, la temperatura y la humedad relativa, además de influenciar las poblaciones de broca y la duración de su ciclo de vida, tienen una gran influencia sobre la fenología de los cafetos. Esto es sobre el inicio de las floraciones y el número de ellas, así como de los días requeridos para que los frutos alcancen el grado de semiconsistencia (20% de peso seco), cuando la broca hace su mayor daño.

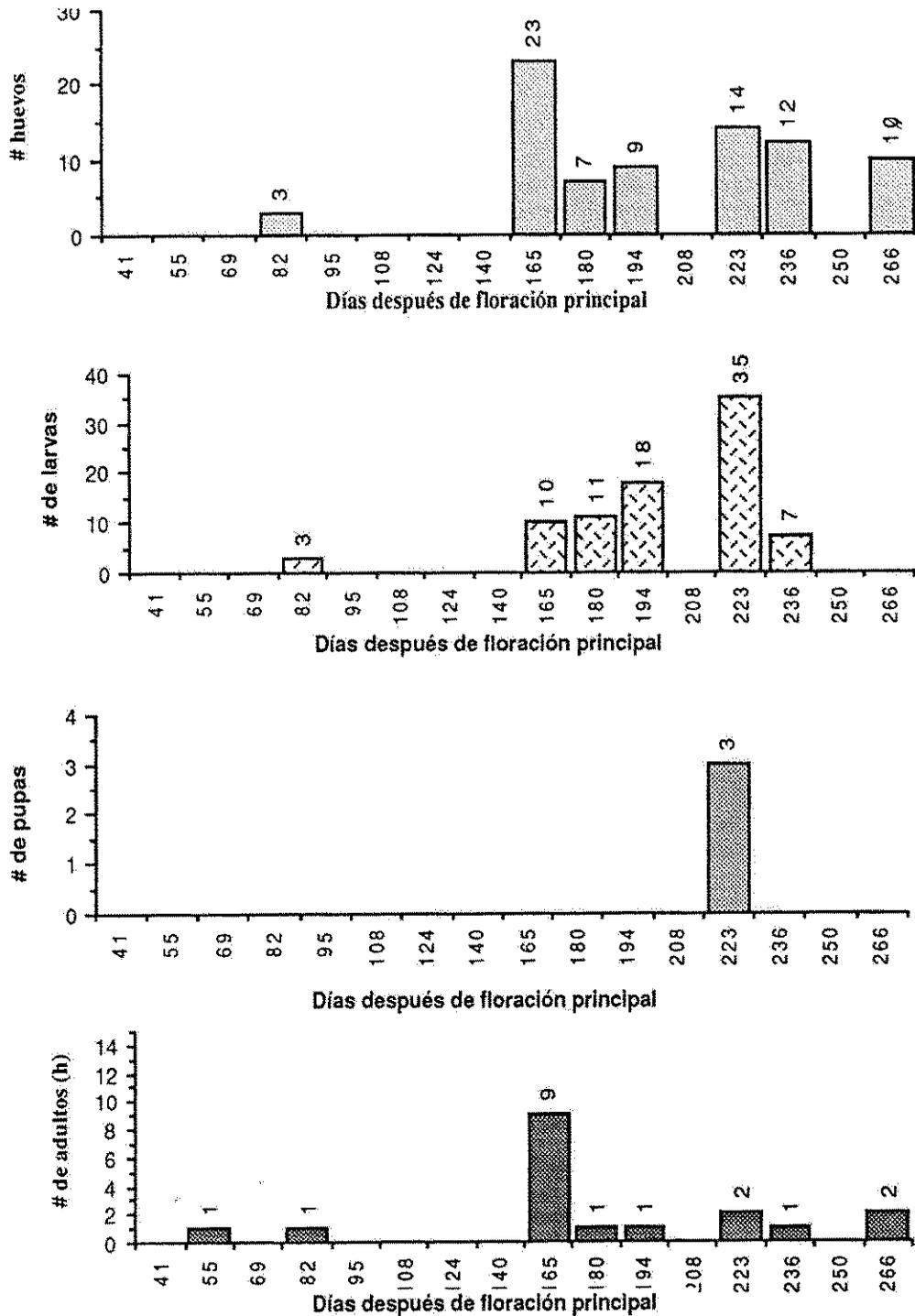


Figura 2. Población de diferentes estadios de broca en los frutos afectados en diferentes fechas después de la floración principal. Los números de los estadios representan la población encontrada en todos los frutos afectados en 100 plantas de cafetos muestradas. En cada planta se evaluaron 20 frutos. La Colonia, 1989

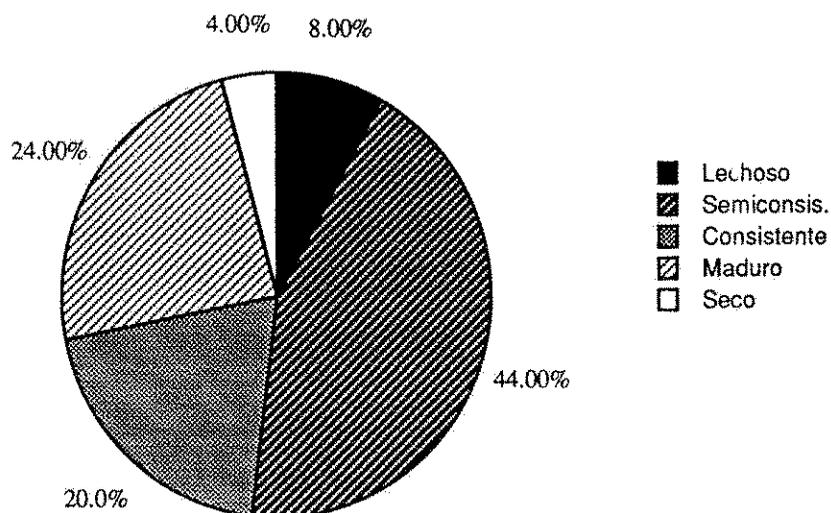


Figura 3. Estados fenológicos de los frutos afectados por broca durante el ciclo productivo. La Colonia junio 1989- febrero 1990.

B. La Aurora

La Aurora, situada a 1150 m.s.n.m. presenta el régimen climático descrito en el Cuadro III. Los datos climáticos históricos obtenidos durante los años 1975-85 en la estación meteorológica La Mascota y debidamente corregidos por la altura, muestran que la temperatura promedio de esta zona oscila entre 18-22° C, observándose los mayores valores entre abril y noviembre y los menores entre diciembre y febrero. La precipitación se concentra mayormente entre los meses de mayo a noviembre ; en los demás meses se registran precipitaciones en cantidades menores. En el mes de abril la humedad relativa es menor a 80%, en lo demás meses es mayor de 80%.

En La Aurora, los recuentos se iniciaron en el mes de agosto de 1989 extendiéndose hasta febrero de 1990 (finales de cosecha). Se tomaron datos cada 15 días en el período agosto a octubre y posteriormente de noviembre a febrero la información se recabó cada ocho días.

Cuadro III. Datos Climatológicos de La Aurora*

	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura ° C	18	18	20	21	22	21	20	20	20	20	20	18
Precipitación mm	67	31	29	43	167	253	218	207	242	189	115	66
H.R %	87	84	80	77	81	86	87	88	87	89	89	87

* Los datos corresponden a los promedios de 1975-85 obtenidos en la estación meteorológica La Mascota y debidamente corregidos por la altura.

En un inicio no se detectó presencia de frutos brocados, sino hasta en el mes de octubre, en donde se observó 0.1% de frutos afectados a los 141 ddfp. Esto coincide con lo encontrado por González (1985), quien a 1060 m.s.n.m encontró ataques iniciales a los 147 días después de la floración principal. A partir de esa fecha la población experimentó ligeros incrementos, alcanzándose en noviembre un máximo de 0.55% de infestación. Recuentos posteriores indicaron bajos porcentajes de frutos brocados, oscilando entre 0.15 y 0.5% del 24 de noviembre al 30 de diciembre, decreciendo en el mes de enero y febrero de 1990 (durante la cosecha) con porcentajes de 0.1 a 0.25% (Fig. 4).

Es importante señalar que la baja incidencia de frutos brocados en esta localidad refleja el efecto del manejo practicado en la finca a raíz de la detección de la plaga, como regulación de sombra, control de malezas, poda de cafetos, recolecta de los granos después de la cosecha etc. La zona sobrepasa los 1000 m.s.n.m y las temperaturas registradas son bajas lo cual no favorece el desarrollo óptimo de la broca. Además existe posibilidad de la influencia de otros factores de mortalidad, pues en la práctica se ha encontrado la presencia del hongo *Beauveria bassiana* sobre frutos brocados en el cafetal en estudio.

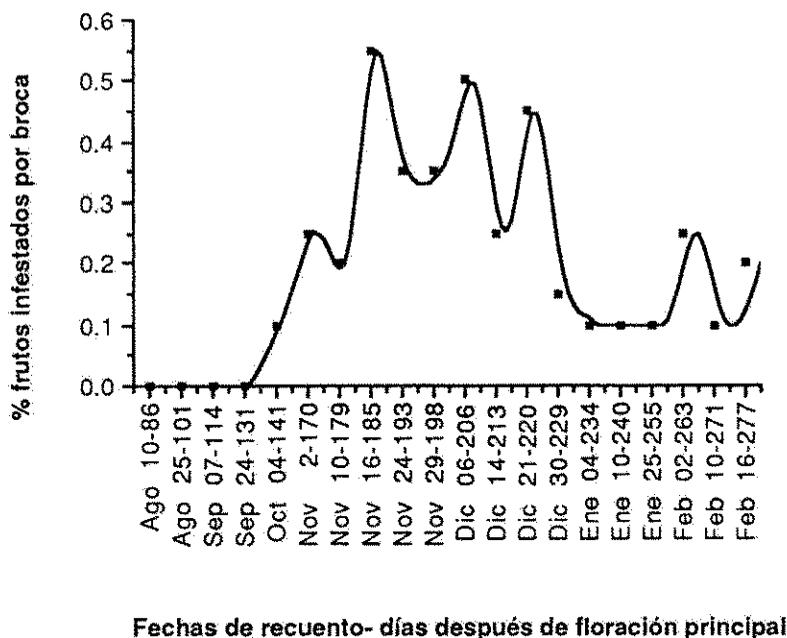


Figura 4. Porcentajes de infestación de broca en diferentes fechas de recuentos después de la floración principal. La Aurora, Agosto, 1989-Feb, 1990

Haarer (1956) considera que los lugares de baja altura son los que constituyen un factor de predisposición, puesto que la plaga nunca llega a niveles altos en lugares de mayor altura. Según Alonzo (1983), el rango óptimo para el desarrollo de la broca también está entre 800 y 1000 m.s.n.m y lo cual coincide con la situación de Nicaragua, puesto que los mayores problemas de broca se ubican en ese rango altitudinal. Sin embargo, Davidson (1967) señala que la altitud no parece ser un factor limitante para la broca, ya que se ha encontrado ataques serios en plantaciones en Etiopía situadas a alturas de 1600 a 2000 m.s.n.m.

En esta localidad se encontró la presencia de los adultos de broca y huevos a los 141 ddfp, en la misma fecha que se encontraron frutos perforados por primera vez. Posteriormente, comenzaron a aparecer larvas y pupas (185 y 198 ddfp respectivamente). La mayor presencia de huevos y larvas ocurrió durante los 193 a 220 ddfp, mientras las mayores poblaciones de pupa se encontraron durante los 255 a 263 ddfp, donde también se observó un incremento en las poblaciones de larvas y adultos de broca. En esta localidad las poblaciones de los diferentes estadios de broca fueron mayores que en La Colonia encontrándose siempre los adultos, huevos, larvas y pupas.

En algunos recuentos se encontraron bajos niveles de los estadíos al igual al caso presentado en La Colonia. Esto puede deberse a los bajos porcentajes de infestación, paso de un estado a otro, sucesión de generaciones, efectos negativos ejercidos por algunos factores de mortalidad. Por lo general, las poblaciones fueron bajas al inicio, con tendencia de incrementarse posteriormente y a decrecer al momento de la cosecha. (Fig. 5).

Baker (1985), a este respecto señala que es muy difícil entender los procesos involucrados, por la heterogeneidad en la población en relación al estado de desarrollo de su ciclo de vida y que por eso es muy difícil aislar los factores que afectan las diversas partes del ciclo.

Los estados de consistencia de los frutos brocados, encontrados en los muestreos fueron : lechosos, semiconsistentes, consistentes, maduros y secos; se registró mayor grado de ataque en frutos semiconsistentes y consistentes, seguidos por los frutos maduros. Esto difiere a los resultados de La Colonia donde la mayor infestación se encontró en los frutos semi-consistentes. Sin embargo, igual que en caso anterior no se encontró reproducción en frutos lechosos (Fig.6). La broca no penetra a la semilla mientras esta no tenga el porcentaje de materia seca adecuada. Baker (1985) señala que el porcentaje de humedad del grano es muy importante con respecto al desarrollo de la broca, que no penetra al grano para ovipositar hasta que este tiene 20% ó más de peso seco.

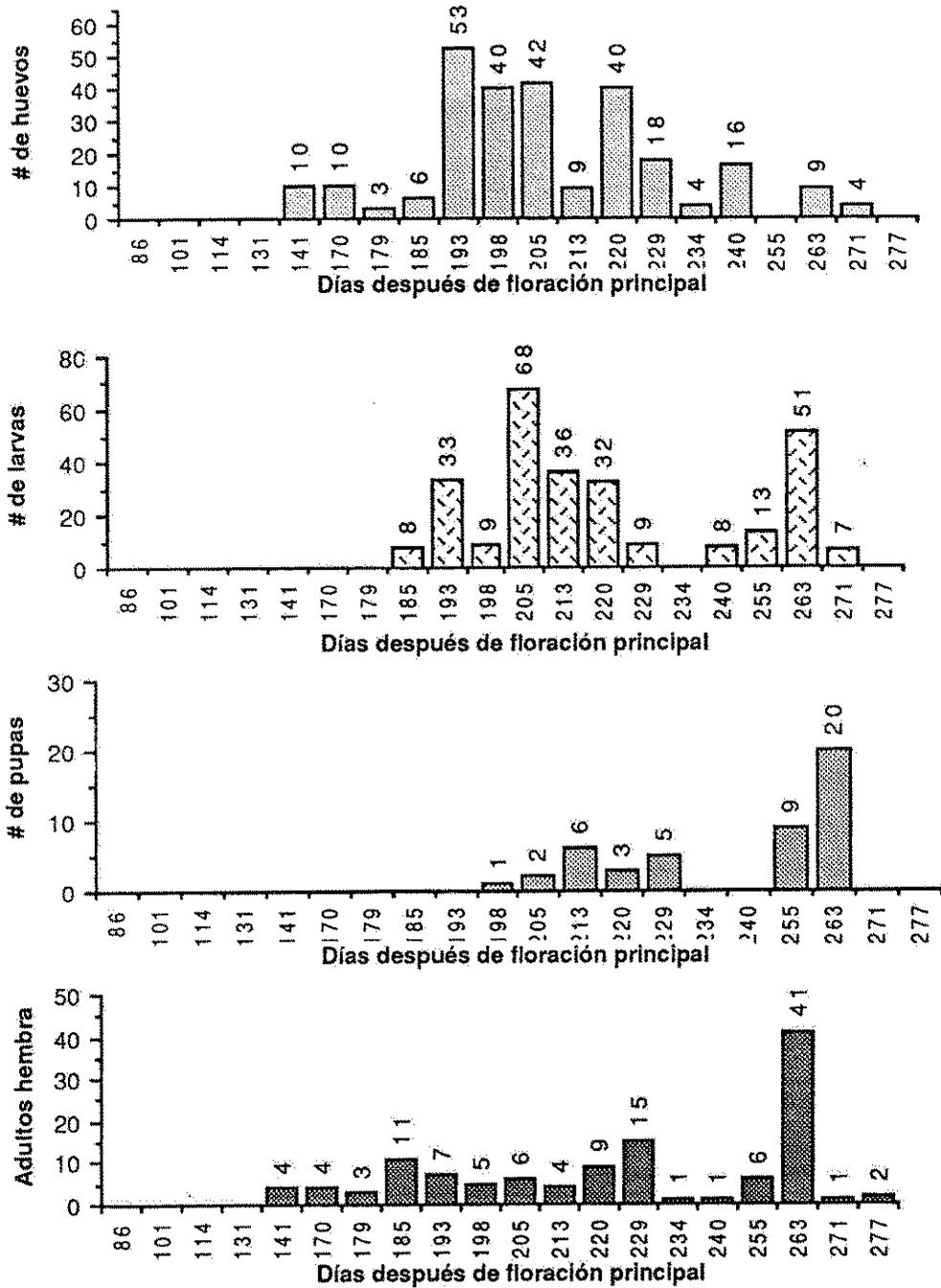


Fig 5. Población de diferentes estadios de broca en los frutos afectados en diferentes fechas después de floración principal. Los números de los estadios representan la población encontrada en todos los frutos afectados en 100 plantas de cafetos muestradas. En cada planta se evaluaron 20 frutos. La Aurora, 1989.

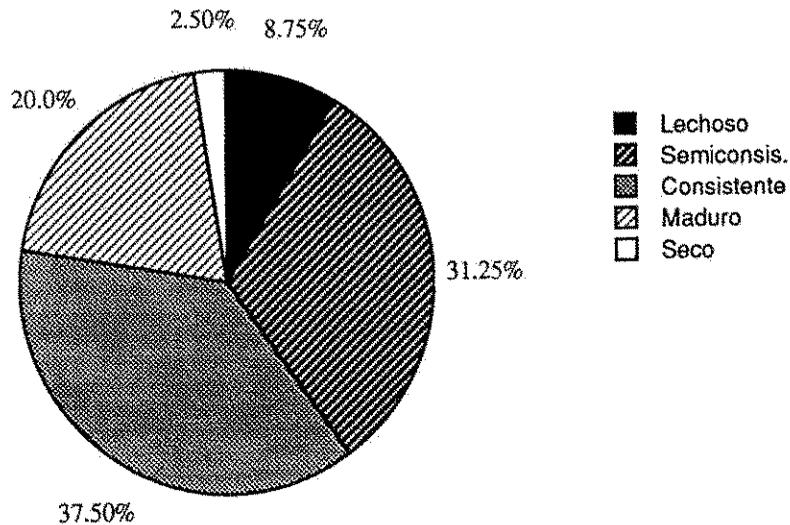


Figura 6. Estados fenológicos de los frutos afectados por la broca durante el ciclo productivo. La Aurora, junio 1989- febrero 1990.

C. La Ina Oriental

La Ina Oriental, situada a 950 m.s.n.m. presenta el régimen climático descrito en el Cuadro IV. Los datos climáticos históricos obtenidos durante los años 1975-85 en la estación meteorológica La Estrella y debidamente corregidos por la altura, muestran que la temperatura promedio de esta zona oscila entre 19-22° C, observándose los mayores valores entre marzo y noviembre y los menores entre diciembre y febrero. La precipitación se concentra mayormente entre los meses de mayo a noviembre; en los demás meses se registran precipitaciones en cantidades menores. En los meses de febrero a mayo la humedad relativa es menor a 80%, en los demás meses es mayor de 80%.

En La Ina Oriental, la infestación aumentó de manera progresiva a partir del mes de julio de 1989 y con niveles superiores. El primer brote de adultos, se detectó en el mes de julio, con un porcentaje de infestación de 0.1% a los 50 ddfp y manteniéndose siempre en niveles bajos hasta los 91 días, siendo éstos entre 0.1 y 0.3%. En recuentos posteriores de agosto a diciembre, se encontraron infestaciones que oscilaron entre 0.35 y 0.85%; correspondiendo los máximos valores a los recuentos de agosto, octubre y diciembre (0.7 - 0.85%), que es cuando hay existencia de frutos en estado de maduración (107-219 ddfp). Durante el período de mayor maduración de frutos

(enero), ocurrió un incremento en la infestación, llegando hasta 1.55% y al momento de la cosecha (250 ddfp) los porcentajes decrecieron drásticamente (Fig. 7).

Cuadro IV. Datos Climatológicos de La Ina Oriental*

	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura ° C	20	19	22	22	22	21	21	21	22	21	21	20
Precipitación mm	71	29	36	46	165	324	264	255	260	368	135	67
H.R. %	83	79	73	77	76	85	87	86	86	87	84	84

* Los datos corresponden a los promedios de 1975-85 obtenidos en la estación meteorológica La Estrella y debidamente corregidos por la altura.

De acuerdo con Alonzo (1983), la altura de La Ina Oriental (950 msnm), es óptima para el ataque de broca, de la misma manera se coincide con Baker *et. al* (1988), quienes reportan grandes infestaciones en zonas con temperaturas alrededor de 22° C parecidas a las de este lugar y además que en esta localidad no se encontró presencia de enemigos naturales como por ejemplo *B. bassiana*.

En esta localidad se encontró la presencia de los adultos a los 50 ddfp, mientras los huevos, larvas y pupas aparecen a los 78 ddfp. En los recuentos posteriores se encontraron números mayores de todos los estadios observando los mayores niveles durante los 219 a 246 ddfp. En algunos recuentos no se registraron poblaciones de pupas, mientras que se observaron los huevos, larvas y adultos en todas las fechas posteriores a 78 ddfp.

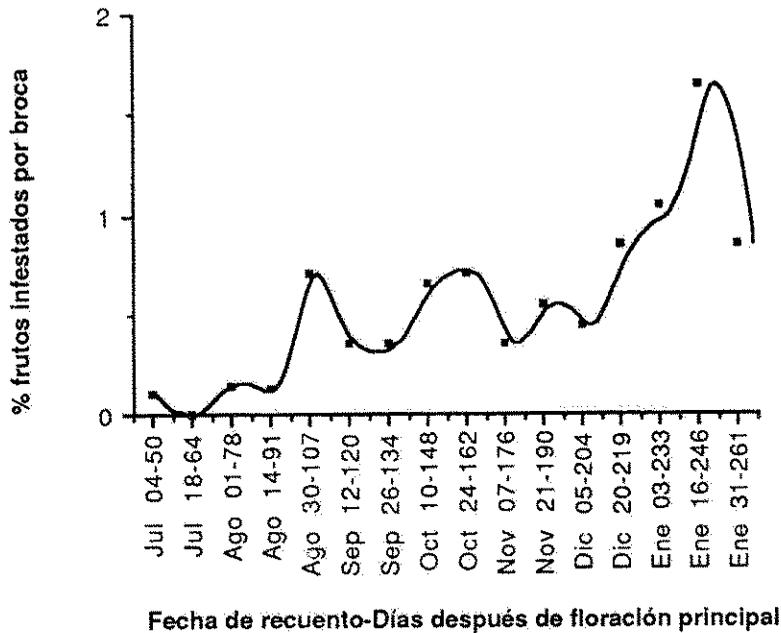


Figura. 7. Porcentajes de infestación de broca *Hypothenemus hampei* Ferr en diferentes fechas de recuento después de la floración principal. La Ina Oriental, junio 1989 - febrero, 1990.

En comparación a los demás lugares el comportamiento de poblaciones resultó similar: bajas al inicio, incrementos fuertes en fechas posteriores y mermas de poblaciones al momento de la cosecha. Generalmente hubieron variaciones en la infestación en todos los estadíos durante el tiempo evaluado; así lo muestran también resultados obtenidos por Baker (1985), Méndez y Velazco (1985), Muñoz *et. al* (1986), Paulini y Paulino (1979) y Zelaya Rosales (1984), quienes realizaron este tipo de estudio bajo diferentes modalidades, tomando en cuenta la altura y porcentaje de sombra. Según CENICAFE (1990) la causa de las fluctuaciones pueden relacionarse con: secuencia cronológica de nacimientos y muertes, influencia del ambiente y la interacción entre las especies y su enemigos naturales, así como enfermedades causadas por micro-organismos.

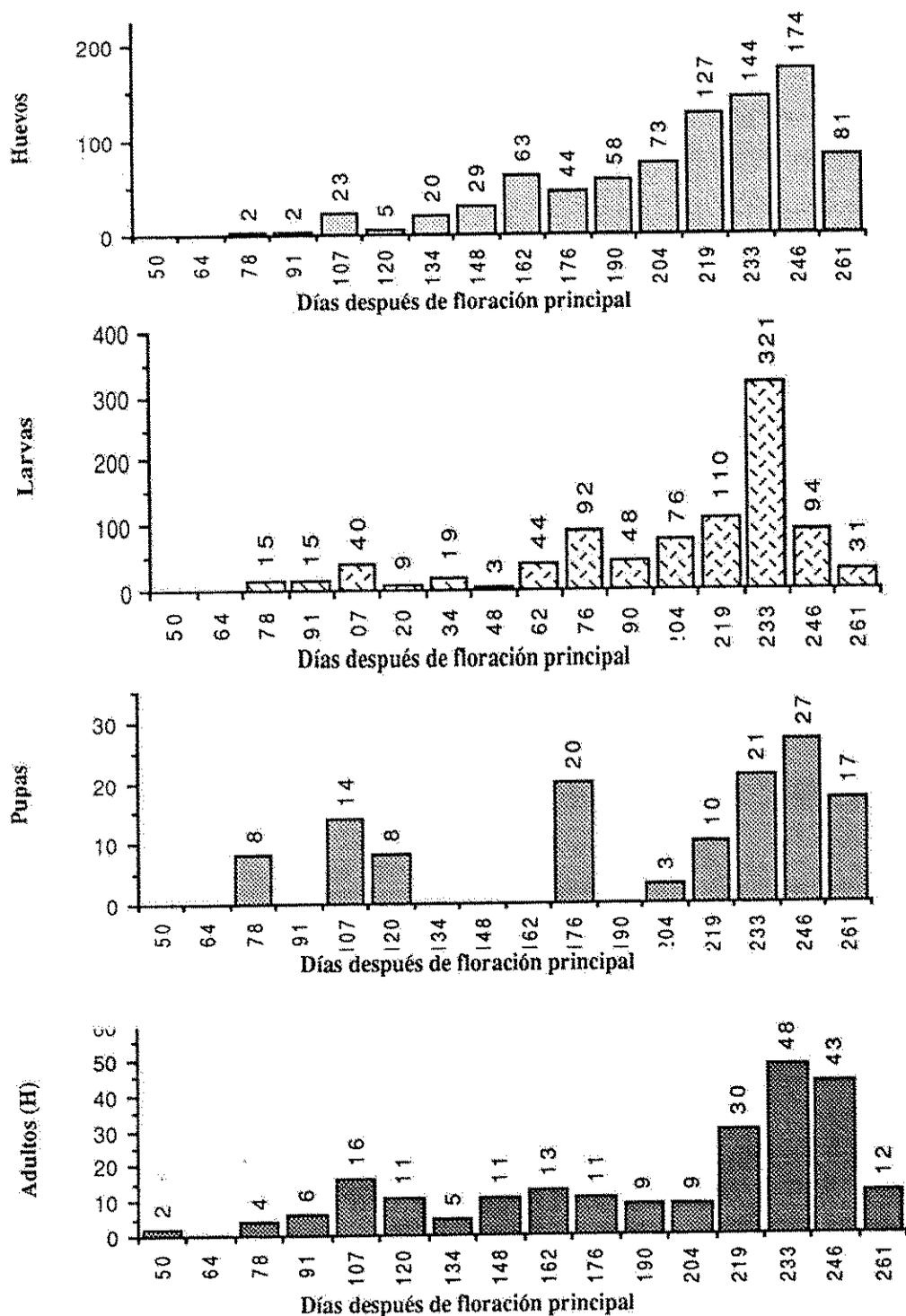


Fig 8. Población de diferentes estadios de broca en los frutos afectados en diferentes fechas después de la floración principal. Los números de los estadios representan la población encontrada en todos los frutos afectados en 100 plantas de cafetos muestreadas. En cada planta se evaluaron 20 frutos. La Ina Oriental, 1989.

En La Ina Oriental, el grado de consistencia del fruto más afectado resultó ser el maduro, seguido por el consistente y semiconsistente. Al igual que en los casos anteriores, la reproducción se mantuvo siempre en frutos de semiconsistente a maduros (Fig.9)

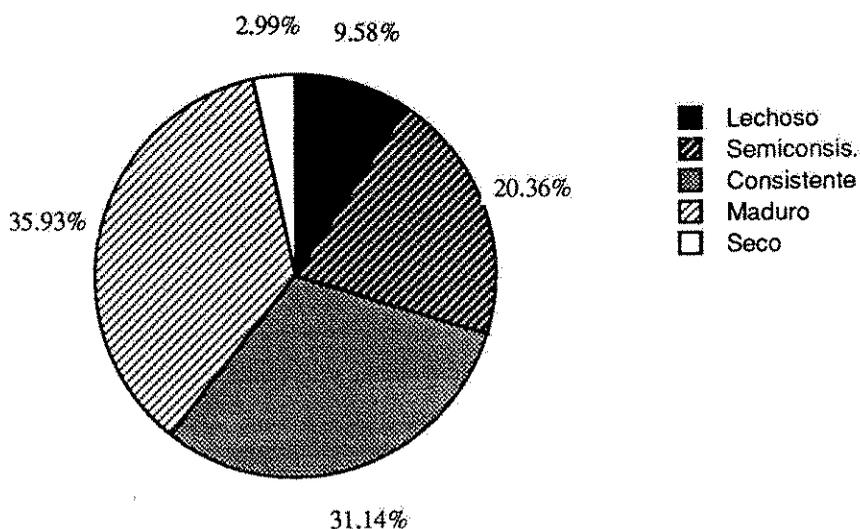


Figura 9. Estados fenológicos de los frutos afectados por la broca durante el ciclo productivo. La Ina Oriental, junio 1989- febrero 1990.

D. Discusión General.

Dando un vistazo global a los resultados encontrados en las tres localidades estudiadas, se puede deducir que el grado de infestación de la broca mostró variaciones en el período evaluado. La infestación fue menor en las localidades de La Colonia y La Aurora, debido probablemente a que en La Colonia la aparición de broca era reciente, además del manejo agronómico ejecutado en las plantaciones. En La Aurora la baja incidencia pudo haberse debido a la rigurosa recolecta de granos caídos en el suelo después de la cosecha (pepena) y otras medidas culturales practicadas en las plantaciones. El esmero especial brindado en esta localidad podemos atribuirselo al hecho de que fué el lugar donde se detectó el primer brote de broca a nivel nacional.

La aparición temprana de frutos infestados en La Colonia, se debe al producto de floraciones prematuras. Según Muñoz *et. al* (1986), Carillo (1989) y Klein *et al.* (1987) estas floraciones inciden sobre la infestación en los frutos de la floración principal al permitir la sobrevivencia de broca.

Tanto en La Colonia como en La Aurora, las temperaturas promedio anuales son de 19.3 y 19.8° C respectivamente. Estando de acuerdo con Baker *et. al* (1988), este factor tiene influencia en el nivel de incidencia de la plaga, pues ellos encontraron altas infestaciones con temperaturas promedio anual entre 23 y 25° C y en el caso de estas localidades la temperatura no sobrepasa de 20° C. Por otro lado la altura sobre el nivel del mar también parece influir en la sobrevivencia de la broca, puesto que se ha encontrado mayor cantidad de frutos infestados en zonas de alturas intermedia (600-1000 m.s.n.m) e incidencia baja en alturas mayores de 1000 m.s.n.m (Baker, 1985). La Colonia y La Aurora están situadas a alturas de 1000 y 1150 m.s.n.m lo cual no favorece el desarrollo de esta plaga.

En la localidad de La Ina Oriental situada a menor altura (950 m.s.n.m) los niveles de infestación de broca fueron más altos, encontrándose las infestaciones desde el inicio de formación de frutos hasta la maduración de los mismos. La diferencia se debe tal vez a que las temperaturas fueron más altas, con un promedio anual de 21° C, lo cual se acerca al rango óptimo (23-25°C) señalado por Baker *et. al* (1988). Además la humedad relativa promedio de 81% y la altura sobre el nivel del mar de esta localidad se consideran óptimas para el desarrollo de esta plaga (Bergamin, 1943; Hernandez y Sanchez, 1972; Le Pelley, 1973; Alonzo, 1983 y Baker, 1984,1985).

En las tres localidades, se observó que con la existencia de los adultos, siempre hubo presencia de huevos y larvas, aunque en La Colonia la primera aparición de los huevos y larvas tuvieron lugar unas semanas después de que se encontraron los adultos por primera vez, mientras que en La Aurora solamente los huevos aparecieron en la fecha que se encontraron los adultos y las larvas se detectaron en las fechas posteriores. En todas las localidades, el estadio más escaso fue la pupa y más abundantes fueron los huevos y las larvas. Las poblaciones fueron bajas al inicio, incrementándose en fechas posteriores hasta decrecer al momento de la cosecha. Baker (1985) a este respecto señala que es difícil entender los procesos involucrados, por la heterogeneidad de la población en relación al estado de desarrollo de su ciclo de vida y que por eso también es difícil aislar los factores que afectan las diferentes partes del ciclo.

De acuerdo al grado de consistencia de los frutos, en las tres localidades estudiadas, se detectó daño de broca en frutos: lechosos, semiconsistentes, consistentes,

maduros y secos. Sin embargo, la reproducción del insecto se observó solo en frutos semiconsistentes, consistentes y maduros. En frutos lechosos, la broca no tiene condiciones de construir sus galerías para ovipositar. Por lo tanto la oviposición se inicia en estado de semiconsistencia, de tal manera que se ratifica la aseveración de Baker (1985) que la broca no penetra a la semilla para ovipositar solamente cuando la semilla tiene 20% o más de materia seca. En las localidades de mayor altura el inicio de la infestación ocurre más tarde (140 ddfp) en relación a la localidad de menor altura (78 ddfp). Esto es debido a la maduración tempranas de los frutos a la altura media y la preferencia de los adultos de broca para los frutos en estado de semiconsistentes a maduros para ovipositar.

CONCLUSIONES

Los niveles de infestación de broca de cafeto fluctuaron entre 0.05 y 1.55% en las tres localidades estudiadas, observándose incremento de dichos niveles entre los 107 y 246 días después de la floración principal. Los niveles decrecieron al momento de la cosecha.

En las localidades de mayor altura (1000-1150 m.s.n.m) y baja temperatura las poblaciones de broca se mantuvieron bajas, mientras que en localidades de menor altura (950 m.s.n.m) las poblaciones fueron más altas.

En las localidades de mayor altura el inicio de la infestación ocurre más tarde (140 ddfp) en relación a la localidad de menor altura (78 ddfp) debido a la maduración tempranas de los frutos a la altura media.

Se observó variación en las poblaciones de los diferentes estadios de la broca en las zonas de estudio encontrando que los estadios más abundantes fueron los huevos y larvas, mientras que el estadio más escaso fue la pupa.

La población de huevos, larvas y pupas aumentó proporcionalmente al número de adultos, alcanzando los máximos valores durante la maduración del fruto y disminuyendo al momento final de la cosecha.

Se detectó daño de broca en frutos: lechosos, semiconsistentes, consistentes, maduros y secos. Sin embargo, la reproducción del insecto se observó solo en frutos semiconsistentes, consistentes y maduros.

RECOMENDACIONES

1. Continuar este mismo estudio durante varios ciclos para poder obtener datos más confiables que permitan predecir el comportamiento de la broca en diferentes zonas.
2. Estudiar el grado de mortalidad causada por los enemigos naturales para entender la fluctuación de las poblaciones.
3. Evaluar el efecto de las prácticas culturales sobre la incidencia de broca.
4. Mantener el registro de fechas de las floraciones con el fin de diseñar un mejor manejo de broca del cafeto.
5. No sembrar mezcla de variedades en la misma plantación, debido a que las floraciones prematuras en algunas de ellas permite la colonización inicial del insecto y lo cual afecta al producto de la floración principal.
6. Los muestreos se deben iniciar a los 2 meses después de las floraciones para conocer el nivel de infestación.

LITERATURA CITADA

- ALONZO, F. 1983. Biología de la Broca del Fruto del Café. en La Broca y su Control. IICA - PROMECAFE. P. 42-47.
- BAKER, P. S. 1984. Some aspects of the behavior of the coffee berry borer in relation to its Control in Southern Mexico (Coleóptera Scolytidae). Folia Entomológica Mexicana, 61: 9 - 24.
- BAKER, P. S. 1985. La Ecología y Comportamiento de la Broca del Café. III Simposio Sobre Caficultura Latinoamericana. PROMECAFE. IICA. Granada, Nicaragua. P. 1-26.
- BAKER, P.S., BARRERA, J.F. y VALENZUELA, E. 1988. The Distribution of the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) in Southern Mexico: a survey for a biocontrol project. Tropical Pest management.
- BERGAMIN, J. A. 1943. As Chuvas e a broca de café. Boletín de Super Intendencia dos servicios de café, Brasil. P. 282-3.
- CAMPOS, O. , FLORES, J. y SANTOS, D. 1989. Estadio de la fenología de frutos de cuatro cultivares de *Coffea arabica* L. III Taller Regional de Broca. IICA-PROMECAFE. Antigua, Guatemala. PP 1-12
- CARRILLO, A.E. 1989. Recomendaciones para el control de la broca del fruto de cafeto (*Hypothenemus hampei*) . Asociación Nacional de Café. Revista Cafetalera No. 302. Guatemala. pp 25-27
- CENICAFE. 1990. Manual de Capacitación en Control Biológico. Centro Nacional de Investigación del Café. Chinchiná-Caldas, Colombia. 174 p.
- DAVIDSON, A. 1967. The Occurrence of coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferr. in Ethiopia. Ref. Sumario (Es). Perú. V. B. (4) P. 1-3.
- DIRECCION GENERAL DE TECNICAS AGROPECUARIAS. 1989. Informe final de la Campaña de Broca. MIDINRA. Managua, Nicaragua. Mecanografiado.
- GONZALEZ, M. O. 1985. Ciclo de vida y hábitos de la broca del fruto del cafeto *Hypothenemus hampei* Ferr. 1867. en El Salvador. VIII Simposio Sobre Caficultura Latinoamericana. PROMECAFE -IICA. P 181-186. Granada, Nicaragua.
- HAARER, A. E. 1956. Modern coffee production. Leonard Hill, London. 467 pp.
- HERNANDEZ, P; M. y A. SANCHEZ DE LEON. 1972. La broca del fruto del café. ANACAFE, Guatemala. Boletín No. 11. 72 p.
- INGUNZA, S. 1966. La Broca del café (*Hypothenemus hampei*) : Importancia, distribución geografica, forma de ataque y especies de cafeto que ataca e influencia de la altitud sobre el nivel del mar en el grado de ataque. Revista Peruana de Entomología (Perú). 9(1): p 82-93

- KLEIN, C., MOLINARI, P. Y TANDANZO, A. 1987. Distribución y niveles de infestación del café (*Hypothenemus hampei* Ferr) en Ecuador. Sanidad Vegetal. Vol II. No. 2: p 4-12.
- LE PELLEY, R. H. 1973. Las Plagas del Café, Ediciones de Ciencia Técnica. Cuba. 693 P.
- MENDEZ, L.I., VELAZCO, P.H., 1985. Infestación y daño de la broca del fruto del café *Hypothenemus hampei* ferr. en la region del Soconusco Chiapas, Mexico. VII Simposio sobre Caficultura Latinoamericana. Granada, Nicaragua. p. 199-208 .
- MOLINARI, P. A. 1987. Situación de la broca del café *Hypothenemus hampei* Ferr (Coleoptera: Scolytidae) en Santo Domingo de los Colorados. PP 31-40. Ecuador.
- MUÑOZ, R.I., ANDINO, A., ZELAYA, R.R. 1986. Fluctuación poblacional de broca de fruto de café (*Hypothenemus hampei* Ferr) en las zona del lago de Yojoa. II Taller de trabajo Internacional sobre manejo integrado de la broca del grano de Café *Hypothenemus hampei* Ferr. IICA-PROMECAFE. Tapachula, México. pp 75-99.
- MUÑOZ, R.I. 1989. Infestación de broca en frutos provenientes de la diferentes floraciones ocurrida en los cultivares Caturra y Catimor. III Taller Regional de Broca. IICA-PROMECAFE. Antigua, Guatemala. PP 15-34.
- ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA. 1982. La broca del café *Hypothenemus hampei* Ferr. (1867). Departamento de Sanidad Vegetal. Boletín Técnico. Sv. 15-16 p.
- PAULINI, A. E. PAULINO, A. J. 1979. Evaluacao de *Hypoyhenemus hampei* (Ferr. 1867) en café canilón armazenado e influencia da infestacao da Congresso Brasileiro do café (Resumenes) p. 285-287.
- REBELLES REIS, P., DE SOUZA, J. y DA SILVEIRA MELO, L. 1980. Fluctuacaopoblacional de broca do café, *Hypothenemus hampei* (Ferr. 1867). (Coleóptera, Scolytidae), no Estado de Minas Gerais. En Proyecto café: Resumos de Trablhos realizados pelo sistema Estadual de Pesquisa Agropecuaria Brasil Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais.
- SLADEN, G.E. 1934. Le sthephanoderes *hampei* Ferr. Bull. Agric. Congo Belge, 25:26-77, Brussels.
- ZELAYA ROSALES, R. 1984. Fluctuación Poblacional de la Broca del Fruto del Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en la zona de Lago de Yojoa. In Recopilación de publicaciones entomológicas realizadas por el Instituto Hondureño del Café. La Fé. Hond. pp. 1-17.