

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

"ATRACTIVIDAD RELATIVA Y SUSCEPTIBILIDAD DE VARIAS ESPECIES  
Y CULTIVARES DE CAFE (*Coffea* spp.) A LA BROCA DEL FRUTO  
(*Hypothenemus hampei*. Ferr. 1867) EN CONDICIONES DE LABORATORIO".



TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

WILFREDO VILLAGRAN GUERRA

En el acto de investidura como  
INGENIERO AGRONOMO  
En el grado académico de  
LICENCIADO

Guatemala, septiembre de 1991.

DL  
01  
T(1344)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina G.
VOCAL I:	Ing. Agr. Mynor Estrada R.
VOCAL II:	Ing. Agr. Waldemar Nufio R.
VOCAL III:	
VOCAL IV:	P.A. Alfredo Itzep M.
VOCAL V:	P.A. Francisco Ibarra C.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada M.

HONORABLE TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. CESAR A. CASTANEDA S.
EXAMINADOR	Ing. Agr. EDGAR MARTINEZ T.
EXAMINADOR	Ing. Agr. CARLOS ECHEVERRIA
EXAMINADOR	Ing. Agr. JUAN GONZALEZ M.
SECRETARIO	Ing. Agr. RODOLFO ALBIZUREZ P.

Guatemala, septiembre de 1991.

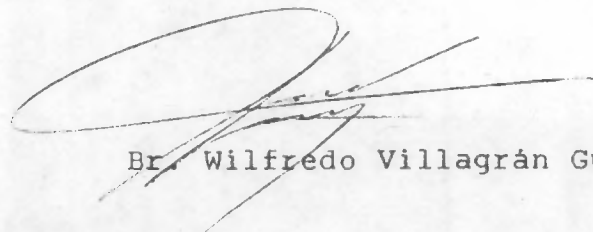
Señores  
Honorable Junta Directiva  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos

Respetables Señores:

De conformidad con las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, como requisito previo a optar al título de INGENIERO AGRONOMO, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"ATRACTIVIDAD RELATIVA Y SUSCEPTIBILIDAD DE VARIAS  
ESPECIES Y CULTIVARES DE CAFE (Coffea spp.) A LA  
BROCA DEL FRUTO (Hypothenemus hampei. Ferr. 1867)  
EN CONDICIONES DE LABORATORIO".

Agradeciendo vuestra aprobación, me es grato suscribirme de ustedes con las muestras de mi más alta consideración.



Br. Wilfredo Villagrán Guerra

ACTO Y TESIS DE DEDICO A:

MI MADRE

Pues honrandola a ella,  
Invoco a DIOS y doy gracias,  
Engrandezco a mi Patria,  
Enaltezco la memoria de mi Padre,  
Enorgullezco a mis Hermanos,  
Y la pongo como noble ejemplo para mi esposa y mi hija.

Pues reconociendo sus esfuerzo y sacrificios,  
me hago más humano y humilde hacia mi prójimo.

**AGRADECIMIENTOS**

A: Ing. Juan Carlos Mendez Barrios  
Por su apoyo y su amistad.

Ing. Eduardo Carrillo Aguilar  
Por su paciente asesoría y amistad.

Personal técnico y administrativo de PROMECAFE

Personal técnico y administrativo del Departamento  
de Investigaciones en Café de ANACAFE.

Por todo el apoyo que prestaron para llevar a  
buen término el presente trabajo.

## CONTENIDO GENERAL

1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1. Marco Conceptual	3
3.1.1. Resistencia genética	3
3.1.2. Antecedentes de resistencia a la broca del café	5
3.1.3. Hospederos	6
3.2. Marco Referencial	10
3.2.1. Importancia económica de la plaga	10
3.2.2. Descripción de especies y cultivares	10
4. OBJETIVOS	15
5. HIPOTESIS	15
6. METODOLOGIA	16
6.1. Desarrollo de progenies de broca en diferentes especies y cultivares de café	17
6.2. Atractividad relativa de diferentes especies y cultivares de café	19
7. RESULTADOS Y DISCUSION	21
7.1. Desarrollo de progenies de broca en diferentes especies y cultivares de café	21
7.2. Atractividad relativa de diferentes especies y cultivares de café	31
8. CONCLUSIONES	37
9. RECOMENDACIONES	38
10. BIBLIOGRAFIA	39
11. APENDICE	42

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Especies y cultivares evaluados	16
CUADRO 2. Cajas de cría y número de frutos utilizados	17
CUADRO 3. Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey para las variables de individuos vivos/fruto	22
CUADRO 4. Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey para las variables perforaciones e individuos muertos/fruto	30
CUADRO 5. Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey para las variables de la prueba I de atractividad relativa	32
CUADRO 6. Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey para las variables de la prueba II de atractividad relativa	33

## INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1. Curvas de desarrollo de huevecillos en cada especie o cultivar	23
GRAFICA 2. Curvas de desarrollo de larvas vivas en cada especie o cultivar	25
GRAFICA 3. Curvas de desarrollo de pupas vivas en cada especie o cultivar	27
GRAFICA 4. Curvas de desarrollo de adultos vivos en cada especie o cultivar	28

"ATRACTIVIDAD RELATIVA Y SUSCEPTIBILIDAD DE VARIAS ESPECIES Y CULTIVARES DE CAFE (Coffea spp.) A LA BROCA DEL FRUTO (Hypothenemus hampei Ferr. 1867) EN CONDICIONES DE LABORATORIO.

"RELATIVE ATTRACTIVITY AND SUSCEPTIBILITY OF SEVERAL SPECIES AND CULTIVARS OF Coffea spp. TO THE COFFEE BERRY BORER (Hypothenemus hampei Ferr. 1867) IN LABORATORY CONDITIONS"

#### R E S U M E N

En Guatemala, como en otros países afectados por la broca, la investigación se ha orientado a buscar alternativas de control biológico, genético y cultural que permitan reducir el uso de productos químicos y por consiguiente obtener ahorro en los costos de producción y la protección del medio ambiente.

En busca de resistencia genética hacia el desarrollo de la broca del fruto del cafeto Hypothenemus hampei. (Ferr. 1867), se realizaron dos experimentos independientes entre si; el primero, fué una evaluación preliminar de Antibiosis, mediante un ensayo de desarrollo de progenies de broca en frutos en estado duro-sacán (maduración incompleta, coloración verde-amarillo y contenido de materia seca mayor del 20% en peso) de las especies Coffea liberica, C. kapakata y los cultivares C. liberica "Passipagore", C. canephora "Robusta", C. arabica "Bourbon", C. arabica "Pacas", C. arabica "Goiaba" y C. arabica "Mundo Novo", los cuales fueron seleccionados de una escala de atractividad determinada por el método de olfatometría en una investigación anterior, y por presentar alguna característica fenológica sobresaliente. El segundo experimento, fué la determinación de la atractividad de cada material en presencia de los demás.

Los resultados obtenidos indican que C. kapakata ejerce un efecto de antibiosis sobre el desarrollo de la broca, en el estado larval.

La especie C. liberica y el cultivar C. liberica "Passipagore" muestran dificultad mecánica a la penetración de la broca, por lo que es necesario determinar si existen manifestaciones de resistencia con base bioquímica.



El cultivar C. arabica "Mundo Novo" demostró un desarrollo de progenies de broca significativamente menor respecto al de los otros cultivares de la misma especie y de C. canephora "Robusta".

En el aspecto de atractividad se determinó que la mayor o menor atractividad de una especie o cultivar hacia la broca, no garantiza ni condiciona una buena reproducción dentro de él.

## 1. INTRODUCCION

La Broca del fruto del cafeto Hypothenemus hampei. (Ferr. 1867) constituye en la actualidad la plaga de insectos más importante para la caficultura guatemalteca. Los daños que ocasiona, reducen hasta en 10% la producción de los cafetales afectados, a pesar de las medidas de control utilizadas. Además del daño directo causado por la destrucción del grano, al alimentarse de las semillas, también deben considerarse las pérdidas de granos atacados por otros organismos debido a la predisposición que presentan al quedar perforados por la broca. La reducción de la calidad por la presencia de los diferentes estados de desarrollo de la broca y de residuos de plaguicidas usados para su control, también son considerables.

La broca del fruto se encuentra diseminada en todas las áreas cafetaleras, comprendidas dentro de su rango de adaptación en el país, sin embargo causa mayores daños entre los 600 y 1000 metros sobre el nivel del mar.

Desde la detección de la plaga en Guatemala, la experiencia adquirida respecto al control químico de la broca durante 2 décadas, indica que es necesario buscar otras formas de manejar el problema y convivir con el insecto.

En Guatemala, como en otros países afectados por la broca, la investigación se a orientado a buscar alternativas de control biológico, genético y cultural que permitan reducir el uso de productos químicos y por consiguiente obtener ahorro en los costos de producción y la protección del medio ambiente.

El presente trabajo de tesis se realizó con el propósito de detectar dentro de las especies y cultivares de café, algún material cuyas características lo hagan capaz de resistir, limitar o inhibir el ataque de la broca (H. hampei.).

Los materiales de café evaluados fueron seleccionados por presentar alguna característica fenológica sobresaliente y por la posición que ocupan en una escala de atractividad determinada por el método de la olfatometría en una investigación anterior.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La amplia diseminación de la broca del fruto del cafeto (Hypothenemus hampei) en las áreas cafetaleras de Guatemala, ocasionando pérdidas en producción, el alto costo del control químico, con el consiguiente daño ecológico y la probabilidad de que el insecto genere resistencia al único insecticida que hasta el momento a mostrado eficiencia en su control; hacen necesaria la investigación en los campos del control biológico, genético, cultural y químico.

Existen observaciones antecedentes que indican que hay diferencias en la severidad de los ataques de la broca, según la especie o cultivar de café que son afectados. De acuerdo a esto la investigación básica para identificar materiales del género Coffea, con algún grado de resistencia genética, a través de ensayos de laboratorio, puede proporcionar un punto de partida para futuros programas de mejoramiento genético, que contribuyan al control integrado de la plaga.

La identificación del gran número de sustancias presentes en los granos de café, requiere de procedimientos químicos muy sofisticados, prácticamente inaccesibles en los países productores. Esta circunstancia limita la búsqueda de material genético resistente a la broca a métodos indirectos que permitan seleccionar especies o cultivares para estudiarlos con mayor minuciosidad en el laboratorio y posteriormente en el campo.

La evaluación del desarrollo de progenies de broca y las pruebas de atractividad relativa de las diferentes especies y cultivares, permitan determinar si existe material genético de café capaz de resistir, limitar o inhibir el ataque de la broca.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1. RESISTENCIA GENETICA

Painter (20) define la resistencia genética de las plantas a los insectos, así: "Es el grupo de caracteres heredables, por los que una especie, raza, clón o individuo vegetal puede reducir la probabilidad de ser utilizado con éxito como hospedero por una especie, raza, biotipo o insecto individual".

Beck (5) partiendo de la definición anterior, indica dos formas de resistencia: resistencia biofísica debida a la forma y estructura de los tejidos vegetales que influyen sobre su utilización como hospederos por los insectos y la resistencia bioquímica que puede manifestarse en las siguientes formas:

- Inanición o semi-inanición del insecto, causada porque este se rehusa a alimentarse de determinada planta.
- Interferencia de los procesos fisiológicos fundamentales de crecimiento, metamorfosis y reproducción del insecto, causada por inhibidores metabólicos presentes en los tejidos vegetales o por la ausencia de nutrientes específicos requeridos por el insecto.

Painter (20) se refiere también a la forma física y estructura de los tejidos vegetales, indica que la dureza de estos ha sido citada como causa de resistencia, sin embargo, le confiere más importancia como indicador de relaciones fisiológicas planta-insecto de mayor relevancia en el estudio de la resistencia. De acuerdo a las últimas consideraciones. Painter (20) establece 3 categorías de resistencia genética:

- a. Preferencia-No preferencia
- b. Antibiosis
- c. Tolerancia

##### PREFERENCIA-NO PREFERENCIA

Según Painter (20) se define como: "el grupo de características de las plantas y la respuesta de los insectos a ellas, que determinan el mayor o menor uso de una planta como alimento, substrato de oviposición o sitio para habitar".

Painter (20) cita dos formas en que la preferencia se manifiesta:

- Una variedad no preferida, carece de una o más cualidades que proveen el estímulo atractivo de una variedad preferida.
- Una variedad no preferida, posee cualidades repelentes que toman el lugar o enmascaran los estímulos atractivos.

Thorsteinson (24) indica que esta categoría de resistencia involucra los hábitos de los insectos en presencia de estímulos químicos de las plantas que los insectos captan en forma de olores y sabores.

### ANTIBIOSIS

Painter (20) la define como "los efectos adversos en la vida del insecto, causados por alimentarse de una especie o variedad resistente". En un sentido más amplio, es la presencia o ausencia de una sustancia química en una planta, capaz de causar daños a un insecto al alimentarse de ella.

Los daños sufridos por los insectos puede ser los siguientes:

- Muerte durante el primer estadio larval
- Muerte al final del estado larval
- Reducción del ciclo biológico (longevidad)
- Reducción del peso y/o tamaño
- Reducción de la fecundidad

Según Painter (20) no es posible definir cuanto de estos efectos es atribuible a deficiencias en la alimentación del insecto y cuanto puede ser resultado de la acción tóxica de una sustancia contenida en la planta, puesto que teóricamente la antibiosis puede manifestarse por las siguientes causas:

1. Propiedad insecticida de sustancias químicas contenidas en la planta.
2. Ausencia de una o más sustancias alimenticias específicas indispensables para el insecto.
3. Hipersensibilidad de la planta que dificulta la alimentación de los insectos.

## TOLERANCIA

Painter (20) la define como: "la habilidad o capacidad de una planta o especie para crecer y reproducirse, reparando o recuperandose del daño ocasionado por un insecto o población de insectos, en un tal que afectaría severamente a un hospedero susceptible"

Alonzo (1) indica que es una cualidad intrínseca de la planta, y en sentido económico se refiere a la capacidad de producir normalmente a pesar de sufrir una infestación que mermaría la producción en un hospedero susceptible.

Según Beck (5) la tolerancia está más sujeta a los factores ambientales que los otros tipos de resistencia, por lo que es más difícil identificarla. (Beck, 1985).

### 3.1.2 ANTECEDENTES DE RESISTENCIA A LA BROCA DEL CAFE:

Baker (2) dice que generalmente todas las plantas tienen cierta resistencia al ataque de los insectos, debido en muchos casos a la presencia de compuestos químicos llamados sustancias secundarias, las cuales no participan en el crecimiento o la reproducción. Los órganos vegetales que acumulan las mayores concentraciones de estos compuestos son las semillas. En el caso del cafeto, probablemente su sabor, que le confiere valor económico, se deba principalmente a la presencia de estas sustancias secundarias que a su vez podrían protegerlo del ataque de variados organismos, ya que el grano no es atacado por muchas especies animales, especialmente cuando el fruto esta maduro y existen muy pocos reportes de daños del grano almacenado. En lo que se refiere a la broca del fruto del cafeto, no existen reportes acerca de que las sustancias secundarias dificulten la oviposición y desarrollo del insecto, no obstante, es importante tener presente la posibilidad de que la interacción grano-broca no sea totalmente en favor de esta última. Puede ser que una variedad resista más que otra a la broca o que el grano durante su última fase de desarrollo acumule más altos niveles de sustancias secundarias y se torne inhospitalario.

Kock (14) observó dentro de la variedad Kouilou, posibles factores desfavorables para el desarrollo del insecto.

Trojer y Gomez (26) mencionan que hay factores inherentes a la variedad que favorecen el desarrollo del insecto.

Ingunza (12) indica que dentro del grano de café existen condiciones que hacen variar la susceptibilidad.

Corbett (7) constató que el escolítido H. hampei no era peligroso para las especies silvestres de café existentes en Malasia.

### 3.1.3 HOSPEDEROS

Thorsteinson (24) los define como "plantas que son utilizadas por un insecto como fuente de alimento y sustrato de oviposición y desarrollo de su progenie".

#### SELECCION DE HOSPEDEROS

Thorsteinson (24) indica que la selección de hospederos está estrechamente relacionada con la susceptibilidad de las plantas o preferencia-no preferencia directamente y con la antibiosis en forma indirecta. Clasifica a los hospederos en varios grupos de acuerdo a los estímulos químicos que puedan emitir y ser captados por los insectos en forma de olores y sabores, adicionalmente apunta que el tipo de mecanismo en la selección de hospederos puede variar de acuerdo al estado de desarrollo del insecto, por ejemplo, de alimentación en el estado larval y de alimentación-oviposición en el estado adulto.

Beck (5) menciona que hay multiplicidad de factores que ejercen influencia sobre la relación insecto-planta.

Acerca de la relación broca-grano de café, existen divergencias de opinión y se utilizan diferentes términos, sin embargo, se citan mayormente la atractividad de los cultivares hacia la broca, la preferencia de la broca hacia determinados cultivares o especies y la susceptibilidad relativa de los materiales de café.

## ATRACTIVIDAD

Según Alonzo (1) no se ha estudiado a profundidad la forma en que la broca elige o es atraída hacia los frutos de café, pero, se sabe que todo insecto posee mecanismos para seleccionar su hospedero a larga y corta distancias.

Ticheler (25) reporta que el olfato desempeña un papel subordinado en la escogencia del fruto y que los caracteres ópticos como el color son preponderantes en la orientación.

Morallo y Baldos (18) observaron que la broca en el campo tiene preferencia por los frutos maduros; pero en el laboratorio con frutos cubiertos con papel celofán la broca no mostró diferencia en elegir frutos verdes o maduros y concluyeron que el color no es el atractivo principal de los granos de café en el campo.

Según Baker (2) la broca forma agregados en las bandolas en el campo y plantea 4 alternativas para explicar ese comportamiento:

- a. Todas las brocas han salido de una misma cereza cercana
- b. Las cerezas más atractivas para el insecto se encuentran agregadas.
- c. Una hembra adulta llega a una cereza y atrae a otras hembras por los olores que produce.
- d. Las hembras son atraídas por una feromona sexual.

Baker (2) discute estas alternativas, descartando la primer posibilidad, basandose en que es poco probable que existan frutos en estado de madurez tan uniforme como para que todas las hembras que los parasitan hayan emergido de un solo fruto viejo. Las otras tres alternativas involucran olores, pero descarta la existencia de una feromona sexual, refiriendo el hecho comprobado de que las hembras de broca han copulado y sido fertilizadas antes de salir del fruto en que se desarrollaron y solamente tienen que buscar un nuevo fruto que les proporcione alimento y un lugar adecuado para ovipositar y permitir el desarrollo de su progenie.

Baker (2) concluye que la atracción de un fruto hacia las hembras de broca es un proceso en que intervienen el olor, el



color y la forma de las cerezas y que luego como consecuencia de la actividad natural del insecto sobre el fruto se liberan otros olores que atraen a otras hembras y cita para apoyar esta teoría, pruebas olfatométricas realizadas con desechos de la broca y de los frutos, que han atraído a otras brocas.

Duarte (9) evaluó 30 cultivares de café logrando establecer una escala de atractividad relativa utilizando el método de olfatometría (Apéndice, cuadro 7A).

### PREFERENCIA

Los trabajos realizados para determinar preferencia se han limitado a evaluar algunas variedades de una misma especie o estados de maduración de una misma variedad.

Prates (22) evaluó las siguientes variedades de C. arabica. Bourbon rojo, Mundo Novo, Sumatra, Caturra, Maragogipe y Catuai, para determinar preferencia a nivel de laboratorio partiendo del grado de infestación y del desarrollo de los estados de la broca, concluyó que no existían diferencias significativas entre las variedades, aunque la oviposición en Bourbon Rojo fue mayor a los 32 días y presentaba daños más severos a los 2 días de la infestación.

Batistella y Paulini (4) evaluaron frutos de C. canephora en diferentes estados de maduración y concluyeron que los frutos secos y los maduros fueron preferidos a los sazones y los verdes.

Morallo y Baldos (18) indican que la broca muestra mayor preferencia por C. canephora y C. excelsa y menor preferencia por C. liberica y C. arabica.

### SUSCEPTIBILIDAD

Este aspecto ha sido estudiado con mayor amplitud, evaluando mayor número de cultivares, casi siempre comparandolos con C. canephora.

Batistella y Castillo (3), Gandia y Boncato (11) y Jervis (13) coinciden en afirmar que café Robusta muestra mayor susceptibilidad al ataque de la broca, pues al evaluar frutos

perforados estos presentan daños más severos comparados con los daños ocasionados a frutos de cultivares de C. arabica.

Silvaram (23) indica que café Robusta muestra mayor susceptibilidad que C. liberica.

Vuillet (28) examinó gran número de frutos perforados de diferentes cultivares y llegó a las siguientes conclusiones:

- Ninguno de los cultivares es inmune
- C. canephora "Amillonoensis" presentó mayor susceptibilidad.
- C. excelsa, C. liberica y C. abeukutae fueron menos susceptibles

Ferrei y Longley (10) indican que "Hypothenemus hampei no sobrevive en café arabica con menos del 13.5% de humedad y en café Robusta con menos del 12.5 % de humedad". Esta pequeña diferencia hace pensar que la concentración de diferentes sustancias en el grano de café varía según la especie o variedad y puede influir sobre el comportamiento de la broca, explicando así las diferencias de susceptibilidad mencionadas.

Otros autores explican las diferencias de susceptibilidad como debidas a características fenológicas del fruto.

Paulini y Paulino (21) explican que C. canephora posee exocarpio y endocarpio más delgados y mesocarpio menos acuoso, por lo que sufre ataques más severos de la broca que C. arabica.

León (15) al describir especies y cultivares de café aclara que los granos con pulpa más delgada presentan mayor susceptibilidad al ataque de la broca y cita el siguiente ejemplo:

C. arabica X C. liberica -- híbrido menos susceptible  
 (pulpa delgada) (pulpa gruesa) (pulpa gruesa)

Adicionalmente afirma que la severidad del ataque está relacionada con la maduración precoz o tardía.

Corbett (8), Ingunza (12) y Mallamaire (17) coinciden al afirmar que las especies con pulpa débil o delgada presenta mayor susceptibilidad que las que tienen mayor proporción de pulpa por grano.

## 3.2. MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA PLAGA:

Castro (6) indica que la broca del fruto (Hypothenemus hampei. Ferr. 1987) debe su importancia económica a que ocasiona daños a la producción de café, tales como:

- a) Reducción del rendimiento, debido a las pérdidas ocasionadas por la caída de frutos inmaduros como respuesta de la planta a la infestación.
- b) Reducción del rendimiento por pérdidas en el peso de los granos infestados, que afecta la conversión cereza-pergamino.
- c) Reducción de calidad del grano por la presencia de H. hampei. ocasionando pérdidas monetarias.
- d) Aumento en los costos de producción por la necesidad de realizar medidas de control químico y cultural.
- e) Daños ecológicos no cuantificados, pero de mucho impacto social, debido a la utilización de productos químicos.

### 3.2.2. DESCRIPCION DE CULTIVARES:

León (15) dice que el género Coffea está compuesto por 60 especies diferentes originarias de los trópicos africanos e indomalayos. Solamente 3 especies son utilizadas comercialmente: Coffea arabica, C. canephora, C. liberica las cuales se diferencian por sus características morfológicas, constitución cromosómica y sus áreas de dispersión.

#### DIFERENCIAS CROMOSOMICAS:

León (15) indica que el número básico de cromosomas en el género Coffea, como en muchas Rubiaceas, es de 11. Las especies C. liberica, C. canephora y todas las demás especies son diploides (2N cromosomas) y únicamente C. arabica es tetraploide (4N cromosomas). Además existen diferencias morfológicas entre cromosomas de C. liberica y C. arabica.

**ESPECIES DIPLOIDES:**

Entre las más conocidas están; C. canephora, C. eugenoides, C. cognesis, C. liberica, C. dewevrei, C. racemosa y C. salvatrix. Entre estas solamente la primera es cultivada en extensiones considerables y aporta el 25% de la producción mundial.

Según León (15) todas estas especies poseen 22 cromosomas, son autoestériles (se fecundan solamente con polen proveniente de otras plantas) y muy heterogeneas, por lo que se conservan como reserva genética.

**ESPECIES TETRAPOLOIDES:**

León (15) dice que únicamente Coffea arabica es tetraploide, originaria de Etiopía y el oriente de Africa. Es la especie cultivada más importante, pues el 70% de la producción mundial proviene de ella. Se compone de numerosas variedades originadas por mutaciones naturales, selecciones dentro de cultivares y algunas pocas por cruzamientos o hibridaciones.

**CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS**Coffea arabica

León (15) indica que dentro de esta especie, se ha utilizado el cultivar "typica" como patrón de comparación respecto al resto de cultivares producto de mutaciones o hibridaciones. Señala que es improbable que Carlos Linneo se haya basado en este cultivar para describir la especie, sin embargo, resalta la importancia que este cultivar tiene como patrón de la especie desde el punto de vista de explotación económica.

Coffea arabica "Typica"

Según León (15) fué descrita por Dramer, basandose en las primeras poblaciones llegadas al continente americano, procedentes de muy pocas plantas madres, con el fin de diferenciarlas de las introducciones posteriores.

Características:

- Porte alto
- Tronco central único
- Ramas plagiotrópicas en ángulos axiales entre 50° a 70° del eje central.
- Hojas y brotes tiernos bronceados
- Hojas maduras de color verde oscuro brillante
- Fruto grande color rojo uniforme al madurar
- Maduración tardía

Coffea arabica "Bourbon"

Según León (1962) es originario de las islas Reunión antes llamadas Bourbon. Sus características son las siguientes:

- Porte alto
- Ramas plagiotrópicas en ángulos axiales de 50°
- Hojas y brotes nuevos color verde claro
- Ramificación abundante
- Fruto pequeño comparado con el fruto del cultivar "Typica"
- Maduración precoz respecto a "Typica"

Coffea arabica "Pacas"

León (15) dice que es muy semejante a "Caturra" y "Villa Sarchi", es originaria de El Salvador, probablemente una mutación de Bourbon. Sus características son:

- Porte bajo, arbusto compacto
- Crecimiento vegetativo vigoroso, entrenudos cortos
- Hojas y brotes nuevos de color verde tierno
- Fruto pequeño y redondeado
- Maduración precoz

Coffea arabica "Mundo Novo"

Orozco (1986) indica que fué encontrado por primera vez en el municipio de Mundo Novo, Sao Paulo, Brasil. Se originó probablemente de un cruce natural entre los cultivares "Sumatra" y Bourbon", es el cultivar más cultivado y productivo de Brasil. Las características principales de "Mundo Novo" son:

- Porte alto
- Crecimiento vegetativo vigoroso, entrenudos cortos
- Hojas y brotes nuevos de color verde tierno o bronceados
- Fruto pequeño y alargado
- Maduración concentrada y uniforme, más tardía que los anteriores.

#### Coffea arabica "Goiaba"

León (15) indica que debe su nombre al parecido con los frutos del guayabo Taschjian, fué encontrado por primera vez en Brasil. Sus características principales son:

- Porte alto
- Hojas y brotes nuevos color bronceado
- Flores con cáliz bien desarrollado, con 5 sépalos foliáceos lanceolados que permanecen en el fruto hasta que madura
- Fruto grande

#### Coffea canephora "Robusta"

Según León (15) es conocida como café robusta. Es un conjunto de poblaciones morfológicamente inseparables, originaria de las zonas bajas ecuatoriales de Africa. Sus características son muy variables debido a que son de polinización cruzada. Esta especie es altamente tolerante a diferentes condiciones climáticas, no se encuentra arriba de los 1,300 m.s.n.m., es útil en programas de mejoramiento genético por su rusticidad. Sus características son:

- Arbusto grande y vigoroso
- Ramas plagiotrópicas largas
- Hojas de forma variable, grande y corrugadas
- Entrenudos largos
- Fruto pequeño, casi esférico, en nudos apretados de 15 a 25 cerezas
- Pulpa del fruto delgada
- Maduración tardía
- Resistencia a Roya y CBD (Coffe Berry Disease).

### Coffea liberica

Según León (15) es una especie altamente polimorfa distribuida ampliamente en Africa Tropical, desde el nivel del mar hasta los 2,300 m.s.n.m.

Sus principales características son:

- Arbol pequeño de tronco grueso
- Hojas ovales elípticas muy grandes, coriáceas
- Flores con más de 5 pétalos, muy olorosas
- Frutos grandes con disco prominente, pulpa gruesa y densa, baja producción respecto a C. canephora
- Resistencia a Roya.

### Coffea kapakata

León (15) indica que es originaria de Angola. Fue clasificada inicialmente dentro de un género diferente, sin embargo, por su capacidad de cruzamiento con otras especies de café se reclasificó dentro del género Coffea. Sus principales características son las siguientes:

- Arbusto de crecimiento reducido e irregular
- Ramificación abundante
- Entrenudos cortos
- Hojas, pequeñas de color rojizo más intenso en los brotes tiernos, consistencia dura
- Fruto pequeño con 10 estrias protuberantes longitudinales
- Fruto inmaduro de color verde-amarillento y maduro de color anaranjado
- Semilla pequeña y ovalada

#### 4. OBJETIVOS

##### GENERALES

- Buscar material genético capaz de resistir, limitar o inhibir la oviposición y desarrollo de H. hampei.

##### ESPECIFICOS

- Determinar si existe efecto de antibiosis de las especies y/o cultivares de café hacia el desarrollo de H. hampei.
- Determinar si existen diferencias de atractividad para la oviposición de H. hampei. entre las especies y/o cultivares evaluados.

#### 5. HIPOTESIS

- No existe efecto de antibiosis de ninguna de las especies y cultivares hacia el desarrollo de la broca del fruto del cafeto Hypothenemus hampei.
- No existen diferencias de atractividad para la oviposición de la broca H. hampei. entre las especies y cultivares de café evaluados.



## 6. METODOLOGIA

Con el propósito de obtener los resultados pretendidos en este estudio, se realizaron dos experimentos independientes uno del otro, los cuales se llevaron a cabo en el laboratorio de Entomología de la Asociación Nacional del Café -ANACAFE- ubicado en la finca Buena Vista, municipio de San Sebastián, departamento de Retalhuleu, en la región sur-occidental de la República de Guatemala.

Los trabajos fueron conducidos totalmente bajo condiciones controladas, siendo estas las siguientes:

- Temperatura: 26 ±1°C
- Humedad relativa: 75-85%
- Luz artificial: 8 horas diarias

### TRATAMIENTOS

El material genético utilizado consistió en frutos en estado duro-sacán (maduración incompleta, coloración verde-amarillo y contenido de materia seca mayor del 20% en peso) de las especies y cultivares que se detallan en el cuadro 1.

CUADRO 1: Especies y cultivares evaluados.

<u>Especie o cultivar</u>	<u>Lugar de recolección</u>	<u>Atractividad</u>
<u>Coffea arabica</u> "Bourbon"	P.A.C. Chocolá *	muy atractivo
<u>Coffea arabica</u> "Pacas"	" "	muy atractivo
<u>Coffea arabica</u> "Goiaba"	I.S.I.C. **	moderadamente atractivo
<u>Coffea arabica</u> "Mundo Novo"	P.A.C. Chocolá	poco atractivo
<u>Coffea kapakata</u>	I.S.I.C.	poco atractivo
<u>Coffea liberica</u>	Finca Buena Vista ***	poco atractivo
<u>Coffea liberica</u> "Passipagore"	" " "	moderadamente atractivo
<u>Coffea canephora</u> "Robusta"	" " "	moderadamente atractivo

\* Patrimonio Agrario Colectivo Chocolá, San Pablo Jocopilas, Suchitepequez

\*\* Instituto Salvadoreño de Investigaciones en Café, Santa Tecla, El Salvador

\*\*\* ANACAFE, San Sebastián, Retalhuleu, Guatemala

Las metodologías empleadas en cada experimento se describen a continuación:

## 6.1 DESARROLLO DE PROGENIES DE BROCA EN DIFERENTES ESPECIES Y CULTIVARES DE CAFE:

Este experimento se realizó con la finalidad de evaluar la reproducción de la broca y el desarrollo de los diferentes estados de la misma en cada substrato de cría. Los materiales de café se evaluaron individualmente de acuerdo a sus respectivas épocas de maduración.

El diseño experimental tuvo una distribución completamente al azar, con las siguientes características:

- 8 tratamientos (especies y cultivares)
- 5 repeticiones (cajas de cría)

De acuerdo al tamaño de los frutos de cada especie o cultivar y a la disponibilidad de cada uno de ellos, fué necesario utilizar dos tamaños de caja diferentes y variar el número de frutos a infestar dentro de ellas; pues, para propiciar una buena infestación, que proporcionase los frutos brocados necesarios para efectuar las lecturas, era necesario que no quedaran espacios vacíos en el fondo del recipiente. La relación de brocas hembras adultas y frutos se mantuvo en todos los casos en 2:1.

El cuadro 2 muestra las fechas de infestación, el número y tamaño de las cajas y el número de frutos de cada especie o cultivar utilizados.

CUADRO 2: Cajas de cría y número de frutos utilizados.

Fecha de infestación	Especie o Cultivar	Tamaño y No. de cajas	No. de frutos por caja
15-11-89	"Bourbon"	20x15x7.5 cms (5)	180
16-11-89	"Pacas"	" "	"
17-11-89	"Passipagore"	" "	"
21-11-89	"Mundo Novo"	" "	"
08-12-89	"Goiaba"	15x5x4.5 cms (10)	45
09-01-90	"Robusta"	" "	65
10-01-90	"Liberica"	20x15x7.5 cms (5)	90
11-01-90	"Kapakata"	15x5x4.5 cms (10)	65

Las cajas infestadas se colocaron dentro de una sala climatizada.

Para obtener la información de cada una de las variables a medir, se efectuaron 6 lecturas de progenie. Las lecturas se hicieron cada 7 días a partir de la infestación. Las lecturas programadas permitieron disponer de un gran número de datos de cada uno de los estados de desarrollo de la broca y a manera de control del experimento para verificar que el desarrollo de las progenies no fuera afectado por condiciones adversas externas.

Previo a realizar la primera lectura, se eliminaron de cada repetición (caja de cría) los frutos que no presentaron perforaciones de broca para garantizar que la muestra a tomar era de frutos brocados. Cada lectura se hizo tomando al azar 10 frutos brocados de cada repetición (1 caja de cría en el caso de los cultivares o especies colocados en cajas grandes y 2 cajas en el caso de los materiales colocados en recipientes pequeños, tomando 5 frutos por caja). Los 10 frutos de cada repetición se disectaron y se registraron los datos para cada una de las siguientes variables:

- Promedio de perforaciones por fruto
- Promedio de huevecillo por fruto
- Promedio de larvas vivas por fruto
- Promedio de larvas muertas por fruto
- Promedio de pupas vivas por fruto
- Promedio de pupas muertas por fruto
- Promedio de adultos vivos por fruto
- Promedio de adultos muertos por fruto

Para realizar el análisis de varianza, los datos obtenidos fueron transformados previamente a raíz cuadrada de  $(X + 1)$ . El análisis de varianza se efectuó utilizando el modelo general lineal del paquete estadístico S.A.S. (Statistic Analisis System). Las variables que presentaron diferencias significativas entre las especies y/o cultivares, se sometieron a una prueba de comparación múltiple de medias por el método de Tukey.

## 6.2 ATRACTIVIDAD RELATIVA DE DIFERENTES ESPECIES Y CULTIVARES DE CAFE HACIA LA BROCA DEL FRUTO:

Este experimento requirió la evaluación simultanea de todos los materiales de café seleccionados. Debido a la imposibilidad de contar con la especie Coffea kapakata y el cultivar Coffea arabica "Goiaba" al mismo tiempo, fué necesario realizar 2 pruebas en periodos de tiempo diferente. La prueba I se realizó en diciembre de 1989 usando a C. arabica "Catuai rojo" en substitución de C. kapakata; y la prueba II se llevó a cabo en enero de 1990 usando a C. arabica "Catuai rojo" para substituir C. arabica "Goiaba".

El diseño experimental tuvo una distribución de bloques completos al azar, con las siguientes características:

- 8 tratamientos (especies y cultivares)
- 8 bloques o repeticiones

Los bloques fueron conformados por recipientes circulares de aluminio de 40 cms. de diámetro y 7 cms. de altura, en cuyo contorno interior se colocaron de manera uniforme y equidistante entre si 8 anillos de cartulina de 6 cms. de diámetro y 1 cm. de altura, asignando al azar a cada uno de ellos una de las especies o cultivares de café y se colocaron frutos en estado duro-sacán del material asignado.

El número de frutos por tratamiento fué de 10, dando un total de 80 frutos por bloque, por tanto, para mantener una relación de brocas hembras adultas-frutos de café de 1:1 se colocaron 80 brocas en el centro del recipiente, luego este último se tapó con tela de organdi, sujetandola con tela elástica. Los recipientes se cubrieron luego con planchas de duroport con el fin de evitar entrada de luz y eliminar el riesgo de que la luz atrajera a las brocas, adicionalmente la sala climatizada permaneció en completa oscuridad durante los primeros 3 días de cada prueba.

Se realizó una sola lectura a los 14 días después de la liberación de las brocas. Las variables respuesta fueron las siguientes:

- Número de frutos perforados por especie o cultivar (tratamiento)
- Número de perforaciones totales por tratamiento
- Número de huevecillos por tratamiento
- Número de larvas por tratamiento

Los datos obtenidos se analizaron por medio de un análisis de varianza, habiéndose transformado previamente a raíz cuadrada de  $(X + 1)$ . Las variables que presentaron diferencias significativas entre los tratamientos se sometieron a una prueba de comparación múltiple de medias por el método de Tukey.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1 DESARROLLO DE PROGENIES DE BROCA EN DIFERENTES ESPECIES Y CULTIVARES DE CAFE:

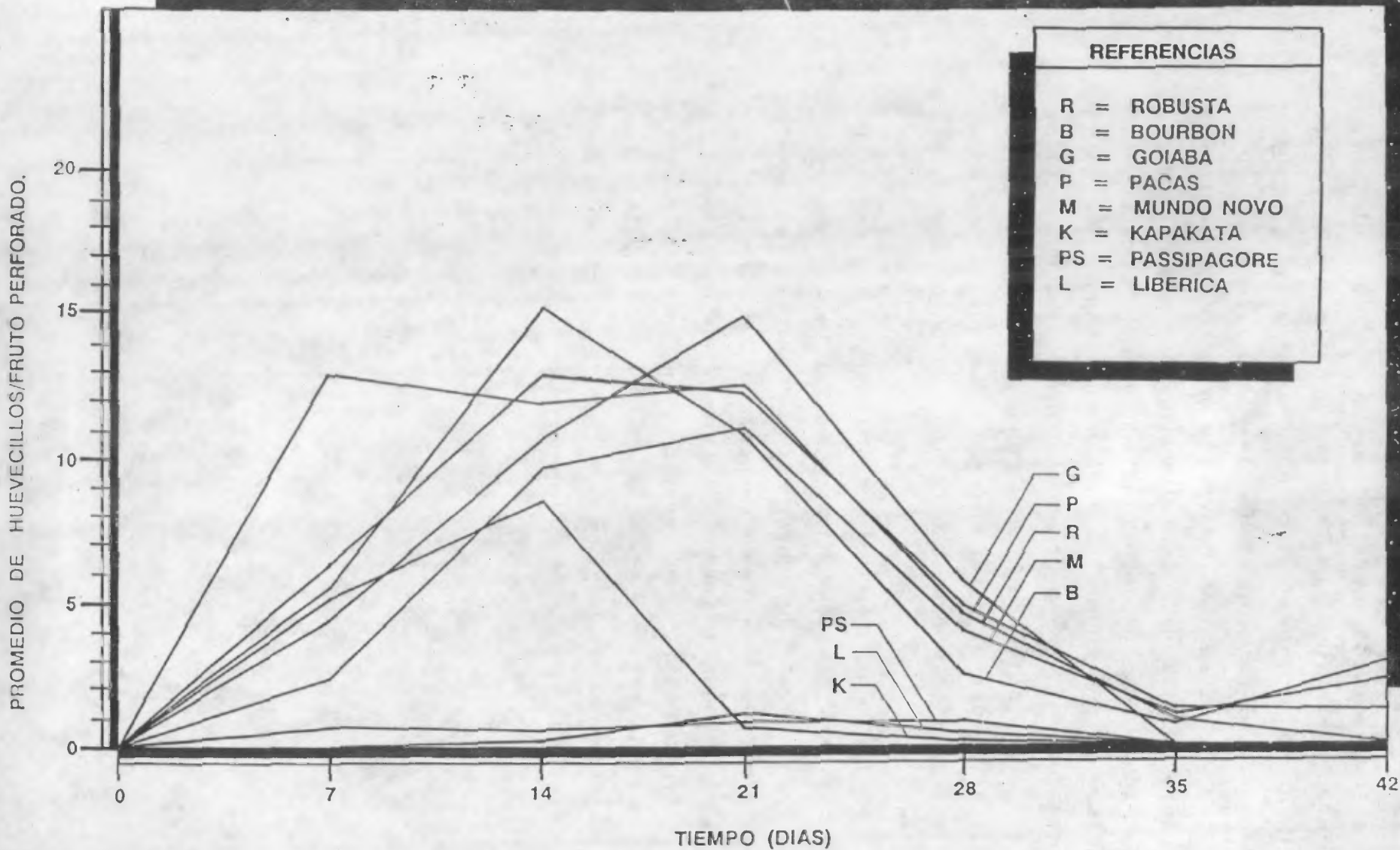
El cuadro 3 muestra los resultados del análisis de varianza y de las pruebas de Tukey para las variables de individuos vivos por fruto. Estas variables en conjunto muestran una tendencia a definir 3 grupos de especies o cultivares de acuerdo al mayor o menor desarrollo de los diferentes estados de la broca dentro de ellos. Es así como se distingue claramente que C. liberica, C. liberica "Passipagore" y C. kapakata presentan los menores promedios para estas variables, indicando que la reproducción de la broca en ellos es muy reducida. El cultivar C. arabica "Mundo Novo" manifiesta promedios significativamente menores a los mostrados por los otros cultivares de C. arabica para estas variables. Los cultivares "Bourbon", "Pacas" y "Goiaba" de C. arabica presentan promedios para estas variable que no son significativamente diferentes al promedio de C. canephora "Robusta" que muestra el mayor desarrollo de la broca en sus diferentes estados. Las relaciones anteriores se ilustran con mayor claridad por medio de las gráficas que se analizan a continuación:

La gráfica 1 muestra que C. liberica y C. liberica "Passipagore" registran niveles muy bajos de oviposición durante el experimento. C. kapakata muestra un ascenso acelerado de la oviposición en los primeros días y luego un descenso precipitado, debido probablemente a condiciones adversas dentro del fruto.

CUADRO 3: Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey para las variables de individuos vivos/fruto perforado.

ESPECIES Y CULTIVARES	Promedio de Huevecillos/ fruto	Promedio de Larvas vivas/ fruto	Promedio de Pupas vivas/ fruto	Promedio de Adultos vivos/ fruto
<u>C. canephora</u> "Robusta"	2.61 a	2.49 a	2.15 ab	2.30 a
<u>C. arabica</u> "Bourbon"	2.55 ab	2.34 ab	2.30 a	2.14 a
<u>C. arabica</u> "Pacas"	2.56 ab	2.44 a	2.31 a	2.26 a
<u>C. arabica</u> "Goiaba"	2.37 bc	2.28 ab	2.08 b	2.30 a
<u>C. arabica</u> "Mundo Novo"	2.19 c	2.11 b	1.31 c	1.83 b
<u>C. liberica</u>	1.12 e	1.20 d	1.02 d	1.24 c
<u>C. liberica</u> "Passipagore"	1.19 e	1.26 cd	1.08 d	1.19 c
<u>C. kapakata</u>	1.65 d	1.51 c	1.01 d	1.37 c
Fc	125.06 *	58.14 *	205.23 *	89.93 *
C.V.	14.93	19.94	13.84	15.41

- 1/ Promedios sin transformar  
 - Tratamientos con la misma literal, son estadísticamente iguales  
 \* Existe diferencia significativa entre tratamientos al 5%  
 N.S. No existe diferencia significativa entre tratamientos  
 C.V. Coeficiente de variación, expresado en porcentaje



**GRAFICA 1:**  
**CURVAS DE DESARROLLO DE HUEVECILLOS EN CADA ESPECIE O CULTIVAR.**



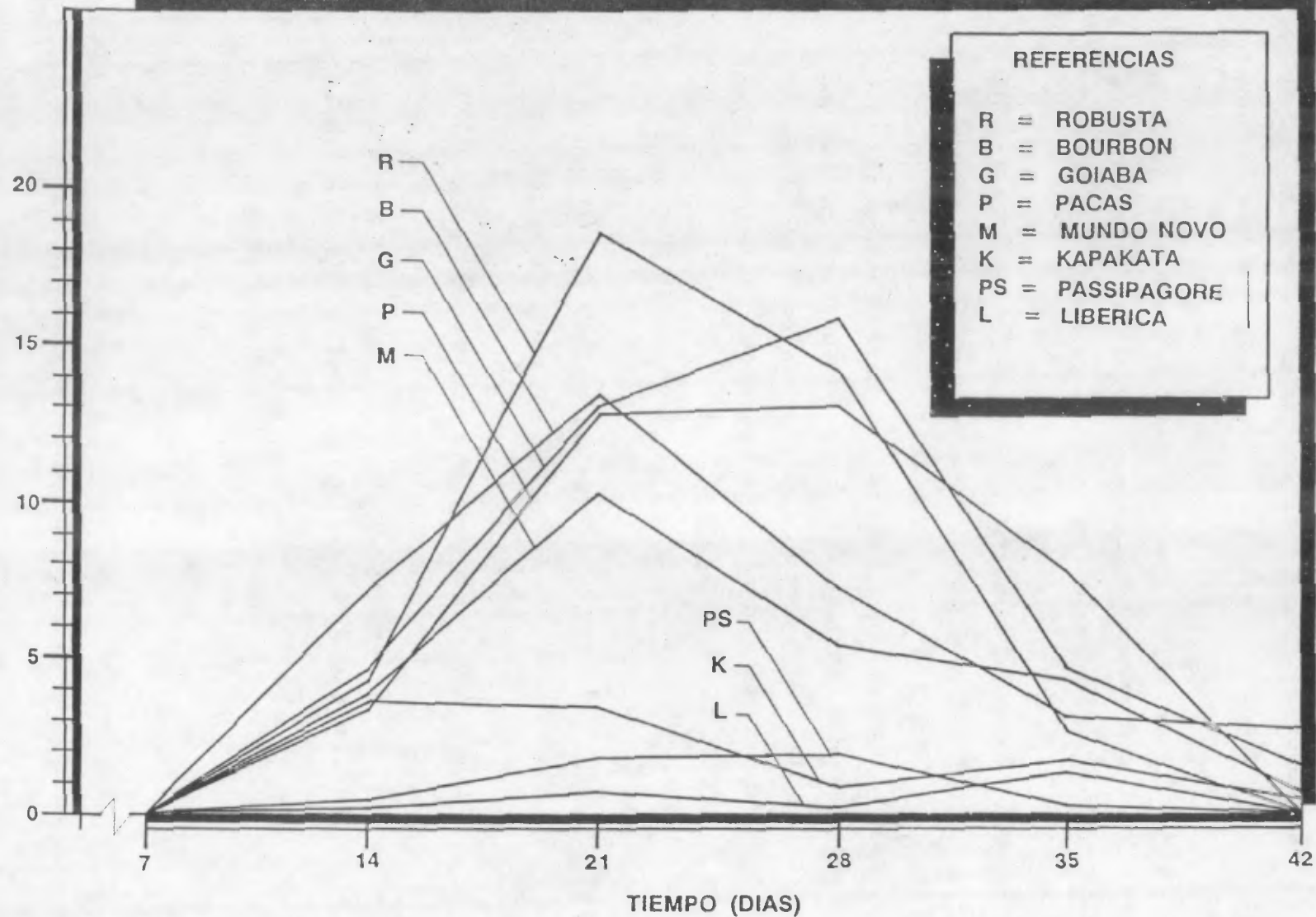
El cultivar C. arabica "Mundo Novo" presenta una curva de desarrollo de huevecillos menor respecto a los cultivares "Goiaba", "Pacas" y Bourbon" de la misma especie y mucho menor respecto a la curva de desarrollo que muestra C. canephora "Robusta" que posee el mayor promedio de huevecillos.

La gráfica 2 muestra las curvas de desarrollo de larvas para cada especie y cultivar. Es relevante la tendencia de C. kapakata a disminuir después de los 21 días como consecuencia de la reducción de la oviposición registrada después de los 14 días, sin embargo, las larvas provenientes de los huevecillos observados en los primeros días debieron proseguir su desarrollo hasta llegar al estado pupal, lo que no sucedió, evidenciando que existió mortalidad de larvas debido a factores propios del fruto.

En C. liberica "Passipagore" y C. liberica se inicia el desarrollo de larvas 7 días después que en las otras especies y cultivares. Las curvas de desarrollo de larvas en estos materiales son reducidas y menores respecto a los otros.

C. canephora "Robusta" muestra la curva de desarrollo de larvas más prolongada, sin embargo no se diferencia significativamente de las curvas mostradas por los cultivares "Bourbon", "Pacas" y "Goiaba" de C. arabica. El cultivar "Mundo Novo" muestra una curva de desarrollo menor que los otros cultivares de C. arabica.

PROMEDIO DE LARVAS VIVAS/FRUTO PERFORADO.



GRAFICA 2:

CURVAS DE DESARROLLO DE LARVAS VIVAS EN CADA ESPECIE O CULTIVAR.

La gráfica 3 muestra las curvas de desarrollo de pupas en cada especie y cultivar.

C. kapakata, C. liberica "Passipagore" y C. liberica presentan curvas reducidas que indican que el número de pupas generadas es bajo, debido a las bajas cantidades de los estados precedentes.

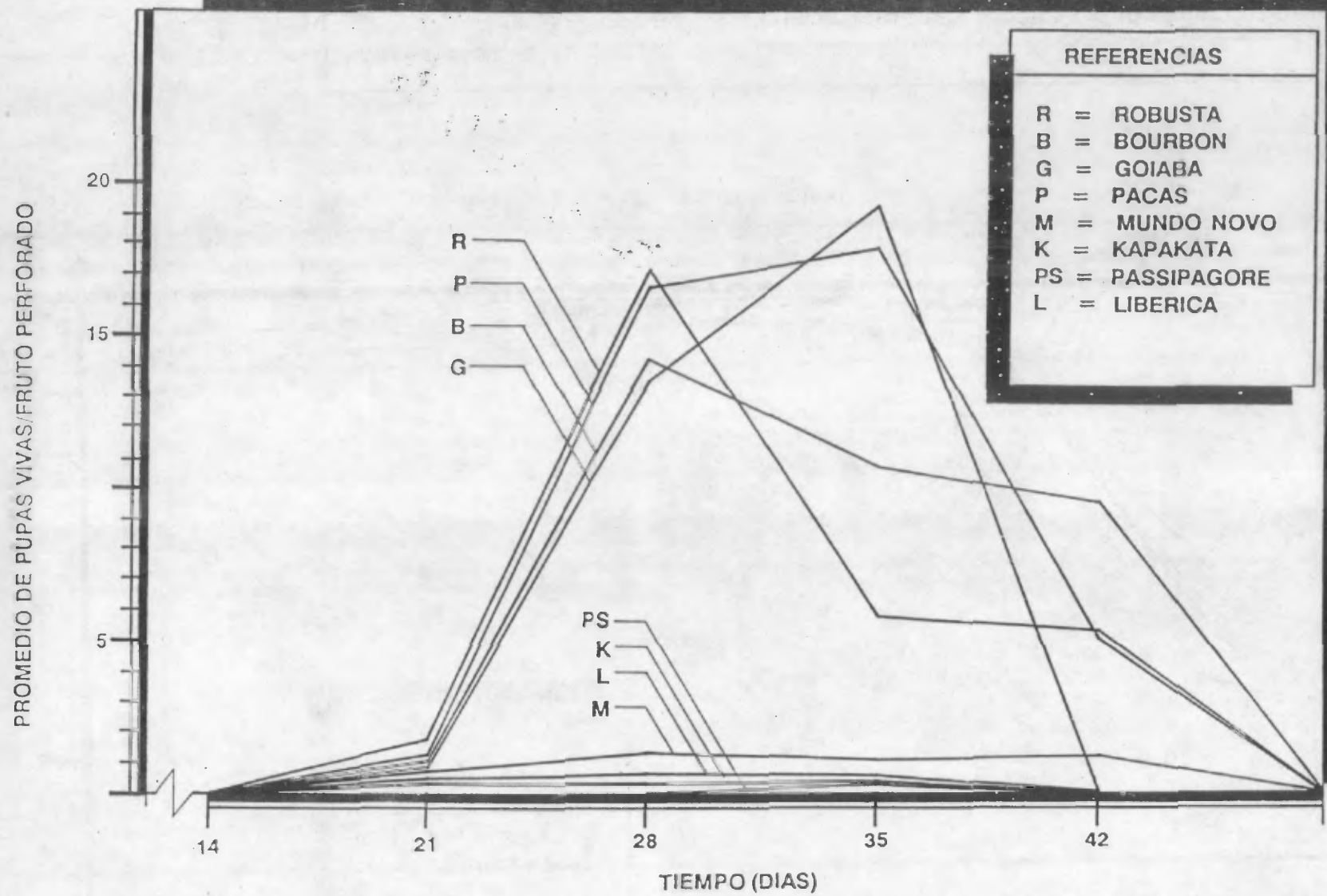
El cultivar C. arabica "Mundo Novo" presenta una curva reducida de individuos empupados que es notablemente menor que las curvas mostradas por los otros cultivares de la especie C. arabica.

C. canephora "Robusta" muestra una curva de desarrollo de pupas con un nivel menor que las curvas de los cultivares de C. arabica "Pacas", "Bourbon", y "Goiaba" a pesar de haber manifestado mayor número de larvas. Esta reducción de individuos posiblemente se deba a mayor mortalidad de larvas como consecuencia de una fuerte competencia por el alimento dentro de sus frutos, notoriamente más pequeños, respecto a los frutos de los cultivares de C. arabica.

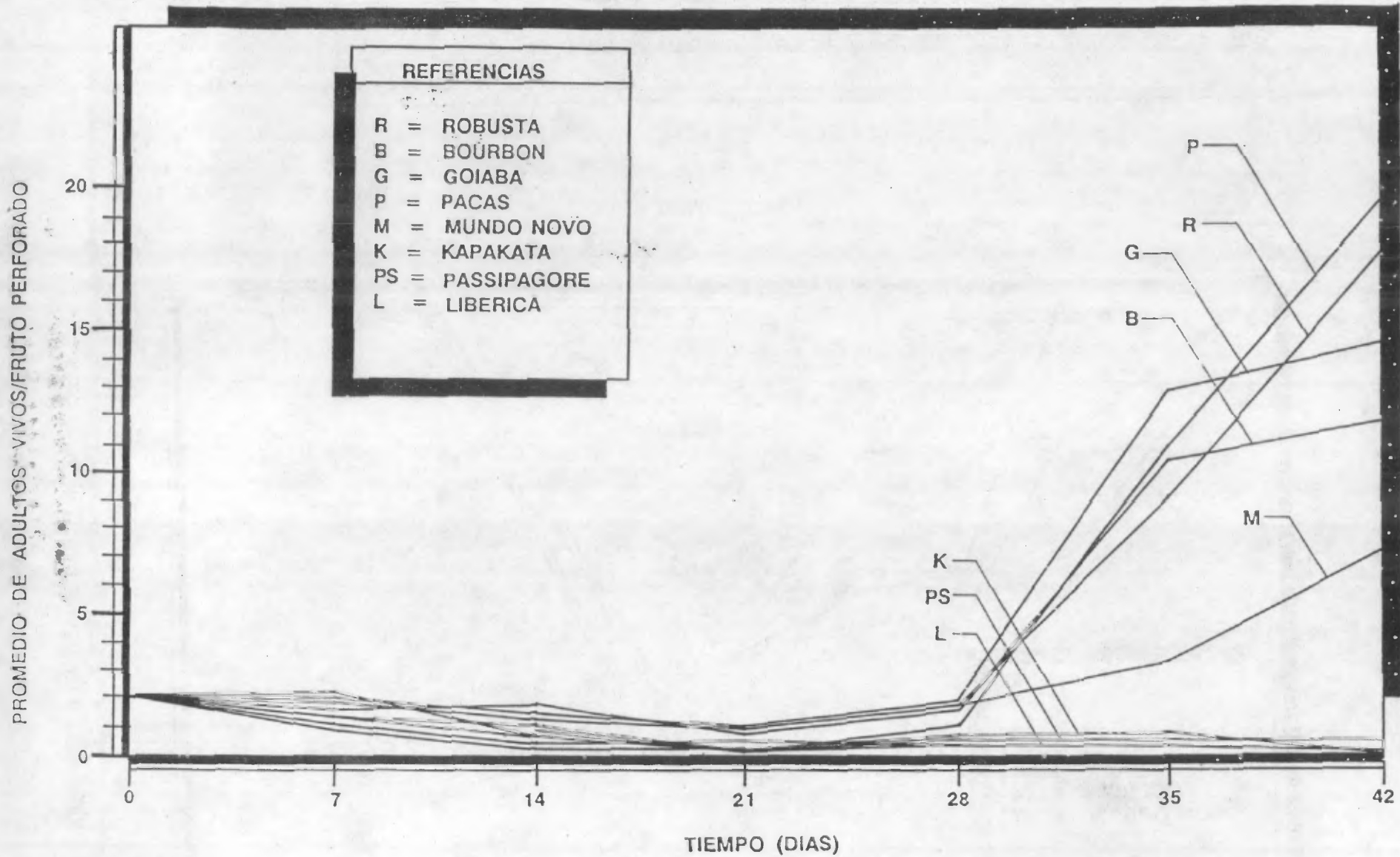
La gráfica 4 muestra las curvas de desarrollo de adultos vivos en cada especie y cultivar.

C. kapakata, C. liberica "Passipagore" y C. liberica presentan curvas que no rebasan en ningún momento del experimento los niveles de infestación inicial.

C. arabica "Mundo Novo" muestra una curva de desarrollo menor respecto a las curvas de los cultivares "Pacas", "Bourbon" y "Goiaba" de C. arabica y de C. canephora "Robusta", los cuales muestran los mayores niveles de adultos de una nueva generación.



GRAFICA 3:  
 CURVAS DE DESARROLLO DE PUPAS EN CADA ESPECIE O CULTIVAR.



GRAFICA 4:

CURVAS DE DESARROLLO DE ADULTOS VIVOS EN CADA ESPECIE O CULTIVAR.

En el cuadro 4 se observan los resultados del análisis de varianza y las pruebas de Tukey para las variables de individuos muertos y perforaciones por fruto. En general, estas variables no muestran ninguna tendencia a definir grupos de especies o cultivares con diferente comportamiento, indicando que la mortalidad en los diferentes estados de desarrollo de la broca no fué proporcional a las poblaciones encontradas, pues, los individuos muertos observados fueron numericamente similares en todos los materiales de café. Por tanto, si una especie o cultivar no es buen medio para el desarrollo de la broca, se manifestará en los primeros estados de desarrollo del insecto, principalmente en el estado de larva cuando la broca inicia una intensa relación de alimentación con su hospedero (5). Por otro lado puede ser que el estado adulto de la broca, sea más tolerante a la presencia de substancias tóxicas dentro del fruto o a la ausencia de nutrientes específicos dentro del mismo, pues de acuerdo al estado de desarrollo del insecto varia la relación con su hospedero (24).

CUADRO 4: Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey para las variables de individuos muertos/fruto perforado.

ESPECIES Y CULTIVARES	Promedio de Perforaciones/ fruto	Promedio de Larvas muertas/ fruto	Promedio de Pupas muertas/ fruto	Promedio de Adultos muertos/ fruto
<u>C. canephora</u> "Robusta"	1.56 ab	1.04 ab	1.06 ab	1.28 a
<u>C. arabica</u> "Bourbon"	1.61 a	1.02 ab	1.08 a	1.22 a
<u>C. arabica</u> "Facas"	1.62 a	1.01 ab	1.05 abc	1.23 a
<u>C. arabica</u> "Goiaba"	1.59 a	1.03 ab	1.03 bcd	1.19 a
<u>C. arabica</u> "Mundo Novo"	1.60 a	1.05 a	1.08 a	1.26 a
<u>C. liberica</u>	1.50 b	1.01 ab	1.01 cd	1.26 a
<u>C. liberica</u> "Passipagore"	1.59 a	1.00 b	1.00 d	1.26 a
<u>C. kapakata</u>	1.55 ab	1.05 a	1.01 d	1.27 a
Fc	4.15 *	3.52 *	9.69 **	1.36 N.S.
C.V.	6.53	5.62	15.41	11.30

- 1/ Promedios sin transformar.  
 - Tratamientos con la misma literal, son estadísticamente iguales  
 \* Existe diferencia significativa entre tratamientos al 5%.  
 N.S. No existe diferencia significativa entre tratamientos  
 C.V. Coeficiente de variación, expresado en porcentaje

## 7.2 LA ATRACTIVIDAD RELATIVA DE DIFERENTES ESPECIES Y CULTIVARES DE CAFE HACIA LA BROCA DEL FRUTO:

Los cuadros 5 y 6 muestran los resultados de los análisis de varianza y de las pruebas de Tukey para las variables de las pruebas de atraktividad relativa. En ambos cuadros se observa que las variables número de frutos perforados y número de perforaciones por fruto presentan diferencias significativas (excepto la segunda variable en el cuadro 6) entre las especies y/o cultivares, indicando en él la llegada y penetración de la broca a los frutos existió preferencia por al menos uno de los materiales de café. C. arabica "Pacas" fué el menos atractivo y significativamente diferente a C. canephora "Robusta", que fué el material más atractivo hacia la broca, resultados que no coinciden con los obtenidos por Duarte (9) por el método de olfatometría.

C. arabica "Mundo Novo" se muestra moderadamente atractivo, coincidiendo con lo reportado por Duarte (9).

Siempre en los cuadros 5 y 6 se observan los resultados del análisis de varianza y las pruebas de Tukey de las variables número de huevecillos y número de larvas por especie y cultivar, las cuales muestran diferencias significativas entre los tratamientos. Los grupos que se definen son los siguientes: C. liberica "Passipagore" y C. liberica muestran cantidades menores respecto a C. arabica "Mundo Novo" y este, a su vez presenta cantidades menores, aunque no significativamente respecto a los otros cultivares de la misma especie y de C. canephora "Robusta".



CUADRO 5: Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey para las variables de la prueba I de atractividad relativa. 1/

ESPECIES Y CULTIVARES	Total de frutos Perforaciones/ Tratamiento	Total de Perforaciones/ Tratamiento	Total de Huevecillos/ Tratamiento	Total de Larvas/ Tratamiento
<u>C. canephora</u> "Robusta"	2.47 a	2.77 a	4.96 ab	2.78 ab
<u>C. arabica</u> "Goiaba"	2.41 ab	2.73 a	5.67 a	3.40 a
<u>C. arabica</u> "Bourbon"	2.34 ab	2.44 ab	5.16 ab	3.22 a
<u>C. liberica</u>	2.24 ab	2.49 ab	1.56 c	1.05 b
<u>C. arabica</u> "Catuai Rojo"	2.21 ab	2.31 ab	3.24 bc	2.67 ab
<u>C. arabica</u> "Mundo Novo"	2.16 ab	2.31 ab	3.94 ab	2.55 ab
<u>C. liberica</u> "Passipagore"	1.97 ab	1.99 b	1.00	1.00 b
<u>C. arabica</u> "Pacas"	1.84 b	1.92 b	2.84 bc	1.91 ab
Fc	2.51 *	3.64 *	11.56 *	4.78 *
C.V.	17.36	19.34	42.20	51.14

1/ Promedios sin transformar

- Tratamientos con la misma literal, son estadísticamente iguales

\* Existe diferencia significativa entre tratamientos al 5%

N.S. No existe diferencia significativa entre tratamientos

C.V. Coeficiente de variación, expresado en porcentaje

CUADRO 6: Resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey para las variables de la prueba II de atractividad relativa.

ESPECIES Y CULTIVARES	Total de frutos Perforaciones/ Tratamiento	Total de Perforaciones/ Tratamiento	Total de Huevecillos/ Tratamiento	Total de Larvas/ Tratamiento
<u>C. canephora</u> "Robusta"	2.90 a	3.26 a	5.68 a	6.60 a
<u>C. arabica</u> "Bourbon"	2.76 ab	2.86 a	5.14 ab	3.08 bc
<u>C. arabica</u> "Catuai Rojo"	2.75 ab	2.92 a	5.58 a	3.34 bc
<u>C. kapakata</u>	2.72 ab	2.87 a	5.12 abc	4.10 bc
<u>C. liberica</u> "Passipagore"	2.54 ab	3.26 a	2.01 c	1.67 c
<u>C. liberica</u>	2.53 ab	2.83 a	2.60 bc	1.63 c
<u>C. arabica</u> "Mundo Novo"	2.32 ab	2.44 a	3.19 abc	2.10 bc
<u>C. arabica</u> "Facas"	2.24 b	2.45 a	3.21 abc	2.46 bc
Fc	2.83 *	1.51 N.S.	6.18 *	9.35 *
C.V.	31.49	20.70	50.30	45.48

1/ Promedios sin transformar

- Tratamientos con la misma literal, son estadísticamente iguales

\* Existe diferencia significativa entre tratamientos al 5%

N.S. No existe diferencia significativa entre tratamientos

C.V. Coeficiente de variación, expresado en porcentaje

De acuerdo a los resultados presentados para el desarrollo de progenies de broca (cuadros 3 y 4) y para la atraktividad relativa (cuadros 5 y 6), el comportamiento de cada material se resume de la siguiente manera:

C. kapakata es una especie que ofrece una buena perspectiva en la búsqueda de resistencia genética, por las siguientes razones: el nivel de infestación registrado por la variable promedio de perforaciones por fruto (cuadro 4), fué similar al presentado por C. canephora "Robusta" lo cual es atribuible a que ambas especies poseen pulpa delgada, que las hace más susceptibles al ataque de la broca (8, 13, 16, 18, 21). Además posee otras características importantes, tales como, un endospermo cristalino que puede ser una manifestación de una constitución química diferente.

La disminución de la oviposición y la muerte de larvas en C. kapakata son atribuibles a dos posibles causas: la primera, un descenso brusco de la humedad del fruto, manifestada por endurecimiento del endospermo entre los días 21 y 28 después de la infestación, sin embargo, la evaluación de C. canephora "Robusta" se inició solamente 2 días antes que en C. kapakata, es decir que fueron mantenidos en recipientes y condiciones ambientales muy similares, por lo que la pérdida de humedad de los frutos de éste último material parece deberse a factores intrínsecos. La segunda causa posible, es la muerte de larvas del primer estadio al alimentarse del endospermo de los frutos, lo que implica claramente un efecto de antibiosis, de acuerdo a lo postulado por Painter (20). En apoyo de esta explicación, no se observó la presencia del hongo Trichoderma sp. que da una coloración azulada a la galerías formadas por la broca y que según Villacorta (27) mantiene una relación simbiótica con ella, ayudando a mantener un microclima dentro de los frutos y evitando la proliferación de otros microorganismos que pudieran ser nocivos para el desarrollo de la broca. Este hongo sí se formó en las demás especies y cultivares evaluados.

En el aspecto de atraktividad, C. kapakata, fué moderadamente atractivo, resultado que no coincide con lo reportado por Duarte (9) utilizando el método de olfatometría.

C. liberica "Passipagore" y C. liberica muestran un bajo desarrollo de progenies de broca, explicable por la dificultad del insecto para penetrar su pulpa y muscílago densos, acorde a lo aseverado por Corbett (8), Jervis (13), Leroy (16), Morallo y Baldos (18) y Paulini y Paulino (21). No se observaron efectos adversos sobre las hembras de broca al alimentarse por períodos prolongados de tiempo de la pulpa de estos materiales. Es necesario determinar si la dificultad de penetrar la pulpa de los frutos de estos materiales por parte de la broca es una manifestación de relaciones fisiológicas más profundas, en las que puede intervenir algún mecanismo de resistencia, de acuerdo a lo afirmado por Painter (20). En el aspecto de atraktividad, C. liberica "Passipagore" y C. liberica se mostraron moderadamente atractivos.

El cultivar C. arabica "Mundo Novo" presenta un desarrollo de progenies de broca limitado y significativamente menor, en la mayoría de la variables, respecto de los otros cultivares de la especie C. arabica. Estos resultados indican que existe en el material cierto grado de resistencia, con buenas posibilidades de incorporación a otros cultivares de uso comercial.

C. arabica "Mundo Novo" no presenta diferencias significativas de atraktividad en presencia de las otras especies y cultivares de café.

Los cultivares de C. arabica "Bourbon", "Pacas" y "Goiaba" presenta un buen desarrollo de progenies de broca, sin diferencias significativas entre si, coincidiendo con lo afirmado por Prates (22) acerca de la susceptibilidad de los materiales de esa especie. No presentan diferencias significativas respecto a C. canephora "Robusta", en el desarrollo de progenies de broca, pero pueden considerarse menos preferidos y menos susceptibles que ella.

En el aspecto de atraktividad, los cultivares de C. arabica se comportaron en forma semejante a C. canephora "Robusta", exceptuando el cultivar "Pacas" que fue significativamente menos atractivo. El comportamiento de C. arabica "Pacas" como poco atractivo, pero con un buen desarrollo de progenies indica que un material susceptible, no necesariamente es el más atractivo, de acuerdo a lo indicado por Thorsteinson (24).

C. canephora "Robusta" se comportó como un material muy atractivo, preferido y susceptible a la broca, en donde esta consigue su mayor desarrollo de progenies.

## 8. CONCLUSIONES

- a. Únicamente en los frutos de la especie Coffea kapakata, se observó el efecto de antibiosis hacia el desarrollo de la broca del fruto del cafeto.
- b. La especie C. liberica y el cultivar C. liberica "Passipagore" presentan dificultad mecánica a la penetración de la broca, debido a la pulpa gruesa y mucílago denso de sus frutos.
- c. Si existen diferencias de atractividad hacia la broca entre los frutos de las especies y cultivares evaluados.
- d. La mayor o menor atractividad relativa de una especie o cultivar no garantiza, ni condiciona respectivamente, un mayor o menor desarrollo de progenies.

## 9. RECOMENDACIONES

- a. Proseguir evaluando el comportamiento de Coffea kapakata en ensayos sucesivos de desarrollo de progenies en el laboratorio.
- b. Proseguir evaluando el cultivar C. arabica "Mundo Novo" que muestra menor desarrollo de progenies que los otros cultivares comerciales de la misma especie.
- c. Evaluar el desarrollo de progenies de broca en semilla pergamino de Coffea liberica y C. liberica "Passipagore" para verificar si su resistencia se debe a dificultades mecánicas para la penetración o manifestar efectos de antibiosis.
- d. Utilizar los cultivares de C. canephora "Robusta", C. arabica "Bourbon" o "Goiaba", como testigos relativos en posteriores ensayos de desarrollo de progenies.

## 10. BIBLIOGRAFIA

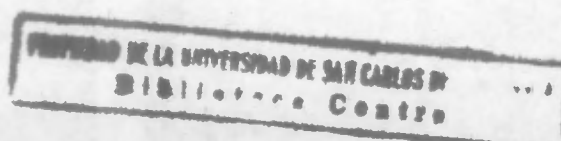
1. ALONZO PADILLA, F.R. 1984. El problema de la broca (Hypothenemus hampei. Ferr. 1867) y la caficultura. San José, C.R., IICA, PROMECAFE. 242p.
2. BAKER, P. 1985. Biología e historia natural de la broca del café. In Curso Regional sobre Manejo Integrado de Plagas del Cafeto, con Enfoque en la Broca del Fruto (Hypothenemus hampei. Ferr. 1867) (1., 1985, Guatemala, Gua.). Memoria. Guatemala, IICA, PROMECAFE. p. 105-117.
3. BATISTELLA, I.; CASTILLO, A.M. 1984. Estudio de ocurrencia de broca em café y robusta no estado de Mato Grosso. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras (11., 1984, Londrina, Bra.). Resúmenes. Brasil, Instituto Brasileiro del Café. p. 305-306.
4. \_\_\_\_\_; PAULINI, A.E. 1984. Acao preferencial de broca do café H. hampei (Ferr. 1867) por frutos de café conilón em diferentes estadios de maturacao. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras (11., 1984, Londrina, Bra.). Resúmenes. Brasil, Instituto Brasileiro del Café. p. 167-168.
5. BECK, S.D. 1965. Resistance of plants to insects. Ann. Rev. Entomol. 10:207-256.
6. CASTRO UMAÑA, J. de J. 1985. La Broca del fruto del café (Hypothenemus hampei. Ferr. 1867). In Curso Regional sobre Manejo Integrado de Plagas del Cafeto, con Enfoque en la broca del fruto (Hypothenemus hampei. Ferr. 1867) (1., 1985, Guatemala, Gua.). Memoria. Guatemala, IICA, PROMECAFE. p. 35-44.
7. CORBETT, G.H. 1931. Entomological notes. Malayan Agricultural Journal 19(10):496-398.
8. \_\_\_\_\_. 1933. Some preliminary observations on coffee berry beetle borer Stephanoderes (Cryphalus) hampei. Ferr. Malayan Agricultural Journal 21(1):8-22.
9. DUARTE NAVARRO, M.T. Determinación de la atractividad de los frutos de varios cultivares de café a la broca del fruto (Hypothenemus hampei. Ferr. 1867) utilizando el método del olfatometría. In Talle Regional de Broca (3., 1990, Guatemala, Gua.). Memoria, Guatemala, IICA, PROMECAFE. p. 136-147.
10. FERNEI, L.M.; LONGLEY, C.J. 1966. Arabica coffe storage; a review of the problem in Tanganyka. Kenya Coffe 31(367):297-299.



11. GANDIA, J.M.; BONCATO, A.A. 1964. A note on the occurrence of coffee borer in the Phillipines. *Coffee and Cacao Journal (Filipinas)* 7(6):124.
12. INGUNZA, M. de. 1969. La broca del café (Hypothenemus hampei. Ferr.) importancia, distribución geográfica, forma de ataque y especies que ataca e influencia de la altitud sobre el nivel del mar en el grado de ataque. *Revista Peruana de Entomología* 9(1):82-93.
13. JERVIS, T.S. 1939. The control of coffee borer in Dukoba. *East African Agricultural Journal (Tanganika)* 5(2):121-124.
14. KOCK, V.J.M. 1973. Abundance de Hypothenemus hampei. Ferr. scolyte des graines de café, en fonction de su plante-hôte et de son parasite Cephalonomia stephanoderis. Betren. en Cote d'Ivoire. Tesis Doctorado. Wageningen, Holanda, Escuela de Agricultura. 84 p.
15. LEON, J. 1962. Especies y cultivares (variedades) de café. Turrialba, C.R. IICA. *Materiales de Enseñanza de Café y Cacao* no. 23. 69 p.
16. LEROY, J.V. 1936. Observations relatives a quelques insects attaquants le cafeier. Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo. Serie Scientifique no. 8. 30 p.
17. MALLAMAIRE, A. 1935. La desinfection des semences de cafeiers par la chloropicrina. *Agronomie Coloniale (France)* 213:70-78.
18. MORALLO, B.; BALDOS, E. 1980. The biology of coffee berry borer Hypothenemus hampei. Ferr. (Scolytidae, Coleoptera) and its incidence in the Southern Tagalog provinces. *Phillippines Entomologist* 4(4):303-316.
19. OROZCO, F.J. 1986. Descripción de especies y variedades de café. Centro Nacional de Investigaciones de Café. *Boletín Técnico* no.11. 29p.
20. PAINTER, R.H. 1958. Insect resistance in crop plants. *Entomol.* 4(16):267-290
21. PAULINI, A.E.; PAULINO, A.J. 1979. Evaluacao de Hypothenemus hampei. (Ferrari 1867) em café conilon armazenado e influencia da infestacao na queda de frutos. In *Congresso Brasileiro de Pesquisas Caffeieras* (7., 1979, Rio de Janeiro, Bra.). Resúmenes. Brasil, Instituto Brasileiro del Café. p. 285-287.

22. PRATES, H.S. 1971. Observacoes sobre o grau de infestacao e desenvolvimento da broca Hypothenemus hampei. en variedades de café. Revista de Agricultura (Bra.) 46(1):28-31.
23. SILVARAM, D. 1980. Review of coffee borer in West Malaysia, Kuala-Lumpur. Malaya, Ministry of Agriculture. Bulletin no. 152. 62 p.
24. THORSTEISON, A.J. 1960. Host selection in phytophagus insects. Ann. Rev. Entomol. 5:193-216.
25. TICHELER, J.H.G. 1963. Estudio analítico de la epidemiología del escolitido de los granos de café Stephanoderes hampei. en Costa de Marfil. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Col.) 14(4):223-294.
26. TROJER, H.; GOMEZ G., L. 1965. Zonas cafeteras Colombianas susceptibles por sus condiciones a un ataque de broca del café. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Col.) 16:12-30.
27. VILLACORTA, A. 1989. Aspectos nutricionales de la cría de la broca del café (Coleopteras Scolytidae). In Taller Regional de Broca (2., 1990, Guatemala, Gua.). Memoria. Guatemala, IICA, PROMECAFE. p. 181-186.
28. VUILLET, J. 1925. Degré de sensibilité des differents cafeiers au Stephanoderes coffeae. Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Coloniale (Francia) 5(48):601-604.

13. 60.  
*Petrucci*



11. APENDICE

REPRODUCED FROM THE COLLECTION OF THE NATIONAL ARCHIVES  
SERIALS ACQUISITION

TABLA 1. ATRACTIVIDAD DE LAS VARIEDAD DE CAFE A Hypothenemus hampei F. DETERMINADA POR EL METODO DE OLFATOMETRIA

TESTIGO	ATRACTIVIDAD FRECUENCIA OBSERVADA	VARIEDAD	ATRACTIVIDAD FRECUENCIA OBSERVADA
BOURBON	21	PACAS	29
BOURBON	26	SAN RAMON	24
BOURBON	26	CRESPA	24
BOURBON	27	V. SARCHI	23
BOURBON	28	CATURRA	22
BOURBON	28	CATUAI	22
BOURBON	28	MURTA	22
BOURBON	28	DEWEVREI	22
BOURBON	29	MOKA	21
BOURBON	29	PURPURANCES	21
BOURBON	29	LAURENTII	21
BOURBON	30	GOIABA	20
BOURBON	30	LEROY	20
BOURBON	30	PACHE	20
BOURBON	30	GEISHA	20
BOURBON	31	PASSIPAGOR	19
BOURBON	31	CATISIC	19
BOURBON	32	MARACATURRA	18
BOURBON	32	MARAGOGIPE	18
BOURBON	32	EUGENOIDES	18
BOURBON	33	TEKISIC	17
BOURBON	33	ROBUSTA	17
BOURBON	33	KONA	17
BOURBON	34	SEMPENFLORENS	16
BOURBON	34	KAFFA	16
BOURBON	35	MUNDO NOVO	15
BOURBON	36	CIOCCIE	14
BOURBON	37	IRGALEM	13
BOURBON	38	LIBERICA	12
BOURBON	47	KAPAKATA	3



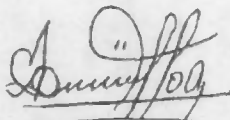
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

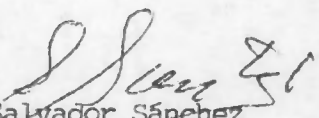
LA TESIS TITULADA: "ATRACTIVIDAD RELATIVA Y SUSCEPTIBILIDAD DE VARIAS ESPECIES Y CULTIVARES DE CAFE (Coffea spp.) A LA BROCA DEL FRUTO (Hypothenemus hampei. Ferr. 1867) EN CONDICIONES DE LABORATORIO".

PRESENTADA POR EL ESTUDIANTE: WILFREDO VILLAGRAN GUERRA

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ingenieros Marco Estrada y Arturo López.

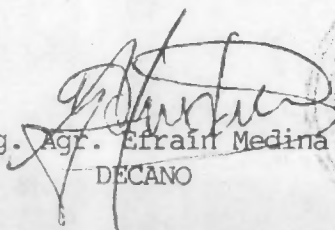

Los Asesores y Autoridades de la Facultad de Agronomía hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

  
Ing. Agr. Eduardo Carrillo  
ASESOR

  
Ing. Agr. Salvador Sánchez  
ASESOR

  
Dr. Luis Mejía de León  
DIRECTOR DEL IIA  
D E C A N O  


I M P R I M A S E:

  
Ing. Agr. Efraim Medina  
DECANO  


/sler.