

LA INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACION EN LA  
ACTIVIDAD DE Xyleborus ferrugineus (Fabricius)

Por

José Antonio Ventocilla Gonzáles

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.  
Centro de Enseñanza e Investigación  
Turrialba, Costa Rica.

Mayo, 1965

LA INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACION EN LA  
ACTIVIDAD DE Xyleborus ferrugineus (Fabricius)

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados como  
requisito parcial para optar al grado

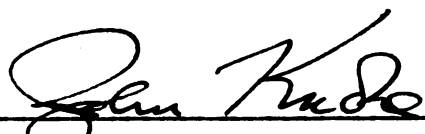
de

Magister Scientiae

en el

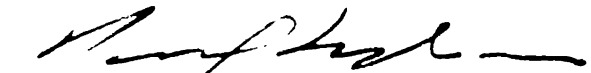
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.

APROBADA:

  
\_\_\_\_\_


Dr. John K. Knoke

Consejero

  
\_\_\_\_\_

Dr. Pierre G. Sylvain

Comité

  
\_\_\_\_\_

Dr. Gerardo Budowski

Comité

  
\_\_\_\_\_

Dr. Kamta P. Katiyar

Comité

Mayo, 1965

A mis padres

A mi esposa e hija

A mis hermanos

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar sus sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones:

Al Dr. John K. Knoke, Consejero Principal, cuya valiosa ayuda y acertada dirección hicieron posible la realización de esta tesis.

A los doctores Pierre G. Sylvain, Gerardo Budowski y Kanta P. Katiyar, miembros de su Comité Consejero.

Al Dr. Joseph L. Saunders por su ayuda y sugerencias prestadas.

Al Prof. Steen Justesen por su asesoramiento en los análisis estadísticos.

Al Dr. Paulo de T. Alvim, asignado como Coordinador Técnico al Centro de Pesquisas do Cacau (CEPLAC), a cuya iniciativa se debió mi beca de estudios.

Al American Cocoa Research Institute (ACRI), entidad que proporcionó la beca, y a la Comissão Executiva do Plano de Recuperação Econômico-Rural da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), por haberle brindado la oportunidad de efectuar estudios postgraduados.

BIOGRAFIA DEL AUTOR

El autor nació en Lima, República del Perú, en el año 1933. Realizó sus estudios universitarios en la Escuela Superior de Agricultura en Viçosa, de la Universidad Rural del Estado de Minas Gerais, Brasil, en los años 1957 a 1960, y se graduó de Ingeniero Agrónomo en el año 1960.

De 1961 a 1963 trabajó en la Comissão Executiva do Plano de Recuperação Económico-Rural da Lavoura Cacaueira, Brasil, con sede en Bahía.

Realizó sus estudios postgraduados en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., en Turrialba, Costa Rica, de octubre de 1963 a mayo de 1965.

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página N<sup>o</sup></u>
INTRODUCCION . . . . .	1
REVISION DE LITERATURA . . . . .	3
1. Descripción morfológica del <u>Xyleborus ferrugineus</u> (Fabricius) . . . . .	3
2. Distribución del <u>Xyleborus ferrugineus</u> y asociación de los <u>Xyleborus</u> spp. con <u>Theobroma cacao</u> L. . . . .	5
3. Importancia económica del complejo <u>Xyleborus-</u> <u>Ceratocystis</u> . . . . .	6
4. Relación insecto-hongo . . . . .	9
5. Influencia de los factores del medio ambiente sobre el <u>Xyleborus ferrugineus</u> . . . . .	11
EXPERIMENTOS DE CAMPO . . . . .	15
A. Materiales y métodos . . . . .	15
1. Algunos aspectos climáticos del área experimental	15
2. Preparación de material usado en el campo . . .	15
3. Procedimiento experimental . . . . .	17
a) Experimento N <sup>o</sup> 1 . . . . .	18
b) Experimento N <sup>o</sup> 2 . . . . .	19
c) Experimento N <sup>o</sup> 3 . . . . .	20
B. Resultados experimentales y discusión . . . . .	21
1. Uso de ramas-trampa para determinar la pobla- ción del <u>Xyleborus ferrugineus</u> . . . . .	21
2. Uso de ramas-trampa de diferente duración de exposición en el comportamiento de vuelo del <u>Xyleborus ferrugineus</u> . . . . .	26
3. Estudios de la población de "gorgojos ambrosia" mediante el uso de trampas de "luz negra" . . .	31

EXPERIMENTO DE LABORATORIO . . . . .	40
A. Influencia de la temperatura en el vuelo del <u>Xyleborus ferrugineus</u> . . . . .	40
1. Materiales y métodos . . . . .	40
2. Resultados experimentales y discusión . . . . .	43
a) Resultados experimentales . . . . .	43
b) Discusión . . . . .	45
DISCUSION GENERAL . . . . .	49
CONCLUSIONES . . . . .	51
RESUMEN . . . . .	53
SUMMARY . . . . .	55
RESUMO . . . . .	57
RESUME . . . . .	59
LITERATURA CITADA . . . . .	61
APENDICE . . . . .	67

LISTA DE GRAFICOS

<u>Gráfico N°</u>		<u>Página N°</u>
1	Tendencia del ataque a las ramas-trampa de cacao registrada durante varios días de exposición . .	23
2	Población de insectos y porcentaje de ataques a las ramas-trampa de cacao según la duración de la exposición . . . . .	29
3	Frecuencia del período de vuelo de la población de insectos ambrosia en relación con la temperatura . . . . .	34
4	Frecuencia de la población de insectos ambrosia en relación a temperatura y lluvia colectados mediante luz negra . . . . .	35
5	Frecuencia de los insectos <u>Xyleborus ferrugineus</u> colectados en La Lola por la trampa de luz negra	39
6	Número de vuelos del <u>Xyleborus ferrugineus</u> según la variación de la temperatura . . . . .	44



LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro N<sup>o</sup></u>		<u>Página N<sup>o</sup></u>
1	Población del <u>Xyleborus ferrugineus</u> en las cuatro áreas experimentales . . . . .	22
2	Número de ataques a las ramas-trampa por <u>Xyleborus</u> spp. según días de exposición . . . .	25
3	Población de insectos en 10 barreras cubiertas con adhesivo y ataque a las ramas-trampa tratadas con aceite Diesel, después de varios días de exposición . . . . .	27
4	Estudio de la actividad de vuelo de la población de insectos ambrosia en una plantación de cacao en Turrialba . . . . .	32
5	Población de insectos ambrosia en la Finca La Lola . . . . .	36
6	Intervalos de confianza del número de vuelos del <u>Xyleborus ferrugineus</u> a temperaturas controladas y temperaturas de laboratorio entre 25-26°C . . . . .	47

## INTRODUCCION

El insecto Xyleborus ferrugineus (Fabricius) es un taladrador de madera componente del complejo Xyleborus-Ceratocystis. Este último es un hongo, causante de la destrucción de gran número de árboles en poblaciones cacaoteras de América. Ha sido poco estudiado, a pesar de ser uno de los factores limitantes de la explotación de ese cultivo. La magnitud de la importancia económica de este complejo es evidente cuando se ve disminuída la producción y destruídos los árboles.

El complejo Xyleborus-Ceratocystis es endémico en áreas cacaoteras de la zona baja atlántica de Costa Rica pero no en Turrialba que queda en un valle de la misma vertiente a 600 m. de elevación.

Investigadores anteriores han demostrado la presencia del hongo en el canal alimenticio del insecto, y han determinado su ciclo biológico. Las plantas de cacao constituyen el principal hospedero en aquellas áreas en donde se encuentra el complejo.

El presente estudio tiene como finalidad aprender más sobre el efecto de algunos factores ecológicos del medio ambiente especialmente temperatura y precipitación. Asimismo se trató de evaluar la eficiencia de ciertas técnicas usadas para estimar el comportamiento de la población del Xyleborus ferrugineus.

Hasta la fecha poca atención se ha dado al aspecto ecológico en el cual se determina el hábitat de este insecto. Se sabe que en otros Scolytidae, existe una relación directa entre la densidad de su población y la temperatura del medio ambiente.

Por tal motivo se diseñaron una serie de experimentos que cubren principalmente los siguientes aspectos:

1. Evaluación del efecto de los factores del medio ambiente: temperatura y precipitación, en relación al incremento de la población del Xyleborus ferrugineus.
2. Comparación de la eficiencia de secciones de ramas de diferentes días de exposición después de tratadas.
3. Eficiencia relativa de las ramas trampa-barreras con adhesivo y lámparas fluorescentes de luz negra.
4. Evaluación del efecto de la temperatura en el período de vuelo del Xyleborus ferrugineus en condiciones naturales y de laboratorio.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Descripción morfológica del Xyleborus ferrugineus (Fabricius)

El insecto tiene la siguiente ubicación taxonómica:

Phylum	Artrópoda
Clase	Insecta
Orden	Coléptera
Familia	Scolytidae
Género	Xyleborus
Especie	Ferrugineus

La especie fue descrita por muchos autores, por lo que existen muchos sinónimos de ella. ~~En el presente trabajo se considerará solamente la descripción hecha por WOOD (72), la que se transcribe a continuación.~~

Hembra: longitud 2.3 - 2.7 mm.; el largo es 2.8 veces mayor que el ancho; color rojo pardusco.

Frente convexo, generalmente con una prominencia indefinida entre los ojos; la superficie es reticulada y escasamente punteada; cubierta inconspicua, excepto a lo largo del epistoma. Ojo dividido en más de un tercio, por una emarginación; más o menos tosco y granuloso.

El largo del pronotum es 1.2 veces mayor que el ancho; los lados son casi rectos y sub-paralelos en más de la mitad basal; más o menos redondeado al frente; margen anterior sin espinas; la cima se halla delante del medio; el área del declive anterior está finamente perforada, lisa y lustrosa sobre el disco que es más bien oscuro y reticuloso a los lados; la cubierta es inconspicua.

La longitud de la elytra es 1.7 veces de su ancho; 1.4 veces el largo del pronotum, los lados son casi rectos y sub-paralelos en los dos tercios basales, ampliamente redondeados hacia atrás; estrias no imprimidas; perforaciones más bien pequeñas y de profundidad moderada; las inter-estrias son lisas y lustrosas, más anchas que las estrias; las inter-estrias 1 y 2 son generalmente perforadas en la base, la 3 solamente en la mitad posterior del disco, y la 4 sólo cerca del declive; las perforaciones pueden ser más o menos grandes y setíferos, o pequeños y sin setas, o una combinación de los dos tipos. El declive es más bien profundo y plano; el margen lateral es abruptamente elevado desde el inter-espacio 7, al ápice de la elytra; las perforaciones estriales muy superficiales; inter-estriales 2 débilmente imprimidas en general con uno o dos pequeños tubérculos en la base del declive; inter-espacio 1 con una pequeña elevación y con dos pares de tubérculos pequeños cerca de la base del declive; y un par similar en la mitad inferior del declive; el inter-espacio 3 lleva un par de pequeños tubérculos cerca de la base del declive, y un par similar cerca del margen inferior, y un par más grande y prominente en el centro del declive; los inter-espacios 4, 5 y 6 generalmente llevan de dos a tres pares de pequeños tubérculos en la mitad superior del declive. La cobertura está en gran parte confinada al declive y consiste de hileras escasas y semi-definidas, de pelos erestos inter-estriales.

La proporción de macho a hembra en la población tiene un promedio de 1:10 SAUNDERS <sup>1963</sup> ~~(1960)~~.

Existen numerosos nombres comunes de acuerdo a los países; la literatura se refiere a menudo a los Xyleborus spp con el nombre de "gorgojo" "polilla" "barrenador" "besouro" y en inglés "ambrosia beetle".

2. Distribución del *Xyleborus ferrugineus* y asociación de los *Xyleborus* spp. con *Theobroma cacao* L.

El *Xyleborus ferrugineus* está presente en todas las principales áreas cacaoteras del mundo, en las Américas y en Africa. Está ausente de las áreas situadas fuera del límite de "unión" de las Islas Marianas y Fiji, como las Islas Salomón y Nueva Guinea. <sup>No</sup> Dicho insecto ocupa en su distribución longitudinal las tres cuartas partes <sup>N.C.</sup> de los trópicos entre 140° Este y yende hacia el Oeste hasta 50° Este, en total 270° de longitud. Es uno de los Scolytidae que más abunda en las Américas (6).

Debido a la distribución de este insecto, se encuentra asociado a una gran lista de 74 plantas hospederas que representan a 29 familias, número considerable siendo el cacao, café, coco y hule (Hevea) las principales plantas hospederas de importancia económica (6, 61).

El primer informe sobre la enfermedad conocida comúnmente con el nombre de "mal del machete" en las plantaciones de cacao, lo dio RORER (56) en 1918 pero no menciona ni la asocia a insectos *Xyleborus* sp. ALSTON (1), en 1925, señala la semejanza de una enfermedad observada en Costa Rica, Jamaica y Trinidad con la descrita por RORER (56), pero tampoco cita la presencia de estos insectos ni los asocia a la enfermedad.

A partir del año 1940 es que se da a conocer la presencia de estos insectos asociados al "mal del machete", haciéndose notar que se encuentran constantemente presentes con esta enfermedad destruyendo numerosos árboles. Así lo informa GARCÉS (20) desde Colombia, señalando a los Scolytidae o "polillas" que siempre estaban presentes con la enfermedad "llaga amarilla" y que parecía ser igual a la que llaman "mal del machete" en el Ecuador. Posteriormente, GARCÍA (24), menciona a los

Scolytidae, presumiendo que estén asociados a la enfermedad; en igual forma lo hacen BENAVIDES (7), ARBELAES (2), IDROBO (38, 39), MONCAYO (56).

En Venezuela, al describir la enfermedad, se notó que siempre estaba asociada a heridas y no necesariamente con insectos "taladradores" (49). Sin embargo en Ecuador, DESROSIERS (15), WALLENIUS (69), CHONG (13), en México, OECHSLI (53), en Trinidad ITON (34, 35, 36), ITON y CONWAY (37), SPENCE (68), GOBERDHAN (22) y en Costa Rica, ORELLANA (54), SAUNDERS (60), SILLER (63), todos asocian a los insectos del género Xyleborus sp. con la enfermedad.

En el Brasil se encuentran estos insectos taladradores asociados a la enfermedad "muerte súbita", que presenta síntomas parecidos a la causada por la Ceratocystis fimbriata Ell. & Halst.; pero respecto a dicha enfermedad todavía no se ha determinado si son insectos primarios o secundarios (38).

Investigaciones llevadas a cabo en Africa Occidental, muestran que estos insectos son pestes secundarias (16).

En Africa, todavía no se ha verificado el complejo Xyleborus-Ceratocystis.<sup>\*</sup> (Verhulst, 1965)

### β. Importancia económica del complejo Xyleborus-Ceratocystis

En la mayoría de los países productores de cacao de América, el complejo mencionado causa grandes pérdidas debido a la destrucción de gran número de árboles.

---

\* José Crespo Ascenso, Jefe de la Brigada de Estudios Agronómicos de Santo Tomé, Africa Occidental Portuguesa. Información personal, 15 de diciembre de 1964.

En efecto en la familia Scolytidae se encuentran más insectos destructores de árboles, que en cualquier otro grupo de insectos solamente comparando el pequeño número de especies que atacan y matan árboles vigorosos (25). (1955, 1958)

Se informa que en Colombia este complejo eliminó más de 5.000 árboles en la zona de Puerto Tejada, y que en el municipio de la Soñía la destrucción por la acción conjunta de insectos y hongos atacó a más del 50% de las plantaciones. En el Valle del Cauca, zona que producía el 70% del cacao de dicho país, este complejo es responsable de que ya no hayan plantaciones sanas (2, 32). En la zona de Antioquia, de este mismo país, murieron alrededor de medio millón de árboles, siendo los mayores daños hasta el año 1945 (49). En pocos años se ha revelado como el factor limitante de la producción de cacao destruyendo grandes plantaciones (23). También ORELLANA (55) informa que las pérdidas anuales de cacao en Colombia debido a este factor ascendían de 3% a 5% de la producción.

En la misma época que los anteriores autores, MALAGUTI (42, 43) indica que en los valles venezolanos de Choroní y Chuao, en el Estado de Aragua, el 20% de las plantaciones fueron destruidas. También en Ocumare de la Costa, Cepe, Turiamo, Cayagua y Aroa, los daños fueron del 2%, calculándose en más de 120.000 los árboles destruidos en dichas regiones.

En Trinidad en 1959 la incidencia de la enfermedad es bastante baja, y en algunos casos las pérdidas son pocas (22). En River State en el período comprendido desde el mes de marzo de 1958 a febrero de 1960, ITOM (34, 35) verificó la pérdida de 2.153 árboles en una población de 90.000, lo que significaba un 2.5% de pérdida correspondiente a dicho período.

NO

NO



WU

En el Ecuador, DESROSIERS (14) comenta que en el año de 1951 se produjo un violento ataque del complejo, que destruyó todos los árboles del tipo "criollo". CHONG (13) refiere que en la Hacienda Clementina entre los años de 1955 a 1960, este complejo eliminó 60.000 árboles en plena producción.

Más recientemente, según KNOKE,★ las pérdidas debidas a este complejo ascendían hasta el 33% en algunas áreas cacaoteras del Ecuador, dependiendo del tipo de cacao híbridos usados en las plantaciones.

En Costa Rica, HAVORD (28) informa que las pérdidas se estiman en un 5% anual en las áreas cacaoteras del Atlántico. En la actualidad, según KNOKE,★ las pérdidas causadas por este complejo se estiman entre el 3% y el 5% de la producción con base en estudios efectuados en algunas áreas de dicha zona.

En reciente viaje de estudios al Ecuador, Venezuela y Trinidad, KNOKE y SAUNDERS (39) concluyen categóricamente que en estos países el complejo Xyleborus-Ceratocystis es el problema más importante desde el punto de vista económico.

Debido a su carácter sistémico, el complejo Xyleborus-Ceratocystis ocasiona la muerte de árboles de cacao muy rápidamente. Por esto, y por la presencia de los "gorgojos" del género Xyleborus cuando ocurre en áreas cacaoteras donde todavía no se ha reportado este complejo, se presenta como una de las mayores plagas en potencia (38).

*Con respecto al problema que en la zona de...  
Complejo Xyleborus-Ceratocystis, es un problema importante  
de... (Barrón, 1963)*

★ John Knoke, Centro de Enseñanza e Investigación, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. Información personal. 1964.

4. Relación insecto-hongo

La muerte más o menos rápida de los árboles de cacao atacados por el hongo Ceratocystis fimbriata Ell. & Halst. en asociación a diferentes especies de Scolytidae, es lo que se informa de Colombia, ~~(5, 33, 50, 51)~~, dando algunas evidencias de la transmisión de la enfermedad "mal del machete" por medio de estos insectos. DESROSIERS (15) llevó a cabo estudios en el Ecuador, semejantes a los autores anteriores, y llegó a conclusiones muy parecidas. También existen informaciones contradictorias procedentes de Venezuela, de que dichos insectos no son transmisores de importancia de la enfermedad ~~(42)~~.

En Trinidad todavía no existe la evidencia de que estos insectos sean los transportadores del patógeno de planta a planta, a pesar de que ITON <sup>1961</sup> ~~(36)~~ demostró la presencia de clamidosporas en regiones del recto de los insectos Xyleborus spp., por lo que podrían actuar como vectores. El mismo autor informa que las clamidosporas y endoconidias de paredes delgadas se producen dentro de la madera intracelularmente. Siendo así, las galerías de estos insectos y sus excrementos representan como la porción de mayor inoculum. La observación constante de la presencia de estos insectos en el aire, y la presencia demostrada de clamidosporas viables en el recto de los mismos, ofrece cierta evidencia de que estos insectos pueden ser vectores activos de la enfermedad. ~~(37)~~.

<sup>1963</sup>  
SAUNDERS ~~(60)~~ observó en La Lola, Costa Rica al Xyleborus ferrugineus atacando la corteza de árboles de cacao aparentemente sanos, dentro de los cuales vivieron muchos meses varias generaciones.

FISCHER y THOMPSON, citados por ITON (37), así como KNOKE y SAUNDERS (39) señalan que los insectos de este género pueden atacar

árboles aparentemente sanos, y que en el caso de ataque a los árboles de cacao, sería la parte del tronco contigua a la superficie del suelo (la parte basal), la región más accesible para que estos insectos inicien su ataque. ~~SCHEDL, citado por ITON (37)~~, <sup>señala</sup> ~~sugiere~~ que los insectos Xyleborus spp. permanecen en reposo en la materia orgánica del suelo. Según esta hipótesis sería factible que los insectos jóvenes adultos que estuvieran viviendo en las galerías, salieran hacia la materia orgánica donde permanecerían en reposo. Y desde allí iniciarían su ataque a la parte basal del tronco (37).

MALAGUTI (44) informa que la enfermedad comienza donde hay daños de insectos. La naturaleza de la simbiosis entre los insectos "ambrosia" y el hongo no está bien entendida (57). GRAHAM, citado por RUDINSKY (57), opina que cada especie de Xyleborus está asociado a un hongo particular, específico al insecto. Por este <sup>NO</sup> motivo cada especie de insecto está relacionado a ciertas especies de árboles como resultado directo de los requerimientos del hongo. BAKSHI, citado por BAKER (4), aisló muchas especies de Ceratocystis y sus formas conidiales de los túneles de Trypodendron domesticum y de Trypodendron lineatum, y los consideró como verdaderos hongos Ambrosia.

MATHIESEN-KAARIK, citado por BAKER (4), señala que investigaciones bioquímicas muestran que las especies de Ceratocystis íntimamente asociadas con insectos, requieren medios de cultivo más complejos, comparados con las especies menos asociadas. <sup>ni</sup>

Se conoce que ciertas enfermedades de las plantas son diseminadas por insectos Scolytidae, y que ocasionalmente algunos de estos insectos son decisivos en la transmisión de una enfermedad específica a un árbol (26).

Los Scolytidae son específicos en relación con ciertas familias o especies de árboles, y la atracción del insecto por sus hospederos, sólo puede ser explicada por los componentes químicos peculiares de estos grupos. La selección del hospedero y la posterior concentración de los insectos, bajo previa selección del más conveniente, viene a ser un importante problema (57). *NO*

Se conocen pocas especies de insectos "ambrosia" que atacan árboles sanos, y viven dentro del árbol, como sucede en el caso del Corthylus columbianus Hopk. (25). *NO*

La enfermedad del árbol de cacao causada por Ceratocystis fimbriata tiene cierto parecido con la enfermedad del olmo holandés causada por el hongo Ceratocystis ulmi (Buis) C. Moreau, que puede ocasionar la muerte en pocas semanas (47). La diseminación de la enfermedad del olmo es efectuada por un Scolytidae (40). *NO*

Todas las circunstancias enumeradas anteriormente muestran que los insectos Xyleborus pueden jugar un papel importante en la transmisión de la enfermedad conocida comúnmente con el nombre de "mal del machete".

##### 5. Influencia de los factores del medio ambiente sobre el Xyleborus ferrugineus

El estudio del comportamiento del vuelo de los Scolytidae ha sido de gran interés desde hace bastante tiempo (~~41~~). Pero es curioso notar sin embargo, que los estudios sobre el comportamiento y ecología de estos insectos son comparativamente pocos (~~29~~).

Los estudios aquí citados en orden cronológico de ATKINS (3), RUDINSKY y VITE (59), CHAPMAN (10), CHAPMAN y KINGHORN (12), RUDINSKY (57), RUDINSKY y DATERMAN (58), GARA y VITE (19), HENSON (29, 30), McMULLEN y ATKINS (46), muestran la gran importancia que se atribuye

a los estudios sobre el comportamiento del vuelo de los Scolytidae forestales, ante los diferentes factores del ambiente.

No existe literatura sobre estudios detallados de la influencia de los factores del medio ambiente sobre el Xyleborus ferrugineus. Sin embargo, se encuentran algunos informes que son el resultado de observaciones aisladas y que tienen cierto valor ecológico. \*

Así ~~WALLENIUS (69)~~ observó en ciertas áreas cacaoteras del Ecuador, que insectos del género Xyleborus se encontraban atacando árboles enfermos con el "mal del machete" y que tenían períodos de salida de sus galerías al exterior durante pocos días de cada mes.

~~MONCAYO (49)~~ en Colombia <sup>se</sup> señala que la altura sobre el nivel del mar donde se ha registrado mayor muerte de árboles ocasionada por dichos insectos, está comprendida entre los 500 y 1.200 m. ~~GARCIA (21)~~ informa que como consecuencia de las épocas de lluvia, el cacao sufría las consecuencias de la continua saturación del suelo debilitándose en tal forma que se tornaba susceptible al ataque severo de insectos, ya que esta plaga no ataca árboles sanos y vigorosos.

BROWNE (6), usando trampas de luz en el campo para la colección de insectos durante 153 noches, informa que el 22% del total de los Scolytidae eran Xyleborus ferrugineus; y cuando la temperatura del ambiente era inferior a 22°C, la colecta de estos insectos era insignificante. Sucedió lo mismo cuando el tiempo estaba lluvioso.

ITON y CONWAY (37) llegaron a la conclusión de que las observaciones ecológicas que existen hasta la fecha no eran suficientes y que si se pretendía controlar la enfermedad "mal del machete" debían realizarse más estudios. Esto concuerda con la opinión de SAUNDERS (60) para quien las informaciones existentes recolectadas a este respecto no

tienen bases experimentales sólidas si no se estudia en forma científica la influencia del medio ambiente sobre este insecto.

Los insectos Scolytidae tienen un comportamiento "fotopositivo" a temperaturas de 15°C a 25°C y con 50% a 90% de humedad relativa, ocurriendo lo contrario a temperaturas de 35°C a 38°C cuando el insecto trata de escapar de la luz (24).

Según RUDINSKY y VITE (59), la temperatura tiene poca influencia directa sobre el comportamiento del Dendroctonus pseudotsugae Hopk. Sin embargo, la actividad de vuelo sólo se inicia a partir de los 18°C a 20°C y los insectos vuelan regularmente a los 22°C.

En estudios realizados sobre la actividad de vuelo de este mismo insecto (Dendroctonus pseudotsugae) en condiciones de laboratorio con luz solar, ATKINS, citado por McMULLEN y ATKINS (46), encontró que el insecto volaba entre los 17°C y 32°C. El óptimo de temperatura para el vuelo del Dendroctonus brevicornis Lec. parece estar entre 20°C y 29.4°C y no mantiene vuelo a 10°C o a 35°C (48).

Bajo condiciones de laboratorio, la duración inicial del vuelo y la velocidad del Dendroctonus pseudotsugae aumentan con la temperatura y la humedad relativa; además, este insecto se encuentra afectado por una serie de factores complejos que influyen en su actividad, como la fatiga, que tiene un efecto directo en el mecanismo de la capacidad de vuelo (3).

La forma de vuelo de los "gorgojos" de la corteza del Pinus ponderosa en condiciones de campo, varía de acuerdo a las especies. La temperatura y luz parecen ser los factores limitantes del vuelo (19).

La orientación de otro Scolytidae, el Trypodendron lineatum Oliv.

en vuelo, se efectuaba contra el viento cuando la temperatura máxima en la sombra era de 16.3°C (9).

Después de tres años de colectas diarias del Scolytus unispinosus Lec. usando trampas de luz, McMULLEN (45) concluye que raramente se colectaban estos insectos a temperaturas bajas de 20°C a 21°C. Asimismo encuentra correlación entre el mayor número de vuelos del Dendroctonus pseudotsugae Hopk. particularmente con la temperatura, y concluye dando máximas de temperaturas del aire para el vuelo entre las que aprecian entre 18°C y 21°C (46).

Los rayos solares directos y temperatura adecuada en el aire, inducen el vuelo de los insectos Scolytidae, existiendo gran diferencia entre las temperaturas de vuelo de las especies (57).

Existen también criterios en cuanto a la importancia que debe darse a estudios similares de Scolytidae, asociados a otras plantas de importancia, tal es el caso específico del Xyleborus ferrugineus, especie altamente distribuída en las áreas cacaoteras.

SAUNDERS (60) realizó estudios sobre el Xyleborus ferrugineus e informa que la emergencia de los insectos de troncos atacados ocurre al atardecer y comienzos de la noche. Recomienda, además, efectuar estudios en cuanto a los efectos de los factores del medio ambiente sobre los insectos en aprecio. Posteriormente KNOKE y SAUNDERS (39), confirman la necesidad inmediata de investigaciones del medio ambiente sobre este mismo insecto.

## EXPERIMENTOS DE CAMPO

### A. MATERIALES Y METODOS

#### 1. Algunos aspectos climáticos del área experimental

Los estudios fueron realizados en áreas del Centro de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en Turrialba y La Lola ambos en Costa Rica. De Turrialba, cuyas coordenadas geográficas son 9° 53' N y 83° 38' W con una elevación de 602 m., BUDOWSKI y SCHREUDER (7) informan que el clima es moderadamente cálido y muy húmedo con un promedio anual de 22.5°C de temperatura y 2.547 mm. de precipitación. Le corresponde la formación ecológica de "Bosque subtropical muy húmedo" cerca del "Bosque tropical húmedo" de acuerdo con HOLDRIDGE (31).

La Finca La Lola está situada en el litoral atlántico de Costa Rica, cuyas coordenadas geográficas son 10° 06' N y 83° 25' W, con una elevación de 39 m. Está situada aproximadamente a 20 Km. de la costa del Mar Caribe, tiene un clima caliente húmedo con un promedio anual de 25.3°C de temperatura y 3.142 mm. de precipitación. Su formación ecológica es "Bosque tropical húmedo" (17).

#### 2. Preparación de material usado en el campo

Los materiales usados en el campo fueron: barreras construídas con láminas de metal galvanizado, adhesivo, atrayentes de ramas-trampa, trampa de luz negra con acumuladores, transformadores de corriente, lámparas de luz negra, y otros accesorios.

Las láminas de metal tenían seis pulgadas de ancho (15 cm.) y tres pies de largo (91 cm.), iban colocadas en soportes de madera, para



que así pudieran ser situadas en posición vertical sobre la superficie del suelo. El lado de la lámina que recibiría el adhesivo, tenía seis divisiones hechas por líneas. El borde más bajo de la sexta división quedaba casi al nivel de la superficie del suelo.

Se usaron láminas cubiertas con adhesivo en virtud de que en estudios realizados sobre la población del Xyleborus spp., KNOKE y SAUNDERS (39) señalan esta técnica y no existe otra referencia en la literatura que mencione esta técnica utilizada en estudios sobre dichos insectos.

El adhesivo comercial empleado fue el "Tree Tangle Foot" (de la Tangle Foot Co. - Grand Rapids, Michigan), con el cual se cubría una de las superficies de las láminas de metal, de tal modo que quedase una capa fina (1-2 mm.) y uniforme de este material lo suficiente para retener pequeños insectos que llegasen.

Secciones de ramas de cacao del clon UF 667, libres de infección aparente o ataque de insectos fueron usadas como atrayentes, las que se llamaron "rama-trampa". Se usó el Theobroma cacao por ser hospedero de Xyleborus ferrugineus. Cada rama tenía de 50 a 60 cm. de largo por 4 ó 5 cm. de sección. Para que estas secciones de ramas fuesen usadas como atrayentes, se cortaban removiéndoles toda la materia orgánica que las cubría, con una escoba de mano, seguidamente se sometían las ramas a un "baño" de aceite Diesel común, sumergiéndolas de manera que lo recibieran uniformemente. Después de 24 horas de iniciado el tratamiento, teníamos el material listo para ser instalado en el campo. Esta técnica fue sugerida en comunicación personal por J. Knoke.

La instalación de las ramas en el campo fue hecha usando dos clavos que fueron colocados previamente a través de los soportes de madera de las láminas de tal manera que se podía sostener la rama cerca de 6 cm. al frente de la superficie del adhesivo.

El acumulador de energía eléctrica que se usó en el campo fue una batería común de 6 voltios. Para que la lámpara fluorescente de luz negra de 15 voltios fuese usada, fue necesario proveerse de un transformador de corriente alterna (Terado Modelo 50221). Aunque la lámpara fluorescente de luz negra que se usó irradiaba una pequeña cantidad de luz visible, su producción espectral principal está fuera de la escala visual humana, cerca de las longitudes de ondas ultravioletas alrededor de 3.600 Angstroms (66).

Para la instalación de las trampas de luz, similar a las descritas por CHAPMAN (11), se hizo necesario la construcción adicional de soportes de madera para el aparato de colección así como también las cajas que servirían de abrigo al acumulador y transformador para protegerlos de las inclemencias del ambiente. El aparato de colección era compuesto de bandejas para las colectas de insectos hechas de láminas de metal, y un marco de madera para la "barrera de vidrio".

La conveniencia de usar lámparas fluorescentes de "luz negra" para estudiar el período de vuelo de este insecto está respaldada por FROST (18) quien estudió por primera vez la "respuesta" de los Scolytidae a la "luz negra". Posteriormente, SMITH, TAYLOR y APPLE (65), SMITH, ZARNSTORFF y MEDLER (66), OATMAN y BROOKS (52) y SMITH (64) recomiendan su uso para estudios de esta naturaleza.

### 3. Procedimiento experimental

Los estudios fueron realizados en cuatro áreas de las cuales tres pertenecían a plantaciones de cacao y la cuarta a una área de pasto. De las tres áreas de cacao dos eran plantaciones de árboles con más de 10 años de edad (Turrialba N<sup>o</sup> 1 y Pejivalle) provenientes de diferentes

clones, y la tercera área usada era una plantación "joven" proveniente de semillas híbridas diferentes de aproximadamente 5 años de edad y ya en producción.

Para mejor entendimiento de los diferentes estudios realizados, resulta conveniente hacer la discusión individual de cada uno:

- a) Experimento Nº 1: Uso de ramas-trampa para determinar la población del Xyleborus ferrugineus.

Este experimento se efectuó para estudiar la fluctuación de la población del insecto en cuatro áreas diferentes, para lo cual se usaron 16 láminas de metal cubiertas de adhesivo, y como atrayentes, 16 secciones de ramas de cacao (clon UF 667) tratadas con aceite Diesel el mismo día.

En cada área previamente escogida se situaron cuatro láminas con sus respectivos atrayentes orientados de acuerdo a los cuatro puntos cardinales, quedando al final distribuidos en aproximadamente una hectárea. En las áreas que correspondían a plantaciones de cacao, se tuvo el cuidado de colocarlas de tal manera que existiese uniformidad en la distribución de plantas con referencia a las láminas.

Transcurridos 13 días de exposición, se cambiaron las ramas-trampa usadas como atrayentes por otras que fueron previamente preparadas el mismo día, permaneciendo expuestas hasta el final de este experimento.

Durante 26 días consecutivos se hicieron colectas de los insectos, por las mañanas, tomándose datos del número total de Scolytidae y Platypodidae, removiéndolos de las láminas y anotando su posición respectiva dentro de la superficie previamente dividida. Estos insectos se preservaron en el laboratorio para su posterior identificación. Simultáneamente se tomaron también los datos del ataque diario de los insectos.

Para establecer diferencias en dichos ataques se colocaban alfileres de diferentes colores junto a los huecos representando los diferentes días.

- b) Experimento Nº 2: Uso de ramas-trampa de diferente duración de exposición en el comportamiento de vuelo del Xyleborus ferrugineus.

La técnica del uso de láminas con atrayentes tuvo por finalidad hacer la evaluación del ataque y de la preferencia del insecto a la atracción de cada sección de rama de diferente duración después del tratamiento con aceite Diesel y exposición al campo.

Para este experimento se usaron 10 láminas de metal y atrayentes (secciones de ramas de cacao del clon UF 667), las que se expusieron desde 1 hasta 10 días después del tratamiento con aceite Diesel. Para conseguir estos atrayentes fue necesario preparar anticipadamente las secciones de rama de tal manera que en la fecha en que el primer atrayente cumpliera 10 días de expuesto, el último preparado tuviera apenas 1 día. Este experimento tendría 10 días de duración, y siendo el interés mantener 10 edades diferentes durante todo el estudio, se continuaron preparando los atrayentes de tal manera que durante todo el tiempo en que se hacían las observaciones teníamos constantemente atrayentes de 10 edades diferentes. Esto se conseguía eliminando siempre la rama de más de 10 días de exposición y sustituyéndola por otra de apenas un día, continuándose así hasta el final del estudio. Esta distribución no obedecía a ningún orden.

La localización de este experimento fue en una de las áreas descritas anteriormente (Turrialba Nº 1), lugar donde se tuvo el cuidado de hacer la distribución de las láminas de acuerdo a las direcciones

de los puntos cardinales, distribuyéndolas y situándolas al azar en aproximadamente una hectárea.

Durante el tiempo que duró este estudio se tomaban diariamente, por las mañanas, los datos referentes al número de ataques en los atrayentes de cada edad.

Los insectos recogidos se preservaban en el laboratorio para su identificación posterior.

- c) Experimento N<sup>o</sup> 3: Estudios de la población "gorgojos ambrosia" mediante el uso de la "luz negra".

Tales estudios fueron llevados a cabo durante parte de los meses de diciembre de 1964 y enero de 1965. Para la instalación de la lámpara de la "luz negra" se utilizaron los materiales descritos anteriormente, usando también otros accesorios, como la bandeja de lámina de zinc, que recibiría el agua con el detergente para la colecta de los insectos. El marco de madera con el vidrio fue puesto frente a la "luz negra", como una barrera al vuelo de los insectos. Todo el conjunto se localizó en el área de cacao (Turrialba N<sup>o</sup> 1) quedando situado más o menos en la parte central de la plantación. La lámpara de "luz negra" fue puesta en funcionamiento en forma ininterrumpida durante 38 días que duró este estudio, funcionando diariamente de 5:30 PM a 7:30 PM. Se escogió este horario porque el Xyleborus ferrugineus normalmente emerge de las galerías de su hospedero cerca de la hora de la puesta del sol (69).

Todos los insectos "ambrosia" que se colectaron fueron preservados en el laboratorio para su posterior identificación.

La humedad y la temperatura fueron registradas en el área experimental con un higrotermógrafo.

## B. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

### 1. Uso de ramas-trampa para determinar la población del *Xyleborus ferrugineus*

Los resultados diarios de las colectas hechas con las "barreras" de las cuatro áreas experimentales se presentan en el Cuadro N<sup>o</sup> 1 juntamente con los datos correspondientes a temperaturas y lluvia; éstos muestran diferencias en la población de insectos Scolytidae, en esas áreas de estudio. En el pasto, la densidad de la población fue mínima durante todo el experimento. En cambio, en las plantaciones de cacao, la densidad del insecto se mantuvo alta en dos áreas, Turrialba N<sup>o</sup> 1 y Turrialba N<sup>o</sup> 2, y baja en Pejivalle. Esto puede observarse comparándose los porcentajes de densidad de la población de cada área.

El número de ataques diarios a las ramas por área experimental fue siempre bajo en comparación a la colección hecha en el adhesivo. Pero la intensidad del ataque a la rama fue directamente relacionada y de manera estrecha a la fluctuación de esta población de insectos. El ataque inicial al material usado como atrayente fue observado al quinto día después de haber sido expuesto, teniendo máximo número de ataques al octavo, y continuando en menor grado hasta el décimo día.

Esto se muestra en forma evidente en el Gráfico N<sup>o</sup> 1, construido con base en el porcentaje promedio del total de ataques por día, a los atrayentes expuestos en las cuatro áreas.

Se averiguó mediante el análisis de variancia, la significación estadística entre las posiciones de los insectos sobre las "barreras" con los datos de la población colectada. Se vio que entre las posiciones no hubo diferencia significativa.

POBLACION DEL Xyleborus ferrugineus EN LAS CUATRO AREAS EXPERIMENTALES

Días después de expuestos	Experimento I						Experimento II						Total Exp. I - II	
	Sitios						Sitios							
	Tlba. No 1	Tlba. No 5	Peji- valle	Ganadería	Total	Preci- pita- ción mm.	Tlba. No 1	Tlba. No 5	Peji- valle	Ganadería	Total	Preci- pita- ción mm.		
10	12	3	3	0	18	21.4	22	7	3	1	33	20.5	0	51
11	7	3	3	1	14	20.0	17	7	1	0	25	19.8	20.9	39
12	29	5	6	1	41	21.1	8	1	0	0	9	23.7	11.6	50
13	29	15	4	1	49	20.0	9	1	2	2	14	21.9	5.5	63
14	11	4	2	0	17	20.0	27	6	11	1	45	21.9	0	62
15	19	18	6	1	44	21.0	11	5	13	0	29	21.3	0	73
16	12	7	7	0	26	20.5	15	4	11	0	30	21.7	2.1	56
17	7	1	2	0	10	20.0	3	0	0	0	3	19.7	2.1	13
18	18	11	1	0	30	20.7	18	15	3	0	36	20.0	4.1	66
19	3	6	1	0	10	20.5	13	8	2	0	23	21.5	0	33
20	14	4	0	0	18	19.5	21	19	4	0	44	21.3	16.0	62
21	7	4	2	0	13	19.0	5	2	6	0	13	19.2	37.8	26
22	5	3	0	0	88	20.0	9	11	1	1	22	20.0	21.7	32
Totales	173	84	37	4	178		86	57	5					
% del Total	57.6	28	12.3	2	54.5		26.4	17.5	1.5					

Los totales de colectas diarias fueron hechos en las mismas áreas de láminas.  
 Experimento I: del 10 de octubre al 22 de octubre de 1964.  
 Experimento II: del 23 de octubre al 4 de noviembre de 1964.

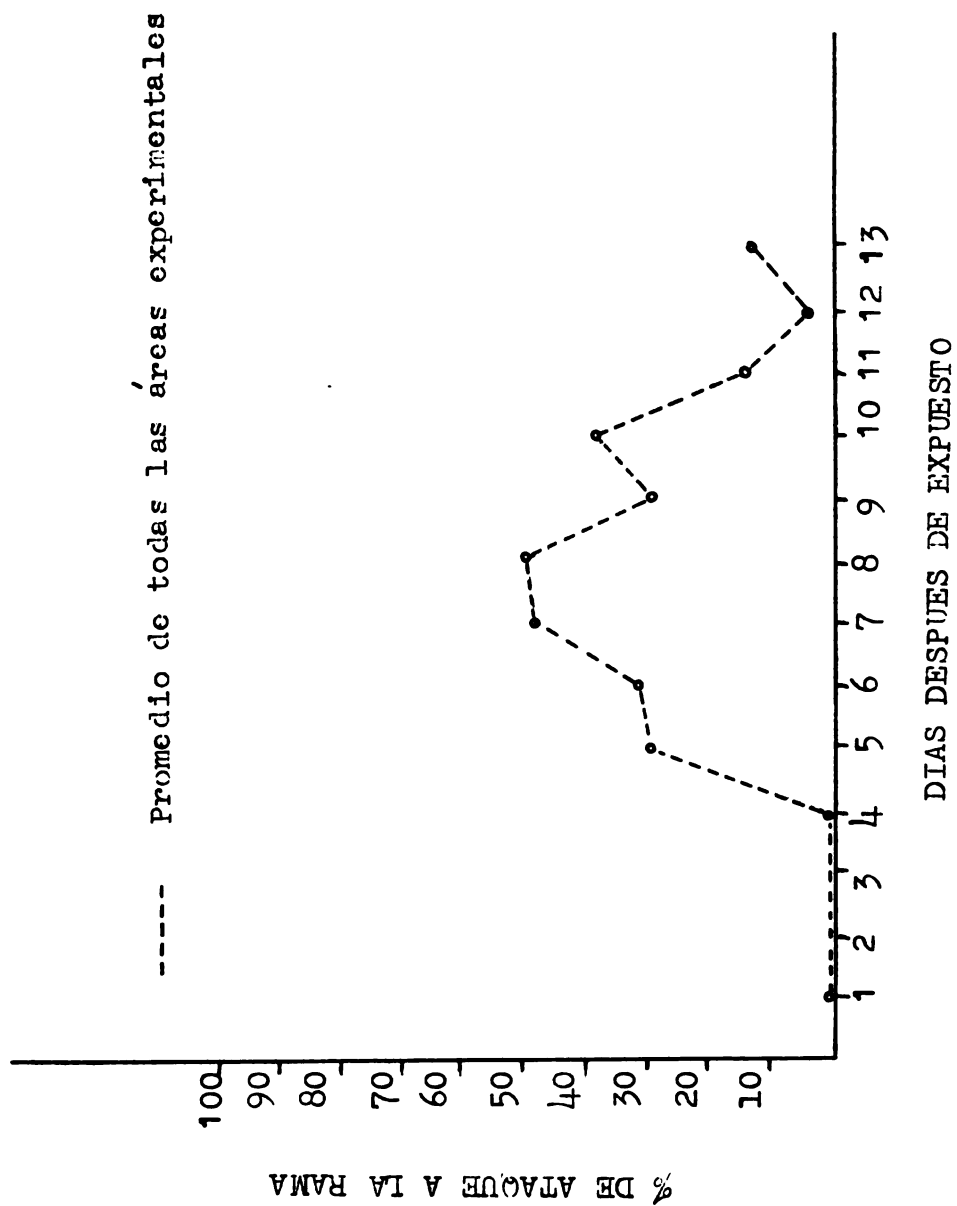


GRAFICO 1. Tendencia del ataque a las ramas-trampa de cacao registrada durante varios dias de exposición



Los datos del Cuadro N<sup>o</sup> 1 indican que la población de insectos colectados en las láminas está relacionada con los factores de temperatura y precipitación. Las colectas más densas se efectuaron en los días en que la temperatura era mayor a 20°C, con ausencia o muy poca precipitación. Por otra parte, las colectas eran mínimas en los días en que la precipitación era persistente, posiblemente debido a su efecto directo sobre la temperatura, que no se mantenía adecuada para el vuelo de los insectos. En algunos casos, aún existiendo condiciones propicias para el comportamiento de vuelo, temperatura adecuada y ausencia de precipitación, no se observaban tales reacciones, posiblemente ello se debió a la influencia de otros factores del ambiente, en el comportamiento del insecto (GARA y VITE, 22).

El Cuadro N<sup>o</sup> 1, da el número de insectos obtenidos durante el estudio en cada área. Las poblaciones de las áreas de cacao se mantienen con alta densidad en comparación a la poca cantidad del área de pasto. Se puede explicar esta diferencia por la localización del área de pasto fuera de plantas hospederas, puesto que no estaba cerca o adyacente a las mismas. La ausencia de colecciones en el pasto, y la presencia de gran número de insectos en las "barreras" de las áreas de cacao, muestran que esta técnica tiene valor en la estimación de poblaciones de Scolytidae.

El ataque a la superficie de las ramas usadas como atrayentes, varió entre las áreas de plantaciones de cacao y pasto (Cuadro N<sup>o</sup> 2). Se admite que cuando los números de ataques aumentaban, lo hacían siguiendo el aumento de la población de insectos en vuelo, y se puede pensar en este caso, que el material que se estaba usando actuaba como un buen atrayente. Aparentemente hay un desarrollo de atrayentes en

CUADRO N° 2

NUMERO DE ATAQUES A LAS RAMAS-TRAMPA POR Xyleborus spp. SEGUN DIAS DE EXPOSICION

Días des- pués de expuestos	Experi- mento I*			Experi- mento II**			Experi- mento I y II
	Sitios			Sitios			
	Tlba. N° 1	Tlba. N° 5	Gana- dería valle	Tlba. N° 1	Tlba. N° 5	Gana- dería valle	
1	1	0	0	0	0	1	2
2	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	1
4	1	0	5	1	0	0	7
5	3	5	1	0	0	0	10
6	7	4	0	3	2	8	25
7	13	1	0	5	6	5	33
8	0	0	0	8	1	3	12
9	3	5	1	0	0	0	10
10	4	0	0	0	7	1	12
11	2	0	0	1	3	2	8
12	0	1	0	0	0	0	1
13	2	0	0	0	1	0	3
Total	37	16	7	18	20	20	4
% del Total	59.6	25.8	11.2	29.0	32.0	34.4	6.4

\* Octubre 10-22, 1964.

\*\* Noviembre 23-diciembre 4, 1964.

las ramas al llegar la concentración a lo más alto, entre los 6 y 8 días después de la aplicación del aceite Diesel. Después de varios días de exposición bajo las mismas condiciones de población decreció el ataque a la rama usada, debido a la pérdida de atracción.

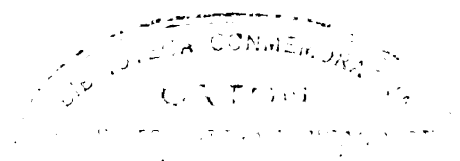
SAUNDERS (60) sugiere que el ataque de los Scolytidae depende de la corteza de las ramas, y que la deteriorización de la corteza por acción del aceite Diesel es más rápida que otra no tratada. Lanza así la hipótesis del "factor árbol". Este mismo comportamiento ha sido observado también en otros Scolytidae (CHAPMAN, 9).

Las ramas que se encontraban localizadas en Turrialba N° 1, Turrialba N° 5, Pejivalle y Pasto, recibieron los promedios de ataques en porcentajes 44.4%, 29%, 21.7% y 4.8%, del número total de insectos en las áreas respectivas (Cuadro N° 2). Esta proporción de ataques a los troncos, corresponde a la distribución de la población de insectos colectados durante la época de este estudio en dichas áreas.

Refiriéndonos a las "barreras" usadas en este estudio se encontró que toda la superficie cubierta de adhesivo se comportó aparentemente de igual manera ante la población de insectos. Sin embargo, se ve claramente que las colectas en la posición más baja es inferior que las otras.

## 2. Uso de ramas-trampa de diferente duración de exposición en el comportamiento de vuelo del *Xyleborus ferrugineus*

Siguiéndose la técnica aplicada en el anterior experimento se hicieron las colectas diarias, cuyos resultados se presentan en el Cuadro N° 3, donde pueden apreciarse igualmente los datos de temperatura y lluvia que corresponden a cada día.



CUADRO Nº 3

POBLACION DE INSECTOS EN LO BARRERAS CUBIERTAS CON ADHESIVO Y ATAQUE A LAS  
RAMAS-TRAMPA TRATADAS CON ACEITE DIESEL, DESPUES DE VARIOS DIAS DE EXPOSICION

Diciem- bre	Tempe- ratura a las 6:00 PM SC	Precipi- tación 5:30 PM 6:30 PM mm.	Días después del tratamiento										Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
13	22.5	0	1	5	3	4	2	2	10	4	0	5	36
14	20.5	0.2	4	6	7	6	10	0	4	7	4	0	48
15	20.5	1.0	1	7	5	4	5	3	1	1	1	0	28
16	19.9	0	0	0	3	1	1	0	0	0	1	2	8
17	21.0	0	4	1	0	7	3	1	4	2	1	1	24
18	21.0	0	0	1	0	1	1	0	2	1	4	0	10
19	22.5	0	0	3	11	0	0	8	4	2	3	4	35
20	22.0	0	0	0	6	0	9	0	1	19	4	0	50
21	20.0	0	1	0	1	0	2	1	1	2	1	1	10
22	20.0	0	3	4	0	1	1	0	1	1	0	0	11
<b>Totales</b>			14	27	36	33	25	16	46	24	15	24	
<b>Total ataque a ramas</b>			0	4	2	4	8	0	1	0	2	1	

La intensidad de respuesta a los troncos puede observarse en el Gráfico Nº 2, construido eliminándose los datos correspondientes a los días 16, 18 y 21 de diciembre, cuando la población era menor de 10 insectos por día. Observándose el progreso de la curva, se puede notar que los insectos respondieron desde el primer día a la rama expuesta como atrayente creciendo en número hasta el tercero, para luego disminuir hasta el sexto y tener en el séptimo día la máxima influencia. Posteriormente, la curva de la población de insectos decrece en forma brusca.

El ataque a las ramas usadas como atrayentes se verificó el segundo día de exposición, teniendo en el quinto el número máximo de ataques para luego decrecer en el sexto, y no tener mayor ataque (Gráfico Nº 2).

Se considera que los resultados de este experimento no son lo suficientemente adecuados como para generalizarlos, debido al número reducido de observaciones y a la fluctuación de las condiciones del ambiente.

Se observa en los resultados de este experimento, que desde el primer día, los insectos volaban atraídos por las ramas expuestas (Gráfico Nº 2).

La disminución de la población después del tercer día de exposición de las ramas, hasta el sexto, se atribuye a la influencia de diferentes factores que afectaron este estudio, como fue la población baja, o los factores del medio ambiente como muestra el experimento preliminar.

Aparentemente el insecto puede volar con temperaturas mayores de 20°C y en ausencia o con poca lluvia. El séptimo día de exposición de las ramas, se observa una mayor población sobre las "barreras", lo que

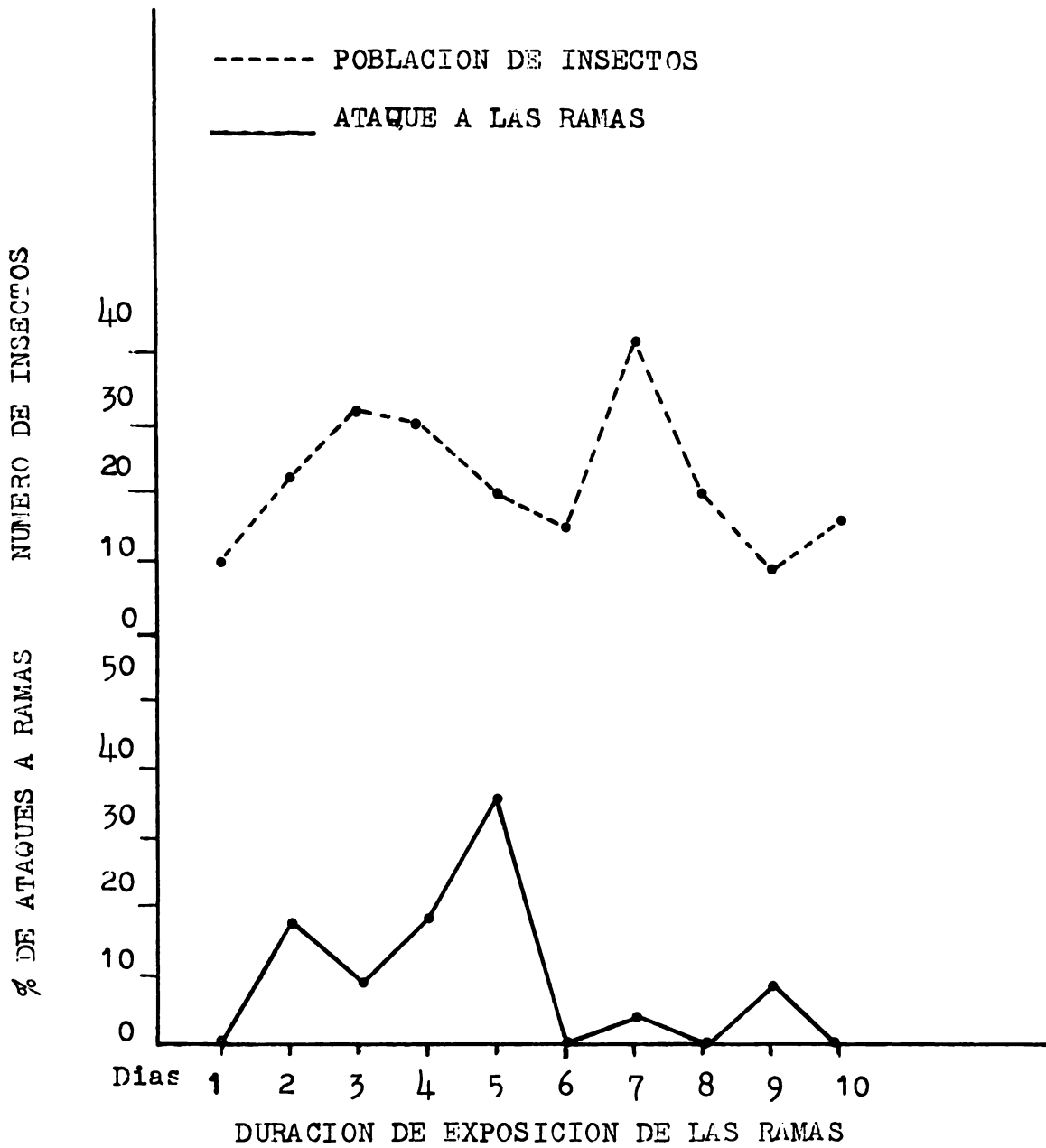


GRAFICO 2. Población de insectos y porcentaje de ataques a las ramas-trampa de cacao segun la duración de la exposición

se puede considerar se debió a las condiciones del ambiente que eran adecuadas para el vuelo de estos insectos y que las ramas expuestas todavía se mantenían atractivas. Estos insectos prefieren ramas tratadas con aceite Diesel en preferencia de ramas sin Diesel durante sus primeros 14 días de exposición (SAUNDERS, 60).

Con posterioridad al séptimo día de exposición de las ramas, se observa que la población decrece bruscamente sobre las "barreras", siendo difícil interpretar todos los motivos a que se debieron estas disminuciones, por los pocos datos de que se dispone en el experimento.

El hecho de que las 10 ramas con duraciones de diferentes días de exposición fuesen expuestas al ataque de los Xyleborus spp. durante diez días, compensaría por la variación en cuanto a la cantidad total de insectos en el campo, debido a los cambios ambientales. Sin embargo, la observación de las colectas de 11 y 19 insectos (Cuadro Nº 3), sobre ciertas "barreras" en determinados días, indica que este experimento necesita repetirse en una área de población más uniforme y mayor.

El ataque a las ramas de dos días de exposición, puede admitirse que se debe a la atracción de algún "olor", desprendido de la corteza que comenzaba a descomponerse.

Posteriormente, en el quinto día de exposición ocurre el mayor número de ataques, para después decrecer hasta el final del estudio, posiblemente porque la "atracción" proveniente de las ramas estaba disminuyendo conforme pasaban los días de exposición de las mismas. Los resultados de este estudio podrían ser apoyados por la "teoría" de PERSON, citado por RUDINSKY (57), en estudios realizados sobre otros Scolytidae, según la cual los olores que resultan de la fermentación de la corteza del Pinus ponderosa pueden atraer al Dendroctonus brevicornis a iniciar el ataque y después de pocas invasiones tal hecho

da lugar a una gran atracción secundaria, que resulta de la fermentación del tronco provocada por las levaduras introducidas por dichos insectos.

### 3. Estudios de la población de "gorgojos ambrosia" mediante el uso de trampas de "luz negra"

Los resultados de este estudio se presentan en el Cuadro Nº 4, donde pueden observarse las colectas efectuadas en la trampa de "luz negra", con relación a la temperatura y la lluvia correspondientes. Del total de "gorgojos ambrosia" colectados, se encontró que el 29% corresponde al Xyleborus ferrugineus, el 4.7% a los insectos Platypodidae, y el 65.6% a otras especies de Scolytidae. Los números expresados en porcentajes, representan la actividad de vuelo del total de dichos insectos, relacionados a las condiciones del medio ambiente.

En el Gráfico Nº 3, se puede observar que los datos obtenidos en las colectas a temperaturas entre 21°C y 22°C (a las 6:00 PM) y más, se muestran mayores en comparación con las bajas temperaturas menores. A menos de 21°C no se observan vuelos o acaso muy pocos.

Con respecto a la lluvia (Gráfico Nº 4), existe una tendencia inversa al factor temperatura, es decir, en presencia de lluvia considerable la población de insectos es baja; y en ausencia de la misma, la población aumenta. Igualmente se observa que las temperaturas se mantienen generalmente bajas durante los períodos de lluvias considerables.

Los resultados de un estudio preliminar "comparativo" realizado en la Finca La Lola (Cuadro Nº 5), durante varios días, muestra que bajo condiciones más o menos uniformes de temperatura, con poca o sin



CUADRO N<sup>o</sup> 4

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD DE VUELO DE LA POBLACION DE INSECTOS  
AMBROSIA EN UNA PLANTACION DE CACAO EN TURRIALBA

Fecha	Temp. °C 6 PM	Precip. mm. 5:30 PM 6:30 PM	Insectos Ambrosia			Total
			<u>Xyleborus ferrugineus</u>	<u>Xyleborus spp.</u>	Platypodidae	
Dic. 12	22.0	0	38	44	4	86
13	22.5	0.6	28	36	12	76
14	20.5	3.6	0	4	0	4
15	20.5	0	1	15	2	18
16	19.5	0	1	1	0	2
17	21.0	0	1	6	4	11
18	21.0	0	5	6	0	11
19	22.5	0	18	71	0	89
20	22.0	0.1	24	123	2	149
21	20.0	0	0	1	0	1
22	20.0	0	2	7	0	9
23	20.0	0	0	0	0	0
24	21.0	0	3	10	1	14
25	22.0	0	65	64	3	132
26	22.0	0	10	16	0	26
27	22.0	0	9	34	1	44
28	22.0	0	21	45	4	70
29	21.0	0	13	35	3	51
30	21.0	0	22	77	9	108
31	21.0	0	27	68	1	96

CUADRO Nº 4 (Cont.)

Fecha	Temp. °C	Precip. mm.	Insectos Ambrosia			Total
			<u>Xyleborus ferrugineus</u>	<u>Xyleborus spp.</u>	Platypodidae	
Ene. 1	20.0	0	0	3	0	3
2	22.0	0	8	28	0	36
3	21.5	0	6	2	1	9
4	22.0	1.4	11	26	4	41
5	22.5	1.6	5	10	0	15
6	19.5	10.9	2	3	0	5
7	22.0	2.6	0	0	0	0
8	19.5	0	0	0	0	0
9	18.5	0	0	3	0	3
10	21.0	0	17	20	1	38
11	18.5	0	1	3	0	4
12	21.5	0	14	17	3	34
13	21.0	0.8	7	24	2	33
14	20.5	0	1	3	1	5
15	20.5	2.1	3	1	0	4
16	20.5	1.5	2	1	0	3
17	19.5	9.6	0	1	0	1
18	19.0	6.4	0	0	0	0
<b>Total</b>			<b>365</b>	<b>808</b>	<b>58</b>	<b>1.231</b>
<b>% del Total</b>			<b>29.6</b>	<b>65.6</b>	<b>4.7</b>	

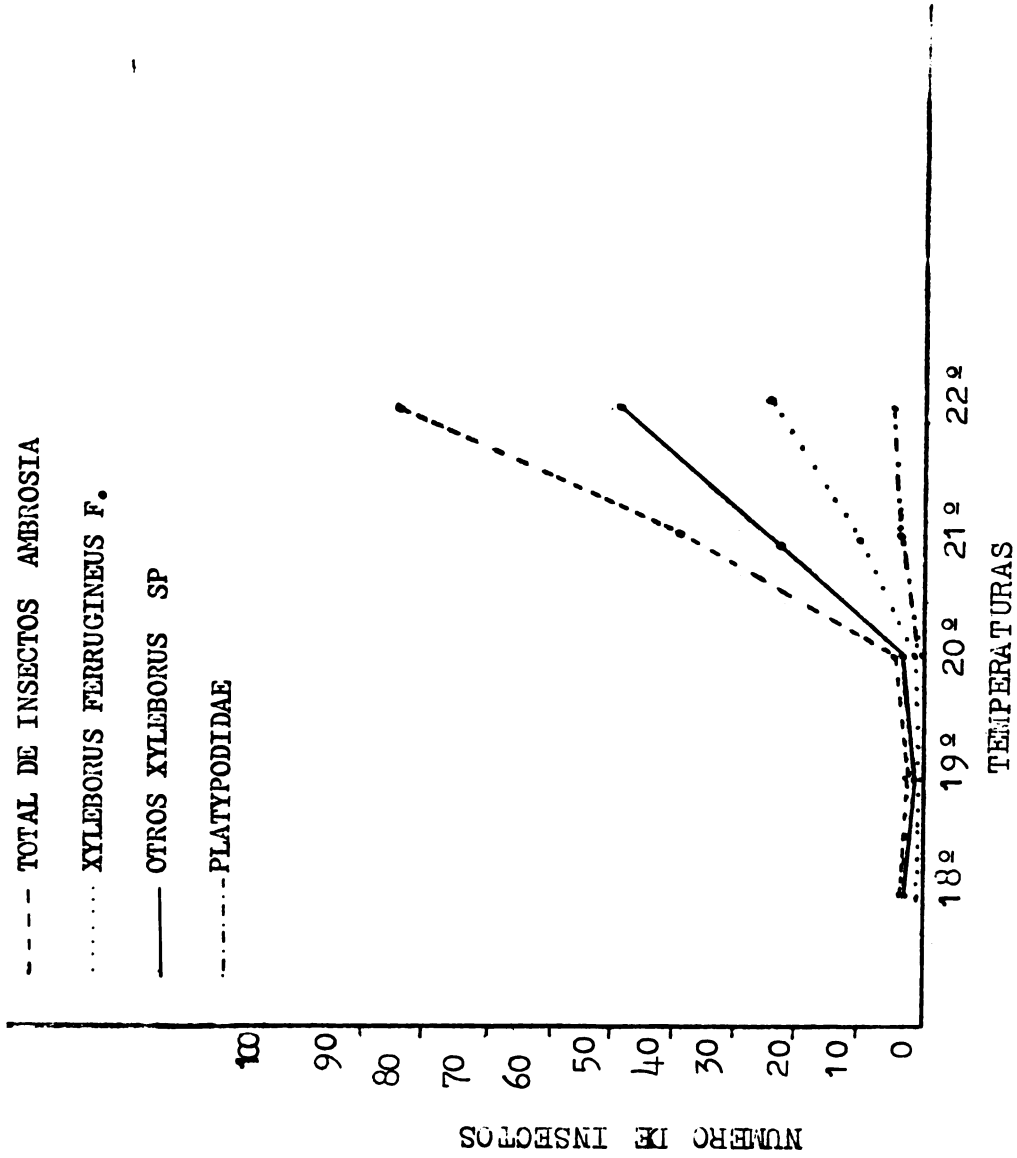


GRAFICO 3. Frecuencia del período de vuelo de la población de insectos ambrosia en relación con la temperatura

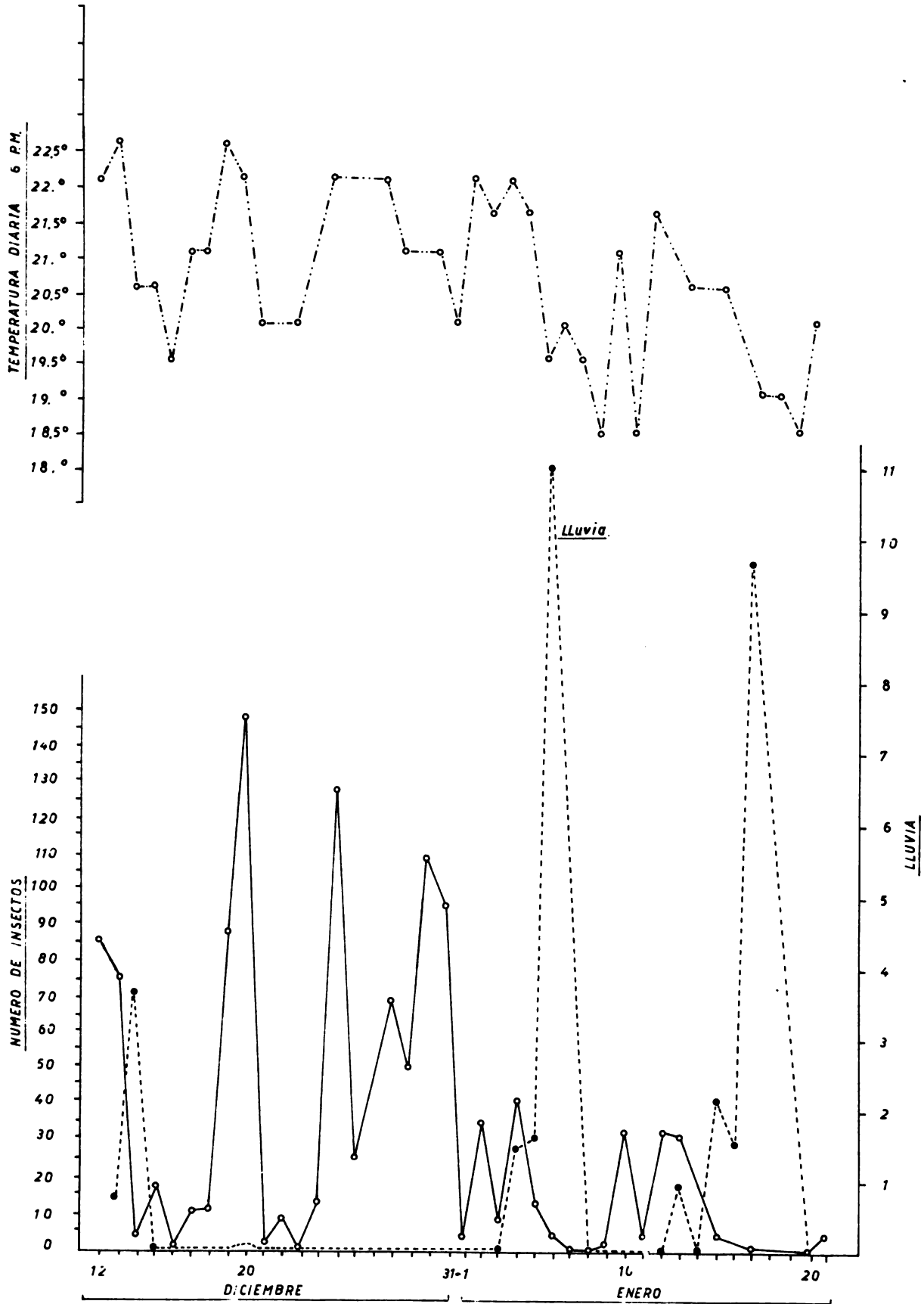


GRAFICO 4 - Frecuencia de la población de insectos ambrosia en relación a temperatura y lluvia colectados mediante luz negra.

CUADRO N° 5

POBLACION DE INSECTOS AMBROSIA EN LA FINCA LA LOLA

Fecha	Temperatura	Precipitación	Area Exp. N° 1			Area Exp. N° 4			Pasto		
			<u>Kyleborus ferrugineus</u>	<u>Kyleborus spp.</u>	Platypodidae	<u>Kyleborus ferrugineus</u>	<u>Kyleborus spp.</u>	Platypodidae	<u>Kyleborus ferrugineus</u>	<u>Kyleborus spp.</u>	Platypodidae
Nov. 11	22.5	8.89	10	1	200	-	-	-	-	-	-
12	23.0	0	59	7	177	41	20	39	4	9	7
13	22.0	0.3	47	20	631	24	9	12	5	14	15
14	20.0	0.8	33	9	187	22	4	18	2	8	0
15	22.0	0	19	3	132	2	3	4	2	1	4
16	23.0	0	28	15	375	20	4	4	2	6	2
17	22.0	0	21	14	379	-	-	-	2	19	0
18	22.5	0	15	15	234	-	-	-	2	6	0
19	22.0	0	16	16	121	4	5	6	0	0	1
20	24.0	0	24	17	130	-	-	-	5	23	30
21	24.0	0	38	10	252	-	-	-	1	2	8
22	22.0	0.95	8	3	31	-	-	-	2	2	0
23	23.0	0	57	14	420	-	-	-	8	6	14
24	23.0	0.12	15	2	0	13	0	18	2	3	1
25	23.5	0	2	1	11	0	0	5	3	12	5
26	22.5	0	35	8	204	14	1	19	4	9	4
<b>Total</b>			<b>427</b>	<b>143</b>	<b>3.484</b>	<b>145</b>	<b>46</b>	<b>125</b>	<b>46</b>	<b>120</b>	<b>91</b>
<b>% del Total</b>			<b>10.5</b>	<b>3.5</b>	<b>85.9</b>	<b>45.8</b>	<b>14.5</b>	<b>39.5</b>	<b>17.9</b>	<b>47</b>	<b>35.4</b>

-- No se colectaron insectos.

lluvia durante esta época la población de insectos "ambrosia" colectados en las trampas de "luz negra" en las áreas de cacao fue mayor que en las colectadas en el área de pasto situada a distancia de más o menos 200 m. de las plantas de cacao. Estos datos son insuficientes para afirmarse sobre la tendencia de la población de insectos considerando a los factores citados.

Al comparar las variaciones de las diferentes temperaturas registradas durante este estudio con las poblaciones en vuelo durante las colectas diarias, y al combinar estos resultados y sus frecuentes cambios, se deduce que la temperatura tiene una marcada influencia sobre la actividad de vuelo de este insecto, siendo uno de los posibles factores limitantes de su período de vuelo. En La Lola se reunieron pocos datos para hacer una discusión.

En las observaciones de este estudio, el Xyleborus ferrugineus tuvo su vuelo más activo cuando la temperatura del aire no era inferior a 22°C, y en ausencia de lluvia. Esto concuerda con BROWNE (6), quien encontró resultados similares estudiando el mismo insecto en Ghana.

La lluvia, otro posible factor limitante de la actividad de vuelo de estos insectos, tuvo su efecto directo sobre la población, la cual disminuía cuando era persistente. También la temperatura decrecía con la lluvia y consecuentemente la población era afectada, disminuyendo su actividad porque las condiciones del medio no le eran adecuadas.

Los datos son insuficientes para decir si la lluvia en particular tiene o no influencia importante en el vuelo, porque no existen días de lluvia con temperatura adecuada para esta actividad.

Comparando las poblaciones de insectos colectadas en las áreas de cacao con la del área de pasto, ambas en la Finca La Lola (Cuadro Nº 5), se observa que en las primeras es más o menos constante y más abundante.

Si se considera que las condiciones del medio ambiente, temperatura y lluvia no fueron limitantes para la actividad de vuelo en estas áreas, podemos pensar que la gran diferencia en población se debió al radio de vuelo de los insectos, los cuales se encontraban distantes de la trampa de "luz negra" instalada en el área de pasto.

Relacionando el estudio realizado en Turrialba con el de la Finca La Lola (Cuadro Nº 5 - Exp. Nº 1), y comparando los resultados de las colectas en ambas regiones, se observa que en Turrialba (Gráfico Nº 4), los factores temperatura y lluvia se muestran limitantes para la población. Mientras que en La Lola (Gráfico Nº 5), dichos factores aparentemente no afectaron la actividad de los insectos.

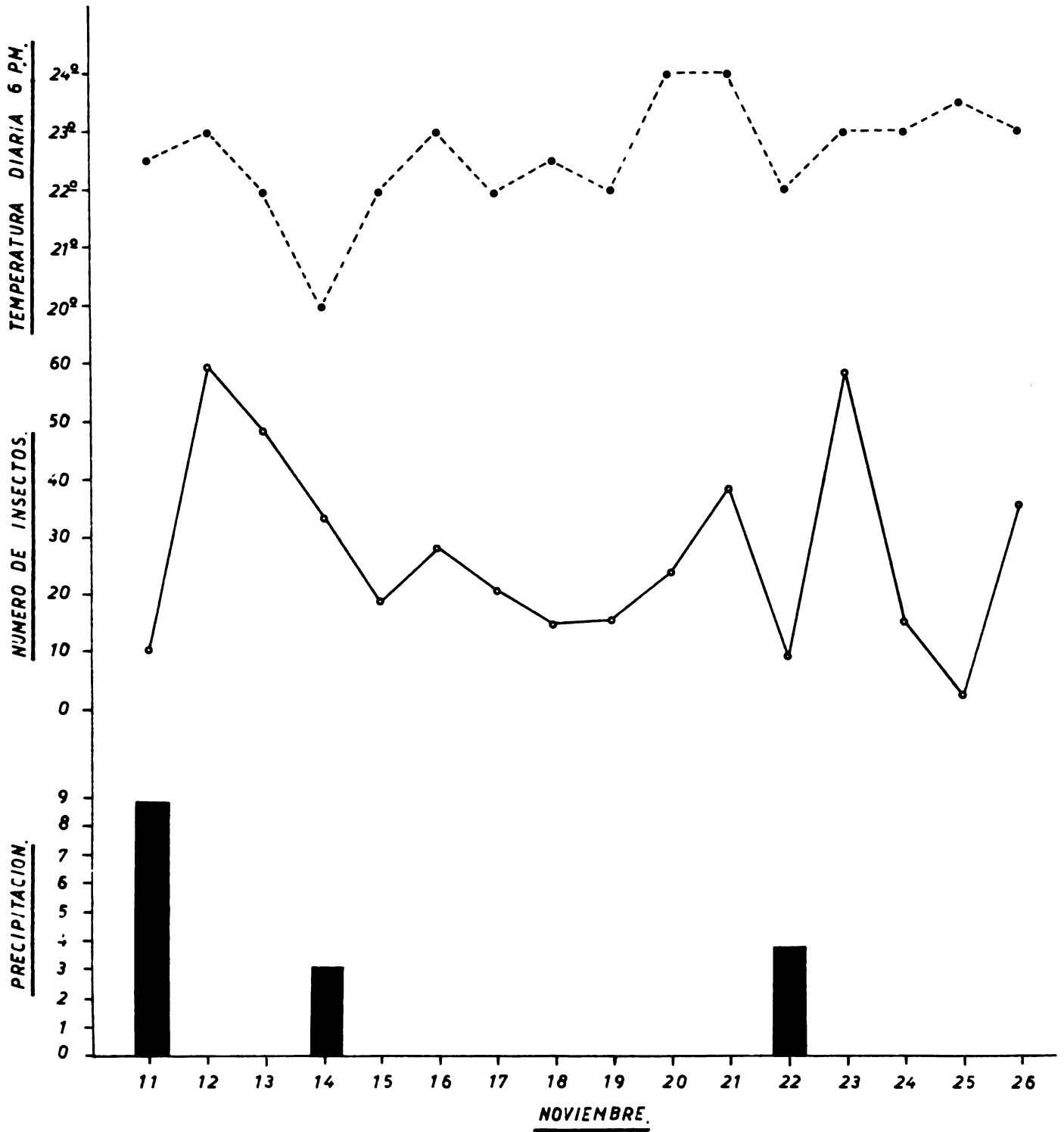


GRAFICO 5 - Frecuencia de los insectos Xyleborus ferrugineus F. colectados en La Lola por la trampa de "luz negra."



## EXPERIMENTO DE LABORATORIO

### A. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL VUELO DEL

#### Xyleborus ferrugineus

##### 1. Materiales y Métodos

Los materiales usados para los trabajos de laboratorio fueron los insectos, insectario, la máquina "baño de agua", higrotermógrafos, termómetros, cedazo plástico, placas de Petri, contadores manuales, yeso, papel de filtro, papel absorbente (papel toalla), agua destilada, pincel y un aspirador.

Los insectos Xyleborus ferrugineus que se usaron en este estudio provenían de los troncos de árboles de cacao infectados por la enfermedad conocida como "mal del machete" o "marchitez de Ceratocystis" que fueron traídos de la vecindad de la Finca La Lola y Boston, Costa Rica.

Los troncos cortados de diferentes tamaños fueron cubiertos por un cedazo plástico Saran de "32 mesh" (32 aberturas cuadradas por pulgada lineal del cedazo plástico), de la Chicopee Mills. Inc. cortado y cosido de tal manera que formaban una jaula en forma de cono, dentro de la cual se encontraba el tronco. Una pequeña abertura se encontraba en la base del "cono", para que se pudiese colocar un recipiente de vidrio de 4 onzas. El vidrio contenía en el fondo un disco de papel absorbente (papel toalla) humedecido con agua destilada, para prevenir el desecamiento de los insectos que saldrían del tronco atacado. En el lado opuesto a esta abertura se colocaba un gancho de metal sobre el tronco que sobresalía por una abertura pequeña del cedazo plástico que lo cubría.

El insectario usado consistía de una área libre con el techo cubierto por láminas de metal, y láminas de plástico, debajo del cual se

tenían los troncos libres de la intemperie, sostenidos en las vigas del techo por los ganchos de metal. Bajo este techo, se registraron las temperaturas y humedad relativa diaria mediante el uso de un higrotermógrafo.

La máquina "baño de agua" que se usó (Modelo MR-3220 Blue M Electric Co. Blue Island, Illinois, U.S.A.) tenía una escala de temperatura de 0°C a 100°C, y puesta en funcionamiento podía ser ajustada mediante el uso del calentador y del enfriador que llevaba, a cualquier temperatura  $\pm$  1°C dentro de la escala mencionada. Se podía, además mantener dicha temperatura escogida en forma constante durante el tiempo que se deseaba usar, registrándose por medio de un termómetro que se colocaba sobre la superficie del agua de la máquina. Este aparato estaba instalado en el laboratorio equipado con aire acondicionado, donde la temperatura se mantenía controlada y constante entre los 25°C, y a 60% - 70% la humedad relativa; ambos datos fueron registrados durante el experimento por un higrotermógrafo.

También se utilizaron en este experimento placas de Petri de 10 cm. de diámetro que habían recibido una fina capa de pasta de "yeso", la que al solidificarse formaba una superficie uniforme sobre la cual podrían los insectos moverse libremente. Estas placas se mantenían secas dentro de la estufa del laboratorio, cuando no se estaban usando en el estudio. Las placas también se usaban con papeles de filtro (N<sup>o</sup> 4 de 90 mm.) humedecidos en agua destilada y colocados en forma superpuesta, en medio de los que se colocaban los insectos, usando para esto un pincel fino común, y el aspirador bucal.

En el laboratorio se realizó la siguiente investigación, planeada con base en los datos obtenidos a través de los estudios anteriores.

Para su ejecución se usó el diseño experimental de bloques al azar con 21 tratamientos y 6 repeticiones. La unidad experimental consistió en 10 insectos de los cuales se tomaron los datos (número de vuelos). Los tratamientos que consistían de diferentes temperaturas, eran comprobados por sus respectivos testigos, que constaban de 10 insectos de la misma especie sometidos a la temperatura controlada entre los 25°C a 26°C.

La técnica usada en este trabajo fue la siguiente:

La colecta de los insectos para este estudio se hacía todos los días por las mañanas en el insectario, removiéndolos de los recipientes de vidrio con el pincel, con el que se les iba acomodando en un gran frasco de "boca ancha" que tenía en el fondo papel toalla humedecido. Posteriormente, en condiciones de laboratorio, se seleccionaban solamente los Xyleborus ferrugineus, a los que se les acondicionaba entre discos de papel de filtro humedecido, dentro de las placas de Petri en número de 10 a 15, en tal forma que se tenían muchos insectos en varias láminas así superpuestas, manteniéndoseles en "reposo" hasta el momento en que eran usados. Estos insectos se utilizaban solamente el día de su colecta.

Puesto el "baño de agua" en funcionamiento, se procedía a ajustar dentro de la escala, la temperatura que se deseaba usar, y cuando dicha temperatura se mantenía constante, se iniciaba el experimento. Para esto, previamente se habían retirado de la estufa las placas de Petri, que contenían una fina capa de yeso en el fondo. Cuando las placas tenían la temperatura del ambiente, se colocaban dentro de ellas 10 Xyleborus ferrugineus.

La placa destinada al tratamiento se colocaba inmediatamente sobre

la superficie del agua de la máquina "baño de agua" que registraba la temperatura que se estaba usando; y la del testigo, se dejaba sobre una lámina de madera que descansaba sobre la máquina a la temperatura controlada del laboratorio. Así permanecían durante 15 minutos ambas placas con insectos para que se uniformasen con sus respectivas temperaturas. Una vez que había pasado el tiempo marcado, se procedía a contar el número de vuelos de los insectos en tratamientos y los testigos durante otros 15 minutos. Para registrar el número total de vuelos se usaban dos contadores manuales (se consideraban vuelos, los saltos acompañados de las "alas desplegadas").

Los insectos que habían sido usados, se eliminaban de manera que solamente se empleaban una vez. Continuando con esta técnica, se procedía nuevamente a ajustar el "baño de agua" a la temperatura superior siguiente, de igual manera a lo descrito anteriormente hasta terminar el estudio. Para disminuir el error experimental, solamente el autor ejecutó estos trabajos.

## 2. Resultados experimentales y discusión

### a) Resultados experimentales

Los resultados del conteo del número de vuelos de los insectos a diferentes temperaturas y sus testigos se presentan en el Gráfico Nº 6.

Se averiguó, mediante el análisis de variancia, la significación estadística entre tratamientos, la que fue detectada a través del vuelo de los insectos. De los dos análisis de variancia que se hicieron, se vio que entre los testigos no hubo diferencia significativa. En cambio entre los tratamientos hubo diferencias altamente significativas.

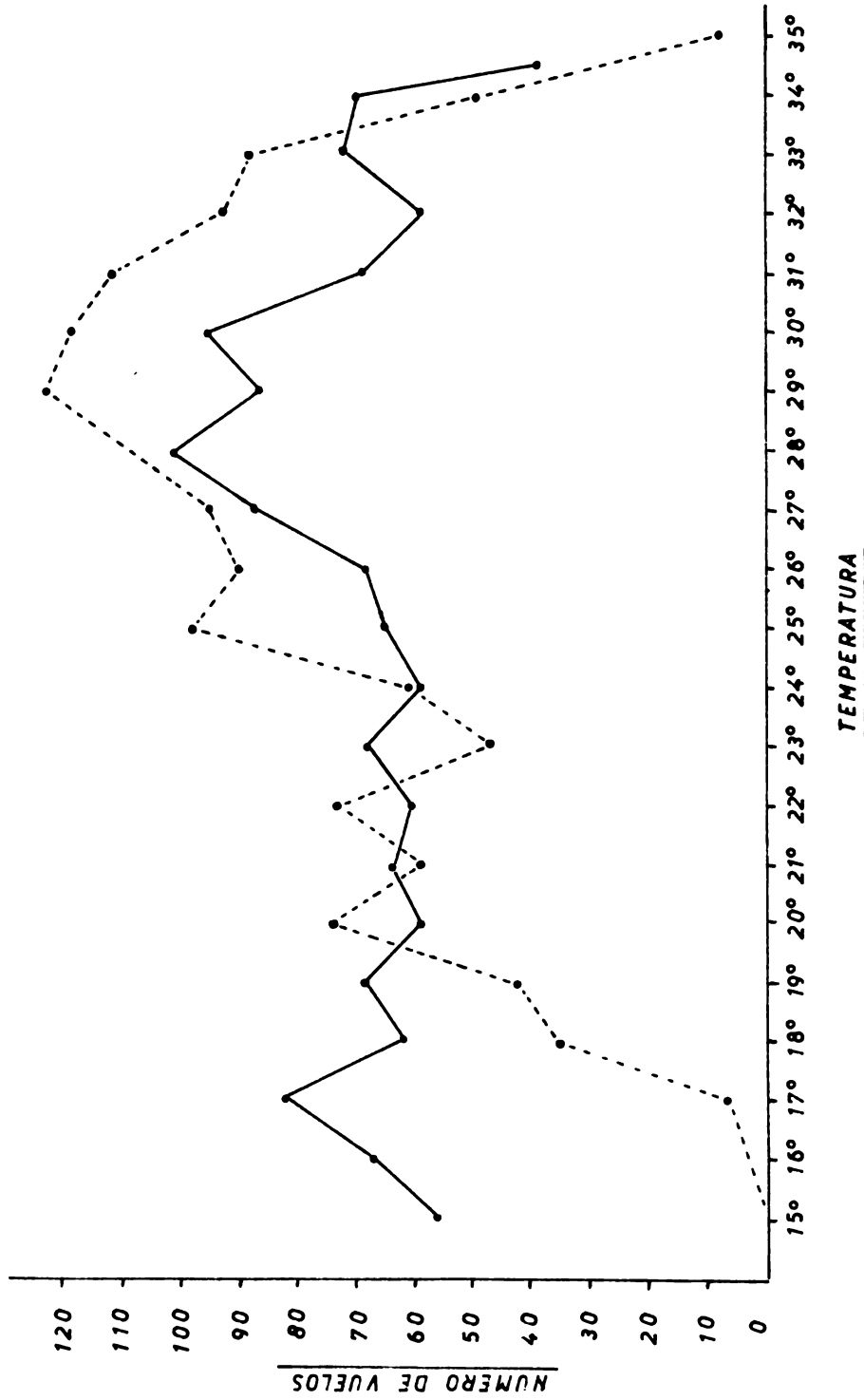


GRAFICO 6 - Número de vuelos del Xyleborus ferrugineus f. según la variación de la temperatura.

Para observar los casos en que habían diferencias significativas, se construyó un intervalo de confianza para la expectación del testigo con cada tratamiento. En el Cuadro Nº 6 están registrados estos intervalos de confianza y los promedios del número de vuelos de los tratamientos.

El número de vuelos es significativamente más bajo a temperaturas menores de 20°C (Gráfico Nº 6); en el campo, 20°C es inadecuado para los vuelos normales.

Entre los 20°C y 28°C el promedio del número de vuelos se encuentra dentro del intervalo de confianza, con la excepción que se observa a los 25°C; partiendo de 29°C, los vuelos son mayores en número hasta los 32°C. De los 33°C a 34°C la actividad nuevamente sigue la tendencia de vuelo de los testigos; finalmente a los 35°C se observan solamente poco número de vuelos.

En el Gráfico Nº 6 se pueden observar los promedios de vuelos de los tratamientos y testigos. Se notan ciertas desviaciones del testigo de la línea recta ideal. Esto puede deberse a la influencia indirecta de la máquina donde se hizo el trabajo. Sin embargo los datos analizados estadísticamente muestran que el testigo se comportó adecuadamente en todos los casos, y que cualquier error que pudo haberse introducido no afectó la validez de las comparaciones.

#### b) Discusión

Las características generales del comportamiento del Xyleborus ferrugineus en este estudio, fueron similares a las observadas en otros Scolytidaeas.

Los resultados citados por los investigadores (3, 29, 30, 57, 59) indican que existe un comportamiento diferente en los mencionados

insectos sometidos a la influencia de diversas temperaturas. ATKINS (3) señala que la falta de vuelo del Dendroctonus pseudotsugae Hopk., bajo el óptimo de la temperatura que necesita, posiblemente sea debido a que las temperaturas bajas le afectan la actividad muscular de tal manera que no produce suficiente movimiento. En estudios sobre este mismo insecto RUDINSKY y VITE (59) explican que el mismo comienza a volar solamente a 20°C y que a las temperaturas de 25°C a 32°C parece que el vuelo gana flexibilidad, teniendo el óptimo de temperatura para regular su actividad entre 26°C y 32°C. HENSON (29, 30) expresa que el adulto Conophthorus coniperdus Schwarz vuela más espontáneamente entre temperaturas de 27.5°C a 35°C. A 45°C muere rápidamente en condiciones ambientales de aire seco o saturado de humedad.

En el presente estudio también se encontró que el comportamiento del Xyleborus ferrugineus es influenciado por la temperatura, mostrándonos que a temperaturas menores de 20°C disminuye su actividad de vuelo. En cambio, dentro de la temperatura de 20°C a 28°C, el insecto vuela normalmente de manera semejante a los insectos testigos, en condiciones de laboratorio con temperatura controlada entre 25°C y 26°C. La excepción que ocurre a los 25°C (Cuadro Nº 6) en los tratamientos, puede atribuirse al azar, y que pudo haber ocurrido igualmente a otras temperaturas. Entre los 29°C y 32°C se observa que el vuelo es de mayor número que el testigo; esta actividad puede atribuirse al efecto directo de la temperatura sobre el insecto (57). Las temperaturas de 33°C y 34°C aparentemente se muestran como el testigo, pero se puede asumir que el insecto pierde su energía fatigándose, para mostrar a los 35°C inactividad por el exceso de calor, posiblemente por su desecación.

CUADRO Nº 6

INTERVALOS DE CONFIANZA DEL NUMERO DE VUELOS DEL  
Xyleborus ferrugineus A TEMPERATURAS CONTROLADAS  
Y TEMPERATURAS DE LABORATORIO ENTRE 25-26°C

Temperatura controlada en °C	Promedio de vuelos <sup>1/</sup>		Intervalo de confianza	
	Tratamiento	Testigo (a 25-26°C)		
15	0.0*	56.3	31.76	80.90
16	2.5*	67.3	42.76	91.90
17	6.5*	82.3	57.76	106.90
18	35.5*	62.6	38.09	87.23
19	42.2*	59.8	45.26	94.40
20	74.8	59.8	35.26	84.40
21	58.8	64.6	40.09	89.23
22	73.2	61.1	36.59	85.73
23	47.3	68.8	44.26	93.40
24	61.2	58.3	33.76	82.90
25	98.5*	65.6	41.09	90.23
26	90.8	68.3	43.76	92.90
27	95.0	93.8	69.26	118.40
28	108.6	103.1	78.59	127.73
29	123.0*	87.5	62.93	112.07
30	118.3	95.1	70.59	119.73
31	112.3*	69.8	35.26	94.40



CUADRO Nº 6 (Cont.)

Temperatura controlada en °C	Promedio de vuelos <sup>1/</sup>		Intervalo de confianza	
	Tratamiento	Testigo (a 25-26°C)		
32	93.0*	59.1	34.59	83.73
33	89.0	71.6	47.09	95.23
34	49.3	69.5	44.93	94.07
35	7.0*	39.3	14.76	63.90

<sup>1/</sup> Se usaron en cada tratamiento 60 adultos Xyleborus ferrugineus.

\* Fuera de los intervalos de confianza.

## DISCUSION GENERAL

Los resultados experimentales del campo sobre estudios de población y comportamiento de vuelo del Xyleborus ferrugineus muestran en el primer estudio, que la población de este insecto está correlacionada con los factores temperatura y precipitación, estimándose entre 20°C y 22°C la temperatura en que comienza esta actividad, pero en ausencia o con poca lluvia. En este mismo estudio se observa que las secciones de ramas usadas como atrayentes, fueron bastante "atractivas" para los insectos, cuando las condiciones del ambiente eran favorables.

La comparación del número de ataques revela que existe cierta superioridad en determinados días de exposición de las ramas.

En el estudio sobre el comportamiento de vuelo usando "ramas-trampa" de diferentes días de exposición, se obtuvieron resultados de difícil interpretación, debido al reducido número de observaciones y a los cambios operados en las condiciones ambientales. Por lo tanto, se sugiere que se repita este experimento en áreas donde las condiciones del ambiente sean más uniformes.

En el estudio sobre el período de vuelo de la población Xyleborus ferrugineus, mediante el uso de la "luz negra", se encontró que la temperatura de 22°C o más y la ausencia de lluvia constituyen condiciones adecuadas para el vuelo más activo.

Esta misma tendencia se observa en el estudio "comparativo", efectuado en la Finca La Lola. Cabe notar, sin embargo, que la influencia de los factores temperatura y precipitación son diferentes en esta última región, ya que no es frecuente que se registren temperaturas menores de 22°C.

En la investigación realizada en el laboratorio sobre la influencia de diferentes temperaturas en el vuelo del mismo insecto, se encontró que de 20°C a 28°C, la actividad referida era significativamente (1%) igual al testigo en condiciones naturales. De 29°C a 32°C se encontraba la actividad máxima afectada por la temperatura, lo cual fue comprobado estadísticamente. Las temperaturas elevadas causan en el insecto un aumento adicional en su metabolismo, que se manifiesta en una actividad desorganizada, trayendo como consecuencia la parálisis ternal (57).

De los 33°C a 34°C la actividad es aparentemente normal, pero probablemente afectada por la temperatura. Mientras que a 35°C el número de vuelos es significativamente (1%) más bajo que el testigo.

Comparando la técnica del uso de láminas cubiertas con adhesivo con la lámpara fluorescente de "luz negra" para determinar la actividad de la población del Xyleborus ferrugineus, dicha luz muestra aparentemente mayor adaptabilidad a estos estudios.

## CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente trabajo son:

Trabajos realizados en el campo:

1. Los factores del ambiente temperatura y precipitación influyeron en la fluctuación de la población del Xyleborus ferrugineus.
2. Aparentemente estos insectos son capaces de volar a temperaturas ambientales alrededor de 20°C o más a las 6:00 PM.
3. La técnica del uso de "barreras" cubiertas con adhesivo y ramas-trampa pueden usarse para estimar la población del Xyleborus ferrugineus en áreas de cacao.
4. Parece que existe una producción de atrayente para estos insectos en las ramas-trampa de cacao tratadas con aceite Diesel.
5. La lámpara fluorescente de "luz negra" mostró que el vuelo del Xyleborus ferrugineus en el área de cacao era más activo a temperatura no inferior de 22°C a las 6:00 PM.
6. El uso de "luz negra" fue más eficiente que las ramas-trampa.

Trabajo realizado en el laboratorio:

7. Los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio indican que existen cuatro límites de temperatura en relación con el vuelo del Xyleborus ferrugineus:
  - a) Se produce una inhibición del vuelo a temperaturas menores de 19-20°C.
  - b) A partir de 20°C hasta los 28°C el insecto tiene actividad de vuelo como en condiciones naturales.

- c) La máxima actividad se encuentra a los 29-32°C debido al estímulo provocado por la temperatura elevada.
  - d) Desde los 33°C se observa que la actividad disminuye, llegando a anularse a los 35°C.
3. Se sugiere que se hagan estudios sobre el desarrollo de "atrayentes" en los diferentes cultivares de cacao, en los cuales sería conveniente estudiar la preferencia de los Xyleborus spp., para determinar si existe resistencia en dichas plantas.

## RESUMEN

El insecto Xyleborus ferrugineus (Fabricius) es uno de los componentes del complejo Xyleborus-Ceratocystis que causa la destrucción de gran cantidad de árboles de cacao en las Américas.

En la presente investigación se estudió la fluctuación de la población y el período de vuelo del Xyleborus ferrugineus en el campo y en el laboratorio.

El estudio preliminar fue realizado en cuatro áreas de las cuales tres pertenecían a plantaciones de cacao y una a pasto. Para tomar muestras de la población del campo se usaron 16 "barreras" construidas de láminas de metal, cubiertas con adhesivo, y como "atrayentes", 16 secciones de ramas de cacao (clon UF 667) tratadas con aceite Diesel.

Los resultados de este estudio muestran que la población de estos insectos está relacionada a los factores temperatura y precipitación. Las colectas más numerosas se efectuaron a las 6:00 PM durante los días con temperaturas sobre los 20°C, con poca o sin precipitación. Aparentemente existe un aumento del efecto atrayente en las ramas, que llega a su máximo entre el sexto y el octavo día de exposición.

En un estudio posterior se usaron 10 "barreras" y ramas-trampa expuestas desde 1-10 días después de la aplicación del aceite Diesel y localizadas en una misma área de cacao, por 10 días consecutivos. Los resultados de este estudio igualmente muestran que el insecto puede volar a temperaturas mayores de 20°C, observándose mayor población en las "barreras" al séptimo día de exposición de las ramas.

Se usó la lámpara fluorescente de "luz negra" para estudiar el período de vuelo del mismo insecto. La lámpara se instaló en una área de cacao y funcionó durante 38 días consecutivos. Los datos de

las colectas muestran que la población de estos insectos era más activa a partir de los 22°C.

Con el propósito de determinar la influencia de la temperatura en el período de vuelo del Xyleborus ferrugineus, se sometieron estos insectos a la influencia de diferentes temperaturas, desde los 15°C hasta los 35°C con sus respectivos testigos, a temperatura controlada del laboratorio.

El análisis estadístico indicó que la actividad del Xyleborus ferrugineus fue inhibida entre 15-19°C, manteniéndose normal desde los 20°C hasta los 28°C. A los 29°C se observa la máxima actividad que continúa afectada por la temperatura hasta los 32°C. De los 33°C a los 34°C la actividad disminuye igualmente afectada por la elevada temperatura, llegando prácticamente a anularse a los 35°C.

## SUMMARY

The insect Xyleborus ferrugineus (Fabricius) is one of the components of the Xyleborus-Ceratocystis complex that causes the destruction of a great number of cacao trees in the Americas.

In the present investigation, the population fluctuation and the flight period of Xyleborus ferrugineus were studied under field and laboratory conditions.

The preliminary study was made in four areas, three within cacao plantations and one in a pasture. To sample the field populations, 16 adhesive coated, sheet metal barriers were used. Cacao branch sections (UF 667 clone) treated with Diesel oil were suspended in front of the barriers to attract the insects.

The results of this study showed that the population of this insect was related to factors of temperature and precipitation. More insects were caught on those days with a 6 PM temperature of over 20°C and little or no rain. Apparently, the branch sections were the most attractive to this insect from the sixth to the eighth day after treatment with Diesel oil.

In a later study, 10 adhesive coated barriers with branch sections treated 1 to 10 days before with Diesel oil were exposed in a cacao area for 10 consecutive days. The results of this study indicated that this insect can fly when the 6 PM temperatures are above 20°C with the largest number of insects being caught on the adhesive surfaces 7 days after the branches were treated with Diesel oil.

A blacklight fluorescent lamp was also used to study the flight period of this insect. The lamp was placed in a cacao area and



operated for 38 consecutive days. The data showed that these insects were more active at 6 PM temperatures of 22°C and over.

To determine the influence of the temperature on the flight period of Xyleborus ferrugineus, these insects were submitted to a range of temperatures from 15°C to 35°C and the number of flight attempts compared to a check at a controlled temperature in the laboratory.

The statistical analysis showed that the flight activity of Xyleborus ferrugineus was inhibited between 15°C and 19°C and remained normal from 20°C to 28°C. At 29°C the greatest activity was observed with the increased activity continuing up to a temperature of 32°C. From 33°C to 34°C the activity again decreased and became almost nil at 35°C.

## RESUMO

O inseto Xyleborus ferrugineus (Fabricius) é um dos componentes do complexo Xyleborus-Ceratocystis que causa a destruição de grande quantidade de árvores de cacau nas Américas.

Na investigação se estudou a flutuação da população e o período de vôo do Xyleborus ferrugineus no campo e no laboratório.

O estudo preliminar foi realizado em quatro áreas, das quais três pertenciam a plantações de cacau e uma a pastagem. Para se tomar amostras da população de campo usaram-se 16 "barreiras" construídas de lâminas de metal cobertas com adesivo e, como atraentes, 16 seções de ramos de cacau (clone UF 667) tratadas com óleo Diesel.

Os resultados deste estudo mostram que a população deste inseto está relacionada com os fatores, temperatura e precipitação. As coletas mais densas se efetuaram às 18:00 horas nos dias com temperaturas superiores a 20°C com pouca ou sem precipitação. Aparentemente, há um aumento da ação atraente das ramos que atinge um máximo entre o sexto e o oitavo dia de exposição.

Em um estudo posterior usaram-se 10 "barreiras" e ramos-trampa expostas desde 1 a 10 dias depois da aplicação do óleo Diesel e localizadas numa mesma área de cacau, por dez dias consecutivos. Os resultados deste estudo, igualmente mostram que o inseto pode voar a temperaturas maiores que 20°C, às 18:00 horas ao observar-se maior população nas "barreiras" ao sétimo dia de exposição das ramos.

Usou-se também uma lâmpada fluorescente de "luz negra" para estudar o período de vôo do mesmo inseto. A lâmpada foi instalada em uma área de cacau e funcionou durante 38 dias consecutivos. Os dados das coletas mostram que a população destes insetos estava mais

ativa nos dias com temperaturas iguais ou superiores a 22°C às 18:00 horas.

Com o propósito de determinar a influência da temperatura no período de vôo do Xyleborus ferrugineus submeteram-se êstes insetos a influência de diferentes temperaturas, desde 15°C até 35°C com seus respectivos testemunhos à temperatura controlada do laboratório. A análise estatística indicou que a atividade do Xyleborus ferrugineus, foi inibida entre 15°C e 19°C, mantendo-se normal desde 20°C até 28°C. Aos 29°C observa-se a máxima atividade que continua afetada pela temperatura até 32°C. De 33°C a 34°C a atividade diminui igualmente afetada pela temperatura elevada chegando, praticamente, a anular-se a 35°C.

## RESUME

L'insecte Xyleborus ferrugineus (Fabricius) est un des éléments du complexe Xyleborus-Ceratocystis qui cause la destruction de nombreux cacaoyers en Amérique.

La présente investigation tendit à déterminer la fluctuation de la population et la période de vol du Xyleborus ferrugineus au champ et au laboratoire.

L'étude préliminaire fut réalisée dans quatre aires dont trois appartiennent à des plantations de cacao et l'autre à un pâturage. Pour recueillir des échantillons de la population au champ on utilisa 16 "barrières" faites de lames métalliques couvertes d'une substance adhésive, et comme matériel d'attraction 16 fragments de branches de cacaoyer (clone UF 667) traitées avec de l'huile Diesel.

Les résultats obtenus montrent que la population varie avec les facteurs température et précipitation atmosphérique. Les plus abondantes collections s'effectuèrent à 18 heures au cours des jours où la température excéda 20°C et la précipitation fut nulle ou insignifiante. Il existe apparemment une augmentation progressive de l'effet d'attraction dans les branches, qui atteint son maximum entre le sixième et le huitième jour d'exposition.

Dans une étude postérieure on utilisa 10 "barrières" et 10 branches-pièges placées durant dix jours consécutifs dans une même aire de cacao, à partir de un à dix jours après l'application de l'huile Diesel. Les résultats de cette étude indiquent également que l'insecte peut voler à des températures supérieures à 20°C. La population la plus nombreuse s'observa dans les barrières au septième jour qui suivit l'exposition des branches.

On utilisa la lampe fluorescente à "lumière noire" pour étudier la période de vol du dit insecte. On plaça la lampe dans une aire de cacao et on la laissa fonctionner durant trente-huit jours consécutifs. Les données fournies par les collections montrèrent que la population d'insecte était plus active à partir de 22°C.

Pour déterminer l'influence de la température sur la période de vol du Xyleborus ferrugineus on soumit ces insectes à l'action de différentes températures, de 15°C à 35°C avec des témoins respectifs au laboratoire.

L'analyse statistique indiqua que l'activité de Xyleborus ferrugineus subit une inhibition entre 15 et 19°C et se maintint normale de 20°C à 28°C. De 29°C à 32°C on observa la plus grande activité du Xyleborus ferrugineus. A 33°C et 34°C l'activité diminua en raison de l'élévation de la température et devint à peu près nulle à 35°C.

LITERATURA CITADA

1. ALSTON, R. A. Report on a visit to Jamaica, Costa Rica and Trinidad. British Guiana Board of Agriculture Journal 18(1):2-19. 1923.
2. ARBELAEZ, G. E. La llaga macana del tronco del cacao. Acta Agronómica (Colombia) 7(1):71-103. 1957.
3. ATKINS, M. D. A study of the flight of the Douglas fir beetle Dendroctonus pseudotsugae Hopk. (Coleoptera - Scolytidae). III. Flight capacity. Canadian Entomologist 93(6):467-474. 1961
4. BAKER, J. M. Ambrosia beetle and their fungi with particular reference to Platypus cylindrus F. s.n.t. 36 p.
5. BENAVIDES, G. M. Insectos pasadores del tronco del cacao. Cacao en Colombia 4:43-45. 1955
6. BROWNE, F. G. Notes on Xyleborus ferrugineus F. (Coleoptera-Scolytidae) In WATBRU Report, 5th, 1962. pp. 47-55. (Separata).
7. BUDOWSKI, G. y SCHREUDER, G. F. The climate at Turrialba. Inter-American Institute of Agricultural Sciences. Communications from Turrialba nº 68. s.f. 35 p.
8. CHAPMAN, J. A. Field selection of different log odors by Scolytid beetles. Canadian Entomologist 95(7):673-676. 1963.
9. \_\_\_\_\_. Field studies on attack flight and log selection by the Ambrosia beetle Trypodendron lineatum Oliv. Canadian Entomologist 94(1):74-92. 1962.
10. \_\_\_\_\_. Flight of Dendroctonus pseudotsugae Hopk. in the laboratory. Canada Department of Agriculture. Forest Biological Division. Progress Report 10(4). 1964.
11. \_\_\_\_\_ y KINGHORN, J. Window flight traps for insects. Canadian Entomologist 87(1):46-47. 1955.
12. \_\_\_\_\_ y KINGHORN, J. M. Studies of flight and attack activity of the ambrosia beetle Trypodendron lineatum Oliv., and other Scolytids. Canadian Entomologist 90(6):362-372. 1958.
13. CHONG, LORGIA. Desarrollo de la infección y naturaleza de la resistencia clonal a Ceratocystis fimbriata. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador, Universidad Central, Facultad de Agronomía y Veterinaria, 1962. 104 p. (Mimeografiada).
14. DESROSIERS, R. Diferenciación entre variedades de cacao con base a su susceptibilidad a la infección con Ceratostomella fimbriata (E. and H.) Elliot, en el Ecuador. Turrialba 6(3):48-52. 1956.

15. DESROSIERS, R. El problema de la Ceratostomella en el Ecuador. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7a., Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, División de Investigaciones Agropecuarias, 1959? pp. 67-70.
16. ENTWISTLE, P. F. A review of the problems of shot-hole borer (Coleoptera-Scolytidae and Platypodidae) attack. In Inter-American Cacao Conference, 8th, Port of Spain, Trinidad, 1960. Proceedings. Port of Spain Government Press. 1960? pp. 208-221.
17. FINCA DE Cacao La Lola. Sus principales características, programa experimental y suelos. Cacao (Costa Rica) 8(2):1-40. 1963.
18. FROST, S. W. Response of insect to black and white light. Journal Economic Entomology 47(2):275-276. 1954.
19. GARA, R. I. y VITE, J. P. Studies on the flight patterns of bark beetles (Coleoptera-Scolytidae) in second growth ponderosa pine forest. Contributions from Boyce Thompson Institute 21:275-289. 1962.
20. GARCES, O. C. Enfermedades del cacao en Colombia. Bogotá, Ministerio de Economía, 1940. 59 p.
21. GARCIA, B. C. Plagas del árbol de cacao en el Huila. Cacao en Colombia 1:41-49. 1952.
22. GOBERDHAN, L. The present situation of Ceratostomella disease of cocoa. Trinidad. Caribbean Commission. Publications Exchange Service. Cocoa n° 89. 1959. 4 p.
23. GONZALES, M. R. "WL" 1950 insecticide for the control of cacao Kyleborus trunk borers. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7a., Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, División de Investigaciones Agropecuarias, 1959? pp. 240-253.
24. GRAHAM, H. Release by flight exercise of chemotropic response from photopositive domination in a Scolytid beetle. Nature 184(4662):283-284. 1959.
25. GRAIGHEAD, F. C. Insect enemies of eastern forest. U.S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publications n° 658. 1950. pp. 293-341.
26. GROSMANN-FRANKE, HELENE. Contribution to the knowledge of the dissemination ways of plant disease through beetles. s.n.t. 10 p. (Mimeografiado).
27. HARKER, JANET E. Diurnal rhythms. Annual Review of Entomology 6:131-146. 1961.

28. HAVORD, G. Problemas esenciales en las investigaciones en cultivos perennes. In Seminario sobre diseños estadísticos y técnicas experimentales con cultivos perennes. II. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1962. 6 p. (Doc. 4).
29. HENSON, W. R. Laboratory studies on the adult behavior of Conophthorus caniperda (Coleoptera-Scolytidae). III. Flight. Annals of the Entomology Society of America 55(5):524-530.
30. \_\_\_\_\_. Laboratory studies on the adult behavior of Conophthorus caniperda (Coleoptera-Scolytidae). IV. Responses to temperature and humidity. Annals of the Entomology Society of America 57(1):77-85. 1964.
31. HOLDRIDGE, L. R. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105(2727):367-368. 1947.
32. IDROBO, M. S. El complejo Xyleborus-Ceratostomella. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7a., Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, División de Investigaciones Agropecuarias, 1959? pp. 73-79.
33. \_\_\_\_\_ y CARDEÑOSA, R. Grave epifitotia en Colombia causa Ceratostomella fimbriata (E & H) Elliot, en cacao Theobroma cacao L. Cacao en Colombia 5:25-27. 1956.
34. ITON, E. F. Ceratostomella wilt in cacao in Trinidad. In Inter-American Cacao Conference, 8th, Port of Spain, Trinidad, 1960. Proceedings. Port of Spain, Government Press, 1960? pp. 201-204.
35. \_\_\_\_\_. Studies on a wilt disease of cacao at River Estate. In Trinidad Imperial College of Tropical Agriculture. A report on cacao research, 1957-1958. St. Augustine, 1959. pp. 55-56.
36. \_\_\_\_\_. Studies on a wilt disease of cacao at River Estate. II. Some aspects of the biology and habits of Xyleborus spp. and their relation to disease transmission. In Trinidad Imperial College of Tropical Agriculture. A report on cacao research, 1959-1960. St. Augustine, Trinidad, 1961. pp. 47-48.
37. \_\_\_\_\_ y CONWAY, G. R. Studies on a wilt disease of cacao at River Estate. III. Some aspects of the biology and habits of Xyleborus spp. and their relation to disease transmission. In Trinidad Imperial College of Tropical Agriculture. A report on cacao research, 1959-1960. St. Augustine, Trinidad, 1961. pp. 59-65.
38. KNOKE, J. K. Report on a study trip to the Bahia cacao region of Brazil. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1964. 10 p. (Mimeografiado).



39. KNOKE, J. K. y SAUNDERS, J. L. Report on a study trip to Venezuela, Trinidad and Ecuador in connection with entomological problems of cacao. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1964. 11 p. (Mimeografiado).
40. LEACH, J. G. Insects transmission of plant disease. 5th ed. New York, McGraw-Hill, 1961. 615 p.
41. MADGE, D. S. Preferred temperatures of land arthropods. Nature 190(4770):106-107. 1961.
42. MALAGUTI, G. Ceratostomella fimbriata en el cacao de Venezuela. Acta Científica Venezolana 3(3):94-97. 1952.
43. \_\_\_\_\_. Observaciones sobre la enfermedad necrosis del tronco de cacao por Ceratostomella fimbriata en Venezuela. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7a., Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, División de Investigaciones Agropecuarias, 1959? pp. 80-85.
44. \_\_\_\_\_ y DIAS, C. H. Observaciones sobre enfermedades del cacao en Venezuela. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7a., Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, División de Investigaciones Agropecuarias, 1959? pp. 163-164.
45. McMULLEN, L. H. y ATKINS, M. D. The life history and habits of Scolytus unispinosus Leconte (Coleoptera-Scolytidae) in the interior of British Columbia. Canadian Entomologist 94(1): 17-25. 1962.
46. \_\_\_\_\_. On the flight and host selection of the Douglas fir beetle Dendroctonus pseudotsugae Hopk. (Coleoptera-Scolytidae). Canadian Entomologist 94(12):1309-1325. 1962.
47. MAY, C. Studies of the vascular wilt of elm caused by Ceratocystis fimbriata var. platani. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7a., Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, División de Investigaciones Agropecuarias, 1959? pp. 86-94.
48. MILLER, J. M. y KEEN, F. P. Biology and control of the western pine beetle. U.S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publications nº 800. 1960. 381 p.
49. MONCAYO, M. E. Plagas del cacao en los departamentos de Santander y Antioquia. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7a., Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, División de Investigaciones Agropecuarias, 1959? pp. 261-269.
50. NAUDORF, G. La relación entre Phytophthora faberi; Ophistoma fimbriata y Xyleborus spp. Cacao en Colombia 5:35-36. 1956.

51. NAUDORF, G. y SANCLEMENTE, M. Transmisión y diseminación del Ophistoma fimbriata causante de la pudrición azul del cacao. Cacao en Colombia 5:29-33. 1956.
52. OATMAN, E. R. y BROOKS, R. F. Blacklight - A supplementary survey method for fruit insect populations in Wisconsin. Proceedings of the Entomology Society of America, North Central Branch 16:118. 1961.
53. OESCHSLI, P. L. Recent developments in the control of cacao pests and disease in Latin America. In Cocoa, Chocolate and Confectionary Alliance, Ltd. Report of the Cacao Conference, London, 1957. London, 1958. pp. 71-77.
54. ORELLANA, R. G. Enfermedades del cacao en México, Nicaragua, Costa Rica y Jamaica. FAO Boletín Fitosanitario 4(3):35-37. 1955.
55. \_\_\_\_\_. Enfermedades del cacao en Venezuela, Colombia, Ecuador y Trinidad. FAO Boletín Fitosanitario 2(4):49-52. 1954.
56. RORER, J. B. Enfermedades y plagas del cacao en el Ecuador y métodos modernos apropiados al cultivo del cacao. Trad. del inglés por Abelardo Pachano. Guayaquil, Ecuador, Asociación de Agricultores del Ecuador, 1918? 60 p.
57. RUDINSKY, J. A. Ecology of Scolytidae. Annual Review of Entomology 7:327-348. 1962.
58. \_\_\_\_\_ y DATERMAN, G. E. Field studies on flight patterns and olfactory responses of ambrosia beetles in Douglas fir forest of western Oregon. Canadian Entomologist 96(10):1339-1351. 1964.
59. \_\_\_\_\_ y VITE, J. P. Effects of temperature upon the activity and behavior of the Douglas fir beetle. Forest Science 2(4):258-267. 1956.
60. SAUNDERS, J. L. Scolytidae and Platypodidae associated with Ceratocystis wilt of Theobroma cacao L. in Costa Rica. Ph.D. Thesis. Madison, Wisconsin University, 1963. 67 p. (Mimeografiado).
61. SCHEDL, K. L. Insectes nuisibles aux graines. Congo Belge, Instituto Nationale pour L'Etude Agronomique. Série Scientifique n° 82. 1960.
62. \_\_\_\_\_. Scolytidae und Platypodidae Afrikas. II. Familie Scolytidae. Revista de Entomologia de Mozambique 5(1):1-594. 1964. (Reimpreso).
63. SILLER, L. R. La Ceratostomella fimbriata en el cacao en Centro América. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7a., Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, División de Investigaciones Agropecuarias, 1959? p. 95.

64. SMITH, P. W. The use of blacklight insect traps as an Entomological tool. Proceedings of the Entomology Society of America, North Central Branch 17:38-39. 1962.
65. \_\_\_\_\_, TAYLOR, J. G. y APPLE, J. W. A comparison of insect traps equipped with 6-and 15-watt blacklight lamps. Journal of Economic Entomology 52(6):1212-1214. 1959.
66. \_\_\_\_\_, ZARNSTORFF, W. C. y MEDLER, J. T. Insect detection with portable blacklight traps. In Internationaler Kongress Für Entomologie, 11, Wien, 1960. Wien, s.e. 1962. v 2:124-126.
67. SORIA, V. J., ALVIM, P. de T. y KNOKE, J. K. Aspectos actuales del cultivo del cacao en Latinoamérica. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1964. 18 p. (Mimeografiado).
68. SPENCE, J. A. Preliminary observation on a wilt condition of cocoa, Trinidad. Caribbean Commission. Publication Exchange Service. Cocoa nº 76. 1958. 5 p.
69. WALLENIIUS, K. E. Observaciones sobre el Xyleborus y el combate del mismo en el cacao. In Conferencia Interamericana de Cacao, 7a., Palmira, Colombia, 1958. Bogotá, Colombia, Ministerio de Agricultura, División de Investigaciones Agropecuarias, 1959? pp. 270-273. 1958.
70. WOOD, D. L. Studies on host selection by Ips confusus (Leconte) (Coleoptera-Scolytidae) with special reference to Hopkins selection Principle. California University, Publications in Entomology 27(3):241-282. 1963.
71. WOOD, L. D. y VITE, J. P. Studies on the host selection behavior of Ips confusus Leconte (Coleoptera-Scolytidae) attacking Pinus ponderosa. Contribution from Boyce Thompson Institute 21:79-95. 1961.
72. WOOD, S. L. Insects of Micronesia-Coleoptera: Platypodidae and Scolytidae. Honolulu, The Museum, 1960. 73 p. (Insects of Micronesia 18(1)).



A P E N D I C E

CUADRO Nº 1

ANALISIS DE LA VARIANCIA DEL NUMERO DE VUELOS DEL  
Xyleborus ferrugineus A DIFERENTE TEMPERATURA  
CONTROLADA (15-35°C) DURANTE 15 MINUTOS

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Tratamiento	20	188.715,05	94.357,52	112,43 **
Error	105	88.120,25	839,24	
Total	125	276.835,3	2.214	

\*\* Significativo al nivel del 1%

CUADRO Nº 2

ANALISIS DE LA VARIANCIA DEL NUMERO DE VUELOS DEL Xyleborus  
ferrugineus A TEMPERATURA DEL LABORATORIO DURANTE 15 MINUTOS

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Tratamiento	20	26.618,22	1.330,91	1,41 n.s.
Error	105	98.971,00	942,58	
Total	125	125.589,22		

n.s. = No significativo