

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA.
SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO.

MONITOREO CON TRAMPA DE LUZ DE Scarabaeidae EN TURRIALBA,
COSTA RICA Y CONTRIBUCIONES AL DESARROLLO DE METODOLOGIAS DE
CRIANZA PARA Anomala cinta (Say), Cyclocephala amazona
Linnaeus. Y Anomala discoidalis Bates. (Coleoptera:
Scarabeidae).

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico
Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias
Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico
Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado
de:

Magister Scientae

por

Rigoberto Funes Castro

CATIE


Turrialba, Costa Rica

1990

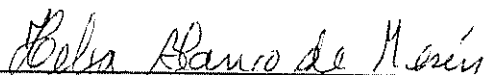
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

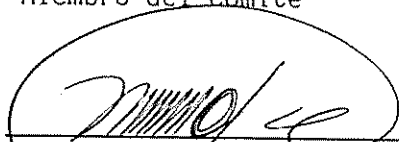
COMITE ASESOR:



Phill Shannon, M.Sc.
Profesor Consejero



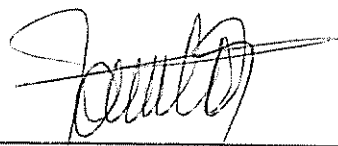
Helga Blanco, M.Sc.
Miembro del Comité



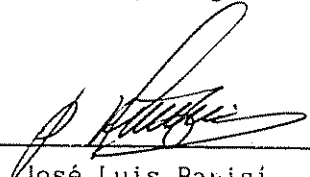
Nahúm Marbán, Ph.D.
Miembro del Comité




Elkin Bustamante, Ph.D.
Miembro del Comité



Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.
Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado



Dr. José Luis Parisi
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Rigoberto Funes Castro
Candidato

DEDICATORIA

A mis padres Miguel Angel y Ana Ramona por sus sabios consejos y por que siempre me han motivado a seguir adelante.

A mi esposa Mirna por su gran apoyo y comprensión en todo momento y a mis hijos: Liena, Alejandro Josue, y Luis Rene.

A mis hermanos Jorge, Ana, David, Diana y Liliam por ser unos hermanos maravillosos.

AGRADECIMIENTO.

El autor agradece infinitamente a las siguientes personas e instituciones:

Al Mg. Sc. Phil Shannon por sus enseñanzas y su oportuna ayuda en todo momento.

Al Ph.D. David Monterroso S. por su amistad y gran apoyo brindado.

Al gobierno de Holanda por el apoyo económico brindado para realizar mis estudios.

A la Universidad Nacional Autónoma de Honduras por haberme brindado su apoyo.

Al personal del Programa MIP por su gentil apoyo con especial énfasis a Gonzalo Valverde por su gran ayuda en la elaboración del documento final.

Al personal de la estación experimental "La Montaña" por su gran ayuda, y con especial énfasis agradezco a Alex Chacón por su compañerismo y amistad.

Al resto de compañeros y otro personal de apoyo del CATIE que no fue mencionado.

TABLA DE CONTENIDO

Página

RESUMEN	viii
SUMMARY	ix
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
1. INTRODUCCION.	1
1.1 Objetivo General.	2
1.2 Objetivos Específicos.	2
1.3 Hipótesis.	3
2. REVISION DE LITERATURA.	4
2.1 Introducción a los Escarabeidos con larvas rizófagas.	4
2.1.1 Ubicación Taxónomica.	4
2.1.2 Descripción Morfológica.	5
2.1.3 Biología de las Tres subfamilias de escarabeidos de Interés Agrícola.	6
2.2 Biología de los Estadios Inmaduros.	9
2.2.1 Fuentes Alimenticias.	9
2.2.2 Distribución espacial de larvas en el suelo.	12
2.2.3 Factores físicos que influyen en el desarrollo y sobrevivencia de los estadios inmaduros.	13
2.2.3.1 Factores que influyen en el proceso de empupación.	18
2.3 Biología reproductiva del adulto.	18
2.3.1 La producción de huevos en los escarabeidos.	18
2.4 Factores que influyen en el número de huevos.	19
2.4.1 Factores físicos que influyen en la oviposición.	22
2.6 Emergencia de los adultos.	25
2.6.1 Factores que influyen en la emergencia.	26
2.7 Vuelo de los Escarabeidos	29
2.7.1 Factores físicos que influyen en el vuelo.	29
2.8 El monitoreo de poblaciones con trampa de luz.	32
2.8.1 Factores que afectan las capturas.	32
2.9 Cria en laboratorio de escarabajos fitófagos.	35

2.9.1 Crianza de <u>Cyclocephala</u> <u>immaculata</u> (Olivier).	35
2.9.2 Crianza de <u>Costelytra zealandica</u> .	37
2.9.3 Métodos de crianza de Scarabaeidae.	38
3. MATERIALES Y METODOS.	40
3.1 Trampeo de escarabeidos adultos.	40
3.2 Trampeo en "La Montaña".	40
3.2.1 Descripción de la trampa.	41
3.3 Trampeo al lado del bosque secundario.	42
3.3.1 Diseño de la trampa.	42
3.4 Cria de escarabeidos a partir de los adultos capturados.	43
3.4.1 Pruebas Preliminares.	43
3.4.2 Pruebas experimentales.	44
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	48
4.1 Trampeo con luz de escarabeidos adultos.	48
4.1.1 Capturas de <u>Anomala cinta</u> Say, <u>Anomala discoidalis</u> Bates y <u>Cyclocephala amazona</u> L.	48
4.1.2 Informes de capturas de otras especies de la familia Scarabaeidae.	54
4.1.3 Patrones de captura.	80
4.2 Crianza de Scarabaeidae a partir de adultos capturados.	84
4.2.1 Pruebas preliminares.	84
4.2.2 Discusión de resultados de pruebas experimentales.	90
5. CONCLUSIONES.	95
6. RECOMENDACIONES.	97
7. BIBLIOGRAFIA	98

Funes, R. 1990. Monitoreo con trampas de luz de Scarabaeidae en Turrialba, Costa Rica y contribuciones al desarrollo de metodologías de crianza para Anomala cinta (Say), Cyclocephala amazona Linnaeus. y Anomala discoidalis Bates. (Coleoptera: Scarabaeidae). Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 125 p.

RESUMEN

Este trabajo fue realizado en base a dos objetivos fundamentales: captura con trampa de luz y trabajos de crianza de adultos en condiciones de laboratorio. Las capturas se efectuaron en la estación experimental "La Montaña", de octubre de 1989 a 1^{era} semana de septiembre de 1990. Los resultados obtenidos muestran la presencia de 3 patrones de captura: a) Capturas durante todo el año sin picos marcados; b) Capturas durante todo el año con periodos marcados de capturas mayores; c) Capturas solamente durante periodos claramente marcados. La mayoría de las especies presentaron una relación entre la distribución de capturas y la distribución de las lluvias.

Previo a la instalación de las pruebas experimentales se efectuaron pruebas preliminares en los primeros 3 meses, con fines de observación sin diseño experimental, hecho obligado por la falta de información publicada sobre la biología de las especies de la región en la cuál se fundamentarían las pruebas experimentales

A nivel de cuarto de cría se efectuaron 6 pruebas experimentales con los insectos Anomala cinta Say., Anomala discoidalis B y Cyclocephala amazona L. Los factores estudiados con estas pruebas fueron: 3 niveles de población inicial (2, 4 y 6 adultos/ envase) y dos niveles de profundidad de suelo / unidad de cría y sus efectos sobre la producción de huevos. En dichas prueba se detectó que la producción de huevos de A. cinta y A. discoidalis fue mayor al colocar 4 o 6 insectos por unidad de cría y que para C. amazona el número de adultos por unidad de cría no afectó la producción.

Funes, R. 1990. Monitoring scarab beetles with light traps at Turrialba, Costa Rica, and contributions to the development of breeding techniques for Anomala cinta (Say), Cyclocephala amazona Linneaus. y Anomala discoidalis Bates. (Coleoptera: Scarabaeidae). Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 125 p.

SUMMARY

This work was done based on the following aspects: 1) collecting adults with light traps and 2) breeding adults under laboratory conditions. Captures were done at the experimental station "La Montaña", since October 1989 until the first week of September 1990. Results showed three capture patterns:

a) Captures during the whole year, without noticeable peaks.

b) Captures during the whole year, with defined periods of greater capture.

c) Captures only during clearly marked periods.

Most of the species presented a relationship between the capture and the rain pattern.

Before starting the breeding tests, preliminary studies were done for three months, to make preliminary observations. This was necessary because of missing information on the species' biology.

Six experiments were done with Anomala cinta, Anomala discoidalis and Cyclocephala amazona. Starting with an initial population of 2, 4 and 6 adults/container, respectively. Adults were exposed to two soil depths evaluate egg production. A. cinta and A. discoidalis laid more eggs placing 4 or 6 insects per container. C. amazona about the same number of eggs independently of adult density.

LISTA DE CUADROS

Cuadro no.	Página
1 Escarabajos capturados con trampa de luz negra en la estación experimental "La Montaña", así como en el interior de las instalaciones de CATIE, 1989-1990.	84
2 Insectos empleados en la fase preliminar, capturados en la estación experimental "La Montaña", de noviembre de 1989 a febrero de 1990.	85
3 Frutas empleadas en la alimentación de diversos insectos, 1989.	88
4 Número de huevos puestos por hembras de diferentes especies de insectos y la duración en días, 1990.	89
5 Análisis de varianza para la producción promedio de huevos de <u>A. discoidalis</u> obtenidos en envases plásticos efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990.	91
6 Producción promedio de huevos de <u>Anomala discoidalis</u> obtenidos en envases plásticos efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990.	91
7 Análisis de varianza para la producción promedio de huevos de <u>Anomala cinta</u> obtenidos con dos métodos de cría efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990.	92
8 Producción promedio de huevos de <u>Anomala cinta</u> obtenidos con dos métodos de cría efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990.	93

- 9 Análisis de varianza para la producción promedio de huevos de Cyclocephala amazona obtenidos con dos métodos de cría efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990. 94
- 10 Producción promedio de huevos de Cyclocephala amazona obtenidos con dos métodos de cría efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990. 94

Lista de figuras

Figura No.		Página
1	Trampa de "Pensylvania" empleada en "La Montaña", Turrialba, Costa Rica, 1990.	41
2	Trampa de luz empleada en las instalaciones de CATIE, cercanas al bosque, Turrialba, Costa Rica, 1990.	43
3	Dos modelos distintos de construcción de camas de oviposición.	45
4	Fluctuación poblacional de <u>A. cincta</u> y de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña" de Noviembre a septiembre, y en el bosque secundario entre los meses de marzo a mayo aledaño al CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1990.	50
5	Fluctuación poblacional de <u>A. discoidalis</u> y de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña" de Noviembre a septiembre, y en el bosque secundario entre los meses de marzo a mayo aledaño al CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1990.	51
6	Precipitación semanal de dos sitios en la finca experimental La Montaña de los meses de Noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.	52
7	Fluctuación poblacional de <u>Cyclocephala amazona</u> y de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña" de los meses de Noviembre a septiembre, y en el bosque secundario entre los meses de marzo a mayo aledaño al CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1990.	53

- 8 Fluctuación poblacional de Ancognatha humeralis de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de los meses de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aladaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 58
- 9 Fluctuación poblacional de Anomala granulipyga de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de los meses de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aladaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 59
- 10 Fluctuación poblacional de Anomala valida de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de los meses de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aladaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 60
- 11 Fluctuación poblacional de Aspidolea singularis de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aladaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 61
- 12 Fluctuación poblacional de Cyclocephala amblyopsis de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aladaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 62

- 13 Fluctuación poblacional de Cyclocephala ampliata de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 63
- 14 Fluctuación poblacional de Cyclocephala collaris de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 64
- 15 Fluctuación poblacional de Cyclocephala lunulata de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 65
- 16 Fluctuación poblacional de Cyclocephala macrophylla de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990 71
- 17 Fluctuación poblacional de Cyclocephala melanocephala de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990 72
- 18 Fluctuación poblacional de Cyclocephala signata de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 73

- 19 Fluctuación poblacional de Dichotomius carolinus de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 74
- 20 Fluctuación poblacional de Faula centralis de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 75
- 21 Fluctuación poblacional de Isonychus pictus de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 76
- 22 Fluctuación poblacional de Ligyris gyas de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 77
- 23 Fluctuación poblacional de Pelidnota spp de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 78
- 24 Fluctuación poblacional de Phyllophaga spp de dos sitios de captura en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990. 79

1. INTRODUCCION.

Uno de los principales problemas que afrontan actualmente los agricultores de muchas zonas de Centro América, es la reducción o pérdidas de sus cultivos en sus primeras etapas, debido a la presencia de plagas del suelo.

Reportes de daño de plagas del suelo de diferentes lugares de Centro América indican que el complejo de plagas del suelo esta compuesto por insectos de la familia Scarabaeidae (Cyclocephala, Anomala, Phyllophaga, Eutheola, Ligyris, Canthon), larvas de la familia Chrysomelidae, larvas de la familia Elateridae y otros (Morales y Gonzáles, 1989).

Dentro del complejo de plagas del suelo, Phyllophaga es el género que posee mayor importancia por su amplia distribución y por la severidad de sus daños en los diferentes cultivos. La importancia del género Phyllophaga a nivel mundial, lo confirman la gran cantidad de publicaciones escritas (King, 1984).

Investigaciones conducidas en Honduras (Colindres y Pineda, 1989), en Panamá (Morales y Gonzáles, 1989), revelan el importante lugar que ocupan estos insectos dentro del contexto de futuros trabajos de investigación.

El poco conocimiento sobre la biología de estos insectos y de diferentes técnicas de control, ha conducido a que la mayoría de los agricultores hagan uso indebido del control químico, elevando de esta manera los costos de producción y aumentando los focos de contaminación.

Debido a ésto, proponemos, el uso de otras técnicas alternativas de control que permitan reducir la

contaminación ambiental y por ende disminuir los costos de producción. Dentro de esas probables alternativas es posible seleccionar técnicas de control biológico, dirigidas a controlar los estadios larvales de dichos insectos.

Con el presente trabajo se planteó estudiar la biología y desarrollar una metodología de crianza, dirigida a desarrollar condiciones más favorables para obtener un mayor número de huevos y larvas de los insectos Anomala cinta Say, Anomala discoidalis Bates y Cyclocephala amazona L., pertenecientes a la familia Scarabaeidae, con la finalidad de emplearlas en investigaciones de control microbial.

Siendo el género Phyllophaga el de mayor importancia dentro del complejo de plagas del suelo, la razón por la cual no haya sido seleccionado, está estrechamente relacionado con: la época de aparición y el largo periodo de sus estadios larvales.

Muy poca información existe sobre las especies seleccionadas por lo que se decidió realizar esta investigación basandose en los siguientes objetivos :

1.1 Objetivo General.

Establecer un sistema de crianza de larvas de especies rizófagas de la familia Scarabaeidae que puedan suplir las necesidades de bioensayos, durante periodos de escasez de larvas del género Phyllophaga.

1.2 Objetivos Específicos.

I.- Determinar las especies de mayor potencial como futuros especímenes de prueba, a través del análisis de su fluctuación numérica en capturas con trampa de luz durante el tiempo.

II.- Determinar el efecto sobre la producción de huevos de la textura del suelo, presencia de plantas y área de condiciones de cría.

III.- Señalar el efecto del número de insectos por envase de cría sobre la producción de huevos.

1.3 Hipótesis.

I.- Es posible criar, en el laboratorio suficientes larvas de las especies seleccionadas para suplir las necesidades de futuros bioensayos.

II.- Las condiciones de cría de laboratorio afectan la tasa de oviposición, el ciclo de vida y la supervivencia de la especie seleccionada.

III.- Existen especies de escarabeidos con picos de vuelo de adultos en épocas que no hay vuelo de Phyllophaga y que hembras capturadas durante estas épocas son capaces de poner huevos bajo condiciones de laboratorio.

IV. - El empleo de mayor número de insectos por envase de cría nos proveerá un mayor número de huevos.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1 Introducción a los Escarabeidos con larvas rizófagas.

2.1.1 Ubicación Taxónomica.

No existe una unidad de criterio al momento de situar a los escarabajos fitófagos dentro del orden Coleoptera. Ritcher (1958) ubica a los escarabajos fitófagos dentro de la familia Scarabaeidae, la cual es una de las tres familias incluidas dentro de la superfamilia Scarabaeoidea. La familia Scarabaeidae está compuesta de 14 subfamilias dentro de las que tenemos tres que son de gran interés agrícola en América Central: Dynastinae (ejemplos, Cyclocephala spp., Eutheola spp., Ligyris spp.), Rutelinae (ejemplo, Anomala spp.), Melolonthinae (ejemplo, Phyllophaga spp.), las cuales poseen especies de importancia económica como plagas de suelo en América Central (King y Saunders, 1984). A su vez cada una de estas subfamilias son divididas en tribus y en géneros.

Da Costa Lima (1952) hace uso de una clasificación taxonomica similar a la empleada por Ritcher (1958), con la variante que ha agregado la unidad taxonomica "grupo" que posee igual nombre que el de la subfamilia empleado por Ritcher (1958).

Bonnemaison (1964) ubica a la familia Scarabaeidae dentro de la superfamilia Escarabaeoidea, en tanto a las especies del género Anomala las consigna a la subfamilia Rutelinae, a los Phyllophaga dentro de la subfamilia Melolonthinae.

Morón y Terrón (1988) emplea otro sistema de clasificación ubicando a las géneros Anomala spp., Cyclocephala spp., Eutheola spp. y Phyllophaga spp. dentro de la familia Melolonthidae y no estableciendo ningún otro tipo de divisiones.

2.1.2 Descripción Morfológica.

Anomala spp.: King y Saunders (1984) presentan la siguiente descripción de las larvas y adultos de insectos del género Anomala perteneciente a la subfamilia Rutelinae; la larva es una típica gallina ciega de tamaño pequeño a mediano, se alimenta principalmente de materia orgánica descompuesta en el suelo, pero algunas veces se alimenta de raíces y posee una longitud de 15 a 30 mm. El adulto es de 12 a 13 mm de largo, posee un pronoto de color verde metálico, los élitros son de color café oscuro a café claro.

Las larvas de Anomala cinta Say poseen un cuerpo robusto, de forma recurvada con una coloración amarillento y parduzco en el tercio posterior. La cabeza es de color amarillo". Las larvas de tercer estadio alcanzan una longitud de 36 a 38 mm. En tanto los adultos poseen un cuerpo robusto, de forma ovalada. Las patas son de tipo caminador-cavador o caminador-trepador". Poseen una coloración variada negra, parda, amarilla, verde, roja brillante algunas veces con tonos metálicos (Moron y Terron, 1988).

Cyclocephala spp.: Ritcher (1966) indica que las larvas son escarabaeiforme con forma recurvada, poseen la cabeza de color amarillo o café con tonalidades ligeramente café-rojizas. La superficie de la piel es un poco lisa.

Moron (1984), Moron y Terron (1988) señalan que las larvas son del tipo escarabiforme, con cabeza de color amarillo o anaranjado, en el último artejo antenal poseen de dos a cinco áreas sensoriales y el área incisiva de la mandíbula izquierda posee dos dientes. Los adultos son escarabajos de forma ovalada, compacta y robusta, poseen la superficie de la cabeza y el pronoto lisas. Las uñas anteriores de los machos pueden ser gruesas, torcidas y bifidas. Su coloración es variable desde el negro brillante hasta el blanco amarillento.

Phyllophaga spp.: Ritcher (1966) indica que las larvas pueden ser distinguidas por las siguientes características: cabeza sin manchas de los ojos; la frente posee un par de setas transversales postero-frontal o una única seta posterior frontal. Abertura anal en forma de Y o de V.

Moron y Terron (1988) describen a las larvas como del tipo escarabiforme, recurvadas, de color blanco, grisáceo hacia la parte posterior. Poseen una cabeza un poco más ancha que larga con los bordes redondeados más largos,... Los adultos son de cuerpo robusto, pronoto más ancho que largo. Patas moderadamente largas, con espinas y sin ellas. El color es de castaño rojizo, pardo oscuro, etc.

Melolontha melolontha L.: Bonnemaision (1964) señala que los adultos miden de 25 a 30 mm, cabeza oscura, la antena poseen 10 artejos, los últimos artejos son laminares, siendo más largos en los machos que en las hembras. Los élitros son de color rojo pardo, teniendo cada uno 4 venas longitudinales. Las larvas son de color blanco lechoso, de forma arqueada, la extremidad del abdomen es de color grisácea o negra. Alcanzan una longitud de 40 a 46 mm.

2.1.3 Biología de las Tres subfamilias de escarabeidos de Interés Agrícola.

Subfamilia Melolonthinae: Ritcher (1966) señala que los representantes de esta subfamilia tienen una amplia distribución mundial y que la mayoría de las especies dañinas de la familia Scarabaeidae pertenecen a esta subfamilia. Esta contiene un gran número de especies con tamaños pequeños a medianos, la mayoría de los cuales poseen hábitos nocturnos y cuerpos de colores apagados. Las larvas de las especies pertenecientes a esta subfamilia son reconocidas a nivel mundial como gallinas ciegas de hábitos subterráneos, que se alimentan de las raíces de las plantas.

Es considerado que el mayor daño causado por las larvas de este grupo pertenecen a los insectos del género Phyllophaga.

King (1984) reporta que en el área de Centro América están presentes alrededor de 17 especies de Phyllophaga de las cuales P. menetriesi (Blanchard) y P. elenans (Saylor) son dos de las más comunes.

King y Saunders (1984) indican que a las larvas de Phyllophaga le han sido designados nombres populares como: gallina ciega, joboto, chobote a los estados larvales, mientras que a los adultos se les conoce por abejón de mayo, chicote, ronron, mayate. "Las larvas se alimentan de raíces de las plantas, y el mayor daño lo causan las larvas del tercer estadio. Estos insectos poseen una distribución parchosa, estando presente durante los meses de junio a octubre. Los adultos vuelan y se aparean al atardecer, siendo atraídos hacia las plantas en donde se alimentan".

King (1985) señala que P. menetriesi, P. vicina y P. elenans, presentes en Centro América poseen un ciclo de vida de un año.

Dentro de esta subfamilia esta presente M. melolontha L., la cuál es común en Europa, América del norte y del sur, en donde los adultos están presentes todos los años. Poseen un ciclo evolutivo trienal. Los adultos aparecen durante la segunda semana de abril y primeros días de mayo, los machos aparecen antes que las hembras (Bonnemaison, 1964).

Reinhard (1946) reporta que el ciclo vital de las Phyllophaga torta (Leconte), tiene una duración de 366 días. En tanto la incubación posee una duración de 18 días.

Subfamilia Rutelinae: Esta subfamilia incluye un gran número de escarabajos de pequeño y mediano tamaño que se alimentan de hojas. Muchos de estos escarabajos son negros, o con manchas negras, otros poseen colores brillantes con tonos metálicos (amarillo, anaranjado, rojo, verde, azul y violeta), y otros son de color paja. Las larvas, dependiendo de la especie se alimentan de materia orgánica, madera podrida o de una gran variedad de cultivos (Ritcher, 1966).

En esta subfamilia existen especies que pueden ser encontradas tanto en las zonas templadas como también en las zonas tropicales.

Los géneros Anomala, Popillia, Paracotalpa, Pelidnota, Cotalpa, Parastasia, Paracotalpa, Rutela y Plusiotis pertenecen a esta subfamilia (Ritcher, 1966).

Para Centro América están reportadas cinco especies de Anomala (King y Saunders, 1984).

Subfamilia Dynastinae: Ritcher (1966) señala que los escarabajos de esta subfamilia poseen el mayor número de géneros y especies, con una gran variedad de tamaños (pequeños a muy grandes). Los adultos presentan diferentes coloraciones (amarillo, café, café oscuro, rojo oscuro, negro). Unas pocas especies poseen manchas, pero la mayoría regularmente presentan un color uniforme. Los machos adultos de los géneros Strategus, Xylorhytes y Dynastes, frecuentemente poseen prominentes cuernos o tubérculos sobre la cabeza, tórax o en ambas partes. Por poseer dichos cuernos reciben nombres populares como escarabajo: rinoceronte, elefante y unicornio.

Dentro de los géneros de importancia económica de esta subfamilia presentes en Centro América tenemos Cyclocephala, Ligyrrus y Eutheola. Las larvas de las especies de los dos primeros géneros pueden alimentarse de las raíces de algunos cultivos, en cambio las larvas del género Eutheola spp se alimentan más de materia orgánica en estado de descomposición, no así los adultos los cuales cortan los tallos de los pastos (King y Saunders, 1984).

2.2 Biología de los Estadios Inmaduros.

Incubación y eclosión.

Las larvas de Phyllopertha horticola eclosionan de los 22-25 días después de la postura; también puede observarse que algunas larvas eclosionan en un periodo corto (20) días y uno largo (30 días), y las hembras ponen un promedio de 14 huevos cada una. Bajo condiciones de laboratorio el periodo de incubación de los huevos tiene una duración aproximada de 22 días (Raw, 1951).

La duración en estado de huevos varía de una especie a otra, los huevos de Anomala kansana al igual que otras especies del género Anomala, requieren de 8 a 19 días para completar su formación y dar paso a la nueva etapa (Hayes y McColloch, 1924).

Las larvas de Ligyris maimon Erichs eclosionan de los huevos a los 8 días (Wille, 1952).

La eclosión de Phyllophaga spp. ocurre de 2 a 6 semanas después (Morón y Terrón, 1988).

2.2.1 Fuentes Alimenticias.

Guzmán (1980) reporta que las larvas de las gallinas ciegas se alimentan de las raíces de los cafetos, produciendo daños que provocan la muerte descendente.

Las larvas de Phyllophaga crinita se alimentan de raíces de plantaciones jóvenes de sorgo de grano, provocando la muerte o raquitismo de las plántulas al alojarse debajo de la raíz (Teetes et al., 1975).

Wensler (1974) señala que las larvas de Sericesthis geminata (Boisduval) son plagas de hábito subterráneo en los pastos y prados de Australia, donde las larvas se alimentan de materia orgánica, pero preferentemente de raíces de plantas.

Contreras (1989) señala que en Guatemala los cultivos afectados por las larvas de Phyllophaga spp. son: maíz, trigo, frijol, pastos, haba, sorgo, avena, papa, bosques, frutales.

Las larvas de Phyllophaga spp. se alimentan de las raíces de plántulas de pino rojo en los semilleros de Michigan y plantaciones de Wisconsin, causando daños severos (Fowler y Wilson, 1971).

Fagoestimulantes.

Los factores químicos indudablemente juegan un papel importante en la localización y consumo del alimento por larvas de Costelytra zealandica (Sutherland, 1972).

Existen algunas plantas como el Lolium perenne, Lotus pedunculatus y Trifolium repens, que causan un efecto sobre el comportamiento en el desplazamiento y alimentación de las larvas del tercer estadio de Heteronychus arator (Fabricius). Las plantas anteriormente nombradas usadas en las pruebas experimentales con larvas de tercer estadio, poseen una o más sustancias las cuales estimulan el sentido del gusto durante la alimentación. El efecto fagoestimulante fue producido por sacarosa, maltosa y ácido ascórbico. Los fagoestimulantes presentes en extractos acuosos de la raíz, inducen a la alimentación activa, y pruebas con numerosos carbohidratos puros, aminoácidos, vitaminas y sales inorgánicas, indicaron que la ingestión es regulada como una respuesta positiva del sentido del gusto a alguna de estas sustancias (Sutherland 1971, 1972; Sutherland y Hillier 1974).

El autor anterior confirmó la sensibilidad de las larvas de tercer estadio de C. zealandica al olor de las raíces frescas, y reveló la alta capacidad discriminativa de las larvas cuando se presentó un cambio de la fuente de olor. Todas las raíces jóvenes de Lolium perenne son

evidentemente más atractivas para los insectos que las plants maduras.

En varios nutrientes químicos solubles en agua se encontró que inducen a la ingestión de larvas polifagas de *C. zealandica* que habitan en el suelo. Estos componentes incluyen mono y disacaridos, de los cuales la sacarosa despierta particularmente una fuerte respuesta. La presencia de algunas sales inorgánicas y algunos aminoácidos, notablemente los ácidos aspárticos y glutámico acrecentan aún más las respuestas (Sutherland, 1972). El mismo investigador encontró que los extractos acuosos crudos de raíces, tienen mayor influencia sobre la ingestión larval, las cuales acrecentan su atracción con el aumento de la concentración de la solución acuosa.

Flora microbial.

Además de los componentes químicos que puedan tener las diferentes fuentes de alimento y que influyen sobre la ingestión larval, se ha investigado que existe otro factor que toma participación en los procesos digestivos y que es la actividad de la flora microbial que poseen las larvas en su proctodeo. Hungate (1966) encontró que el número de bacterias y protozoos viables en el intestino posterior de *C. zealandica* se aproxima a la magnitud de estos, reportados en el contenido del rumen de los bovinos. Los microorganismos en las larvas están presentes en suficiente número que contribuyen significativamente a la nutrición.

Los microorganismos en el intestino son los responsables probablemente de la producción de altas concentraciones de ácido acético, el cual puede ser absorbido y empleado como fuente de energía por las larvas de los escarabeidos. El uso de pectinas por parte de bacterias aisladas y no así de celulosa, sugiere que los carbohidratos estructurales no son importantes en la

nutrición de las larvas de escarabeidos. No obstante las larvas siempre deben emplear cantidades relativamente pequeñas de almidón y carbohidratos solubles presentes en las raíces de los pastos (Bauchop y Clarke 1975).

Al ser disectado el tubo digestivo de larvas de C. zealandica, provenientes de envases que poseían plantas vivas, se encontró en su interior muy pocas partículas minerales, pero en cambio el 95% del contenido del intestino posterior estaba compuesto de restos de tejido vegetal vivo (Wightman, 1972).

2.2.2 Distribución espacial de larvas en el suelo.

Forbes (1907) revela que la mayor cantidad de larvas de Phyllophaga fueron encontradas en suelos muy secos. Cridle (1918) apunta que las larvas de Phyllophaga rugosa y Phyllophaga drakei, habitan suelos arenosos y que la causa de esta aparente selección, pueden ser las plantas que le sirven de alimento. Davis (1916) señala que las larvas de gallinas ciegas, fueron encontradas en suelos arcillo-limoso (citado por Sweetman, 1931).

En cambio Morón (1984) comenta que las larvas de P. spp, se les encuentra en suelos húmedos con alta concentración de materia orgánica.

Sanders y Fracker (1916) indican que en climas fríos la temperatura efectiva del suelo entre 15.5 y 18.3°C, favorece la migración de las larvas hacia estratos superiores.

Las larvas de P. japonica Newman presentan una mayor preferencia por suelos con pH de 4.00 a 4.5, a la vez que poseen una amplia tolerancia a suelos con pH bajos. Las hembras de P. japonica Newman, ponen una mayor cantidad de huevos, en suelos extremadamente ácidos (Wessel y Polivka, 1952).

Wille (1952) indica que las larvas de L. maimon Erichs., son encontradas en suelos con textura arenosa, rara vez en suelos muy arcillosos.

Polivka (1960) reporta que existió una diferencia en la densidad de población de larvas de P. japonica, en varios suelos, con un pH 6.8 a 7.0.

Vittum y Tashiro (1980) señalan que a temperaturas de 20°C, suelos con pH (6 y 7), las larvas de Rhyzotrogus majalis Razoumowsky (Coleoptera: Scarabaeidae), presentan una mayor sobrevivencia.

2.2.3 Factores físicos que influyen en el desarrollo y sobrevivencia de los estadios inmaduros.

Humedad y Sequía.

Ha sido demostrado que las larvas de escarabeidos responden a los diferentes gradientes de humedad del suelo (Davidson, 1972b).

Los períodos prolongados de estiaje afectan grandemente a las poblaciones de estadios inmaduros en el suelo. En base a lo anterior expuesto Maelzer (1961) señala que los primeros estadios larvales y prepupas de Aphodius tasmaniae Hope, murieron por efecto de la sequía en el campo, causando una desecación del cuerpo de éstos. El exceso de agua produce alta mortalidad de estadios larvarios.

Shaerffenberg (1947) contempló que al inundar un campo por un período de 2 a 4 días en verano, mató a las larvas de Melolontha spp. Y Maelzer (1961) observó que un vasto número de A. tasmaniae fueron ahogados, cuando ocurrió una gran inundación, generada por el pobre drenaje de los suelos.

Buxton (1932) confirmó también que muchos huevos de insectos absorben agua durante el periodo de incubación. Los huevos de los escarabeidos Anisoplia austriaca, Melolontha melolontha y Popillia japonica, absorben el agua a través de la cáscara y no a través del hidrópilo especializado (Laughlin, 1964).

La toma de agua es una característica de los huevos de escarabeidos y además ocurre en varios grupos de insectos de hábitos nocturnos (Imms, 1964).

El patrón de toma de agua de Costelytra zealandica es común para los demás escarabeidos y otros insectos del suelo (Browning, 1967).

Shorey et al. (1960) señala que la humedad del suelo puede tener un efecto preponderante sobre la densidad de larvas de Amphimallon majalis Berthold (Scarabaeidae) en suelos bajo pastos permanentes.

Maelzer (1961) estudió la humedad del suelo y su relación con los huevos de Aphodius tasmanie en el sur de Australia, donde las condiciones de sequía prevalecieron durante el tiempo que los huevos estuvieron en el suelo. Estos sobrevivieron hasta la eclosión con un contenido de humedad por debajo de pF 3.8. Los huevos no rompieron en el suelo franco o arenosos con un valor de pF 4.0.

La escala pF expresa la fuerza de succión o retención del agua en los varios puntos de humedad del suelo (Perdomo y Hampton, 1970). Esta escala fue empleada por Evans (1944) en sus trabajos en los que demostró que la energía con que el suelo retiene el agua puede estar correlacionada con la pérdida de peso de las larvas de Agriotes lineatus L. (Coleoptera : Elateridae)

Schuch (1938) observó que a una humedad relativa menor del 100% se retrasa el desarrollo de los huevos; se producen larvas pequeñas y se incrementa altamente la mortalidad de los huevos. En cambio, Gaylor y Frankie (1979) reportan que la supervivencia de huevos y larvas de primer estadio de Phyllophaga crinita, se vieron seriamente reducidas por la alta humedad del suelo.

La tasa de absorción de agua y la tasa de crecimiento de los huevos de los escarabeidos se incrementan con las altas temperaturas (Ludwig, 1932).

En condiciones naturales fue más abundante la presencia de huevos y larvas recién eclosionadas de P. anxia y P. crinita en suelo húmedo que en suelo seco (Sweetman, 1927). Los huevos recién puestos, pueden desarrollarse normalmente en un suelo con niveles de humedad de 12.5, 19.0 y 25.5 %; pero no en presencia de aire seco con 3.5 % de humedad y un suelo con 5 % de humedad (Potter, 1983).

Es muy dudoso que los escarabajos puedan ovipositar en suelos muy secos, pero si el suelo es lo suficientemente blando y húmedo las hembras ovipositan. El porcentaje de humedad del substrato donde se alojen los huevos posee un efecto directo sobre la duración del período de incubación, tanto a niveles altos como bajos sobre la humedad requerida (Sweetman, 1927, 1931).

Los escarabajos del género Phyllophaga depósitan sus huevos en suelo húmedo, frecuentemente al final de la primavera o principio del verano (Morón, 1986).

Dumbleton (1942) reporta que los huevos de C. zealandica no se pudieron desarrollar en suelo seco y que los primeros estadios son más susceptibles a la pérdida de humedad que en el último estadio. Sin embargo Sanders y Fracker (1916) demostraron sobre que el umbral mínimo de humedad en el cuál los huevos de Popillia japonica pueden desarrollarse, depende de la textura del suelo y el rango de humedad.

Temperatura.

Las diferentes investigaciones realizadas sobre la temperatura como factor importante para el desarrollo de los huevos son divergentes, con respecto a la temperatura óptima que deben tener los huevos en su crecimiento para obtener excelentes resultados.

Hurpin (1964) encontró que una gran proporción de huevos de Melolontha melolontha incubaron en un suelo con un porcentaje bajo de humedad (5 %) y una baja temperatura (11 %) siendo esta menor que el rango normal superior.

Las larvas recién eclosionadas de Sericesthis nigrolineata Boisduval fueron incapaces de resistir a una temperatura de 37.5°C durante una exposición de 3 horas (Davidson, et al 1972a, 1972b).

En ensayo realizado con huevos de Schistocerca gregaria Forsk. Hunter Jones (1970) pudo apreciar que la temperatura de incubación puede afectar la viabilidad de los huevos, encontró que entre 26.1 y 36.7°C, cerca del 70 % de huevos incubaron; pero sobre y abajo de este rango óptimo la mortalidad se incrementó progresivamente. Debajo de los 19°C y por encima de los 42°C no se observó eclosión alguna de las ninfas. Esto sugiere que el umbral de esas temperaturas para el desarrollo de los huevos puede estar relacionado con la velocidad de acción de los procesos enzimáticos. En el umbral mínimo, el desarrollo de las funciones de las enzimas puede cesar, y si el umbral es muy alto, está asociado con la degeneración de las enzimas (Hunter Jones, 1970).

Los huevos de M. melolontha en las zonas templadas no se desarrollan a una temperatura constante inferior a los 11°C o superior a los 25°C (Bonnemaison, 1964).

Wille (1952) señala que la duración del ciclo larval de Ligyris maimon, depende mucho de la alimentación suficiente y apropiada y no tanto de la temperatura.

Para medir el efecto de la temperatura sobre el proceso de la alimentación se realizaron investigaciones las cuales señalaron que las larvas detuvieron automáticamente su alimentación una vez que la temperatura decayó hasta los 15-16°C (Sweetman, 1931).

Durante las sequías de verano, los huevos y larvas de Cyclocephala immaculata puede estar expuesta a tremendas fluctuaciones de temperatura y humedad del suelo que pueden afectar grandemente, incidiendo en un aumento de la mortalidad (Potter y Gordon, 1984).

Chiang y Sison (1968) sugieren que en las zonas templadas pueden ser usados los grados-días de la temperatura del aire para determinar la eclosión de las larvas de Diabrotica longicornis (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). La cantidad de grados-días requeridos para que pueda ocurrir la eclosión oscila entre los 420 a 668; con un promedio cercano a 500. Esto indica que la eclosión de las larvas puede producirse cuando el aire haya acumulado 500 unidades térmicas. Sugieren también que la constante termal de la temperatura del aire es aproximadamente igual a 500 grados-día para campos con cantidad habitual de desecho de plantas. Sin embargo para suelos desnudos la incubación se dá, cuando la temperatura del aire acumula entre 420-446 grados-día y en suelo cubierto con vegetación, la eclosión de huevos se presenta cuando se acumulan 668 grados-día.

2.2.3.1 Factores que influyen en el proceso de empupación.

Temperatura: King (1980) señala que ante rangos de bajas temperaturas (18-22°C) se observó un incremento en el número de larvas con retraso hacia la fase de empupación de *P. menetriesi*.

Las investigaciones realizadas con las larvas de *Phyllophaga implicita* y *Phyllophaga rugosa* predominantes en zonas templadas, revelan que requieren de temperaturas entre los 24 a 28°C para poder empupar (Sweetman, 1931). Investigaciones preliminares sugirieron que las larvas de escarabeidos de las zonas templadas, necesitan de un periodo de enfriamiento lento para llegar a pupa (Wightman, 1972).

Luz: King (1980) reporta que la luz retarda el desarrollo normal de las larvas encerradas en celdas pupales de *P. menetriesi*.

2.3 Biología reproductiva del adulto.

2.3.1 La producción de huevos en los escarabeidos.

Tiempo entre la emergencia y la cópula.

Morón (1986) señala que los machos *P. macrophylla* B., son los primeros en emerger y que al salir una hembra del suelo es acosada por los machos, hasta el momento en que uno logra ocupar una posición adecuada. Minutos después se produce la cópula, la cual tiene una duración aproximada de 4 a 7 minutos.

Bonnemaison (1964) reporta que para *M. melolontha*, el apareamiento se realiza poco después del vuelo prealimenticio el cual tiene una duración de 10 a 15 días.

Raw (1951) reporta que las hembras de *P. horticola*, fueron copuladas por los machos a los pocos minutos de emerger.

Wille (1952) reportó que las hembras de Ligyrrus maimon, comunes en el Perú, son cópulas no antes del séptimo día de su vida como insecto adulto.

Tiempo entre la cópula y la oviposición.

King (1980) señaló que el período de preoviposición es de aproximadamente (unas) cuatro semanas para hembras fertilizadas, y en cambio el período se prolonga para las hembras vírgenes.

Las hembras de P. menetriesi, luego de ser cópulas por los machos, se alimentan de una a varias horas y vuelan hacia el suelo en donde se entierran para ovipositar (King, 1984).

La hembra tanto en el laboratorio como en la naturaleza, no comienza a ovipositar hasta el momento que su cuerpo grueso fuera consumido y los huevos a poner estuvieran completamente formados (Milne, 1959b).

2.4 Factores que influyen en el número de huevos.

Fisiológicos.

La fertilidad en P. horticola evidentemente decrece con el incremento de la edad de la hembra. Al hacer la disección de las hembras, se encontró que la mayor parte de los ovarios se habían degenerado y que los huevos fueron puestos en los oviductos, los cuales algunas veces se hincharon grandemente (Raw, 1951).

Milne y Laughlin (1956) concluyeron que el 90 % de los huevos fueron fértiles, y que la fertilidad decreció con el incremento de la edad de las hembras.

Alimentación.

No existe uniformidad de criterios en cuanto si la alimentación juega un papel importante durante toda la etapa de la reproducción de estos insectos.

La oviposición y alimentación aparentemente no se inician hasta que esta completada la formación de huevos (Milne y Laughlin 1956).

Bonnemaison (1964) reporta que las hembras de M. melolontha necesitan consumir grandes cantidades de hojas durante 10 a 15 días, lo cual le permitirá el desarrollo de los ovarios.

En la naturaleza, el peso de los adultos puede estar limitado por el desgaste de las fuentes de suministro de las larvas. En general la alimentación de los adultos no afecta la fecundidad (Milne y Laughlin, 1956).

Es importante anotar que el peso inicial del cuerpo y la alimentación en los estadios adultos son factores de comparable importancia sobre la fecundidad de C. zealandica (Farrel et al, 1972).

Climáticos.

Si el frío y la lluvia se presentan durante la época del período de apareamiento, los insectos de M. melolontha se alimentaran deficientemente y el número de huevos puestos se reducirá notablemente (Bonneimason, 1964).

Longevidad de los adultos.

En experimentos de laboratorio con una pareja de adultos de Phyllopertha horticola. Raw (1951) observó que los machos usualmente se mueren antes que las hembras

La mayoría de las hembras infértiles de Ph. horticola mueren antes de estar disponibles a la oviposición (Milne y Laughlin, 1956).

Wille (1952) reportó que los adultos de L. maimon, viven de 2 a 3 meses.

Característica de la producción de huevos en los escarabeidos.

El comportamiento de las hembras de Ph. horticola después de la cópula varió considerablemente. Transcurrieron aproximadamente seis días antes de que las hembras comenzaran a ovipositar. El periodo de oviposición duro aproximadamente diez días y las hembras murieron rápidamente después de la postura de los últimos huevos (Milne y Laughlin, 1956).

Comportamiento del adulto al momento de la oviposición.

Al momento de la oviposición, las hembras de Phyllopertha horticola no discrimina el sitio de posible postura, porque las hembras típicas depositan todos los huevos o la mayoría de ellos en el mismo lugar que ella ocupó como larva y en el que además (Milne, 1964).

Las observaciones hechas por Milne y Laughlin (1956) referentes a la localización de los huevos de P. horticola en el suelo fueron :

a) La hembra se entierra en sitios diferentes cada vez que oviposita.

b) En cada galería, ella deposita sus huevos dentro de un radio de 2.5 cm, cerca de la línea vertical que pasa a través del agujero de entrada sobre la superficie.

c) Cuando la hembra posee muchos huevos, son depositados unos dentro de un nido y el resto en otro.

d) Cada huevo está dentro de una celda de barro que es de 2 a 4 veces el ancho de un huevo no hinchado.

e) El periodo de oviposición continuó en intervalos y duró aproximadamente diez días, y las hembras murieron rápidamente después de la postura de los últimos huevos.

f) Generalmente las hembras mueren en el interior del suelo, mientras que los machos fueron encontrados en la superficie.

Se ha observado que las hembras de P. horticola durante el periodo de oviposición permanecieron una buena parte dentro del suelo, y se les observó sobre la superficie descansando o alimentándose de hojas (Raw, 1951).

Las hembras de Phyllophaga spp. ponen sus huevos individualmente y son envueltos en pequeñas bolas de suelo, siendo depositados en nidos que contienen hasta 26 huevos (Guppy y Harcourt, 1970).

2.5.1 Factores físicos que influyen en la oviposición.

Humedad del suelo.

Los huevos y estadios larvales de numerosos insectos, es conocido que son susceptibles a la desecación y no es sorpresa; de allí que la humedad sea considerada como un factor en el comportamiento de la oviposición de muchas especies (Barton-Browne, 1964).

La humedad óptima del suelo juega un papel importante al momento de la oviposición, Sweetman (1931) reporta que algunas Phyllophaga spp, en condiciones de campo ante un suelo muy seco, tuvieron una oviposición muy baja y que las hembras al ser confinadas en suelos con tales características murieron sin ovipositar.

Igualmente Potter y Gordon (1984) apuntan los fracasos de C. immaculata para ovipositar en césped seco.

Otras de las observaciones realizadas por Potter (1983) es que los huevos recién puestos pueden desarrollarse normalmente en suelo con niveles de humedad de 12.5, 19.0 y 25.5 %, pero no en presencia de aire seco con 3.5 % de humedad y un suelo de 5% de humedad.

Temperatura.

La temperatura óptima en la cuál las especies de P. implicita y P. anxia ovipositan normalmente es de 20°C a 73 % de humedad del suelo (Sweetman 1931).

Los calores excesivos secan considerablemente la superficie de los suelos, lo cuál dificulta que los insectos puedan penetrar y por esa razón tienden a volar de los sitios elegidos (Sweetman, 1927).

Davis (1922) expresa que la oviposición de Phyllophaga spp. puede ocurrir en las sembradíos de maíz de las zonas templadas durante los periodos fríos, cuando los adultos son incapaces de volar.

Profundidad.

Potter y Gordon (1984) revelan que C. immaculata Olivier, depósita sus huevos debajo de los pastizales a una profundidad de 3 cm, los cuáles son vulnerables al calor y a la desecación. Las hembras de P. horticola depósita sus huevos a una profundidad de 12 a 15 cm (Milne, 1956).

Potter (1983), reporta que las hembras de C. immaculata depósitan sus huevos a una profundidad de 2 a 4 cm de la superficie.

Morón (1986) basado en sus investigaciones opina que los escarabajos del género Phyllophaga spp. depositan sus huevos a una profundidad de 10 a 20 cm, diseminados en un área de 20 cm.

En las zonas templadas las hembras de M. melolontha depósita sus huevos a una profundidad de 10 a 15 cm de la superficie (Bonnemaison, 1964).

Textura del suelo.

Los excesivos calores secan considerablemente la superficie de los suelos, lo cual dificulta que los insectos puedan penetrar, por lo que tienden a volar de los sitios elegidos (Sweetman, 1927).

pH del suelo.

Las hembras de Popillia japonica, se encontró que ovipositan en mayor cantidad cuando los suelos son extremadamente ácidos (Wessel y Polivka, 1952).

Alimentación.

La alimentación de los adultos dentro del proceso de oviposición puede o no ser determinante. Sobre esto no existe afinidad de criterios de acuerdo a los resultados de trabajos realizados por diferentes investigadores.

Raw (1951) opina que la producción de huevos de P. horticola depende enteramente de la cantidad de cuerpos grasos que almacenó en sus estadios larvales antes de la hibernación.

Pruebas bajo condiciones de laboratorio revelaron que la alimentación de las hembras adultas no afectó el número de huevos producidos por los ovarios (productividad), ni tampoco el número de posturas. La productividad depende en su totalidad de la cantidad de cuerpos grasos almacenados por las larvas del tercer estadio, antes de su hibernación. Las hembras de P. horticola comienzan a alimentarse cuando están cerca del periodo de oviposición. Después toman sus alimentos cada día en la superficie del suelo (Milne y Laughlin 1956).

Rittershaus (1927) observó que las hembras de P. horticola sin alimentar pueden poner huevos fértiles, los cuales se desarrollan normalmente.

En Sericesthis geminata la longevidad y la fecundidad, tuvo una mayor duración en hembras alimentadas que en hembras no alimentadas (Wensler, 1971).

Milne y Laughlin (1956) observaron que la no alimentación de hembras adultas de esta especie no tuvo ningún efecto sobre la fecundidad. La mayoría de las hembras adultas de P. horticola, no inician su alimentación

hasta que la mayoría de los huevos hayan madurado y puedan ser puestos (Laughlin, 1964).

Selección del sitio de oviposición.

Cobertura del suelo: Sweetman (1927) apuntó que las Phyllophaga no seleccionan su sitio de oviposición de acuerdo a la cobertura vegetal, pero sí al volar en busca de las plantas que le servirán de alimento.

King (1985) reporta la marcada preferencia de P. menetriesi para ovipositar en suelos bajo pastos y malezas más que en suelos desnudos.

De acuerdo a Davis (1922) y Forbes (1907) reportan que las P. anxia, P. fusca y P. rugosa no ovipositan cantidades notables en labranzas limpias, alfalfa o cultivos de trébol, sino que prefieren los pastizales y pequeñas gramíneas.

Criddle (1918) y Briton (1912) consideran que las hembras de Phyllophaga spp prefieren a los pastizales como las principales camas de huevos.

La oviposición es efectuada en lugares inmediatos a las plantas que le sirven como fuente de alimento cuando la humedad y el tipo de suelo son favorables. Si las hembras al detectar un sitio no encuentran en él las condiciones óptimas para ovipositar, estas pueden retrasar la oviposición hasta 5 días (Sweetman, 1927).

Humedad del suelo: Los huevos son depositados en el suelo húmedo a la sombra de las plantas huésped, o en zonas con altas concentraciones de materia orgánica (Morón, 1986).

2.6 Emergencia de los adultos.

La emergencia es definida como la muda imaginaria, en la cual los estados adultos emergen de su estadio pupal o de sus formas finales de ninfa. El patrón de emergencia que presentan los adultos de varias especies de insectos, poseen una tendencia correlacionada con el ritmo locomotriz y los patrones de conducta reproductiva. Bajo condiciones naturales, muchos son los factores ambientales que se pueden

esperar que influyan en la emergencia de los imagos. Además de lo antes expuesto, es concebible que las diferentes especies puedan desarrollar la habilidad para utilizar las diferentes variables naturales, como señales para adaptar sus periodos de emergencia (Beck, 1968).

2.6.1 Factores que influyen en la emergencia.

Alimentación.

Forbes (1907) afirma que algunas especies de escarabajos o por lo menos algunas Phyllophaga spp. en las zonas templadas pueden alimentarse en pequeñas extensiones de maiz y pastos por lo cual no necesitan el acceso a árboles para alimentarse. Hayes (1920; 1925) presenta una gran lista de plantas, malezas y pastos que son utilizadas por Phyllophaga. spp., independientemente de árboles.

Morón (1984) reporta que los adultos de la subfamilia Rutelinae se alimentan de hojas tiernas, flores, frutos dulces o fermentados, polen y néctar de diversas plantas silvestres y cultivadas. Tamaro (1968) indica que los adultos de M. melolontha L., se alimentan del follaje de los cítricos. Adultos de P. eleanans se alimentan de hojas y brotes de un amplio rango de árboles, estando dentro de estos la Anomala sp. la cual aparentemente le apetece (King, 1984).

Temperatura.

La temperatura de los insectos no es constante, por que son de sangre fría y su temperatura corporal refleja la de su medio. Por lo tanto las reacciones químicas del metabolismo se aceleran automáticamente con un incremento de temperatura. Se encuentra como resultado que la temperatura tiene un efecto fundamental sobre el desarrollo y actividades de los insectos. En cualquier punto de la escala termométrica el desarrollo de los insectos no responde de la misma manera. Existe un nivel determinado en el cual se detiene el desarrollo, denominado umbral de

temperatura; este punto puede establecerse de 6 a 28°C por encima del punto letal por baja temperatura. También existe un punto superior definido para cada especie en el cuál se detiene el desarrollo, y esta por lo general muy próximo al de temperatura alta letal (Ross, 1956). Chiang y Sison (1968) sugieren que pueden ser empleadas las unidades térmicas acumuladas para predecir la temperatura de desarrollo de varios insectos.

La temperatura mínima ante la cuál los adultos de Phyllophaga de las zonas templadas cesan sus actividades es de 0°C (Sweetman, 1931). Potter (1981), determina que la cantidad necesaria de unidades térmicas acumuladas que se requieren antes que los adultos de C. immaculata inicie su vuelo, es de 585 calorías en el aire y 660 calorías en el suelo; y para C. borealis, es de 500 cal. en el aire y 540 cal. en el suelo. Además, la acumulación de unidades térmicas en el suelo y en el aire pueden proveer indicadores muy confiables de los primeros vuelos de ambas especies.

En la emergencia de los imagos de Phyllophaga spp. la temperatura del aire influyó considerablemente. Resultados de Chamberlin et al. (1943) indican que la temperatura del aire más favorable para la emergencia fue de 18.3°C.

En contraste Sweetman (1931) señala que la humedad relativa, la precipitación, la humedad del suelo y la evaporación no poseen un efecto dominante sobre la emergencia del adulto.

Lluvia.

Mientras que en las zonas templadas la temperatura es uno de los factores determinantes para la salida de los adultos de sus celdas pupales, en las zonas del trópico la lluvia puede ser considerado un factor determinante que favorece la emergencia.

Gruner (1975) reporta que los adultos de *P. palei*, *C. insullicola* Arr. de las islas Guadalupe de las Indias Occidentales, emergieron de sus celdas pupales inmediatamente despues de las lluvias, luego de haber transcurrido la temporada de sequia.

Los escarabeidos de diversas familias en la zona tropical emergen de sus celdas pupales con las entradas de las lluvias (King y Saunders, 1984).

Los adultos de *P. menetriesi* permanecen en el interior de sus celdas hasta que caigan las primeras lluvias de abril, momento en el cual los adultos emergerán del suelo. En cambio, los adultos de *P. elenans* emergeran del suelo a partir de la mitad del mes de mayo hasta el mes de junio (King, 1984).

Comportamiento.

El comportamiento que presentan los machos al emerger de la cámara pupal es variable de acuerdo con cada especie. En la mayoría de los casos aparecen los machos, los cuales inician sus actividades de vuelo durante el crepúsculo o las primeras horas nocturnas, dirigiendose en busca de plantas para su alimentación. Una vez localizadas dichas plantas se situán sobre ellas para consumir su follaje, durante la mayor parte de la noche hasta poco antes del amanecer, y retornan al punto de partida para refugiarse en el suelo, al parecer durante todo el día. En la mayoría de estas especies los vuelos nocturnos para su alimentación, no acontecen todas las noches. Los individuos de una población alternan sus salidas de tal modo que no se encuentran en actividad los mismos individuos de cada noche (Morón, 1986).

La temporada de vuelo de Phyllopertha horticola se inicia con la salida de los machos en grandes grupos (Milne, 1959a, 1959b).

2.7 Vuelo de los Escarabeidos.

La época de vuelo de los escarabeidos varía de una especie a otra dependiendo del ciclo biológico que estos posean, de la ubicación altitudinal, zona geográfica y factores climáticos.

Es posible apreciar los vuelos de los adultos de L. maimon presente en el territorio del Perú, en los meses de diciembre a febrero (Wille, 1952). El período de vuelo para C. zealandica presente en Nueva Zelandia se inicia a finales del mes de octubre extendiéndose hasta el mes de noviembre (Farrel y Wightman, 1972).

2.7.1 Factores físicos que influyen en el vuelo.

Temperatura

La primera salida de los adultos depende del efecto acumulativo de calor, la temperatura óptima es aproximadamente de 25°C para P. implicita (Sweetman, 1931). Cridle (1918) reporta que la migración de adultos hacia la parte superior del suelo, ocurre en primavera, y los adultos esperan las primeras mañanas calientes para emerger.

Las condiciones favorables para la emergencia de los adultos de Phyllophaga spp. son, las tardes calientes con vientos ligeros y pocas o ninguna lluvia (Chamberlin et al., 1943).

En verano, después de la eclosión, los adultos de S. geminata permanecen quietos en su celda pupal por cerca de nueve días. Pasado este periodo comienzan a excavar hacia la superficie e inician la actividad de vuelo crepuscular (Wensler, 1974).

Lluvia

Los imagos de P. menentriessi usualmente inician su actividad al comienzo de las primeras lluvias (marzo-abril); y disminuye después de Junio (Guzman, 1980). Potter (1981) reporta que la actividad de vuelo de C. borealis y C. immaculata, se vieron afectadas por las lluvias.

Gaylor y Frankie (1979) citados por Potter (1981) observaron que los machos de P. crinita incrementan sus actividades de vuelo días después de una fuerte lluvia.

Presión barométrica

La presión del aire no ejerce ninguna influencia sobre los adultos de Phyllophaga spp. La emergencia de adultos parece ser independiente de la caída o elevación de la presión barométrica (Sweetman, 1931).

Intensidad de la luz

La intensidad de la luz controla el tiempo de salida por la tarde (al anochecer) y el de regreso por la mañana, bajo condiciones de campo (Sweetman, 1931). Un gran número de vuelos de Paropsis atomaria (Chrysomelidae) se presentan simultáneamente dentro de un periodo relativamente corto cada día ya que estos vuelos son sincronizados (Carne, 1966).

La emergencia de los adultos es regulada por una apropiada de iluminación natural o por el cambio de esta en la superficie. También regula el regreso al suelo de los imagos (Danilevskii, 1965).

En la primera emergencia los adultos de S. geminata

llegan a la superficie al azar. Al ser expuestos a la iluminación natural esperan que el nuevo crepúsculo ofrezca las condiciones de luz que estimulan la emergencia y vuelo. En el campo, la emergencia del suelo y el vuelo del adulto ocurre solamente dentro del limitado rango de iluminación de la intensidad de la luz en la caída del crepúsculo que va de 240 lux a 0.7 lux. Los imagos pueden emerger cuando la iluminación en el crepúsculo o al oscurecer es de 44 lux, pero la actividad no continua si la iluminación permanece constante (Wensler, 1974). El vuelo crepuscular de C. zealandica es similar en iniciación y duración al de S. geminata y es posiblemente controlada por un igual mecanismo. Para ambas especies, en la captura con trampa de luz predominan los machos; por lo tanto parecen permanecer mas tiempo en vuelo que las hembras (Wensler, 1971).

Los adultos de P. horticola emergen de súbito en los meses de mayo y junio. La actividad diaria se incrementa durante el periodo de vuelo, el cual dura de 3 a 4 semanas, estos escarabajos vuelan solamente en los días soleados y calientes (Raw, 1951).

Viento

El viento fuerte controla la dirección del vuelo y los lugares de alimentación de las especies de Phyllophaga spp. La corriente de aire por la mañana al igual que la luz, controlan la dirección del vuelo al momento de regresar al suelo (Sweetman, 1931).

Altitud

Las especies de Phyllophaga ubicadas a una altura de 2000 msnm efectuan sus actividades de vuelo, alimentación y apareamiento entre las 8 y 12 de la noche, mientras que las especies de Anomala, Ancognatha y Diplotaxis, realizan sus actividades principales en el lapso de de 20 a 24 h. Las especies de Phyllophaga spp ubicadas en una localidad con una altitud de 600 m, se comportan como post-crepusculares,

mientras que las especies de Anomala y Cyclocephala poseen hábitos nocturnos (Morón, 1986).

2.8 El monitoreo de poblaciones con trampa de luz.

El uso de las trampas en la naturaleza esta sujeto a factores tales como: a) Cambios en la población; b) Cambios en el número de individuos en una fase determinada;

c) Alteraciones en la eficiencia de la trampa;

d) Respuestas de un sexo en particular y especies que responden a los estímulos de la trampa (Southwood, 1966).

Además de los factores señalados existen otros que influyen sobre la calidad y cantidad del trampeo, como los que se señalan a continuación.

2.8.1 Factores que afectan las capturas.

Longitud de onda e intensidad de luz.

La mayoría de los insectos responden a la luz en algunos estadios de su desarrollo. La respuesta al estímulo puede ser positiva o negativa. La luz influye sobre varias actividades, especialmente vuelo y migración y esta juega un papel importante en el apareamiento, postura de huevos, emergencia de adultos y diapausa (Peterson, 1953).

Un incremento en la intensidad de la luz, conlleva frecuentemente a la substitución de una lámpara ultravioleta por una incandescente, lo cual usualmente conduce a un incremento en la captura (Williams, 1951; Williams et al., 1955). En el proceso de trampeo la intensidad de la luz juega un papel importante, no tanto así el tamaño de la fuente de luz (Belton y Kempster, 1963).

La diferencia en la calidad de la luz de lámparas incandescentes, lámparas de mercurio-cuarzo es que estas emiten luz ultravioleta y visible, en cambio las lámparas negras (o azules) emiten solamente o principalmente luz ultravioleta (Gui *et al.*, 1942).

El uso de luz con longitudes de onda larga, luz roja y luz roja lejano, actúan como inhibidores de algunos insectos (Ball, 1957).

Las trampas de luz negra son efectivas para la captura de escarabajos adultos, numerosos estudios han sido conducidos usando dichas trampas como agentes de monitoreo (Stone, 1986).

Capturas nocturnas de insectos efectuadas con fluorescente de luz blanca, atrajeron mayor cantidad de mosquitos que la luz negra. En capturas efectuadas con luz ultravioleta se observó un mayor número de insectos y una gran diversidad de especies (Frost, 1957).

Ubicación de la trampa.

La eficiencia en la captura de uno u otro sexo de escarabajos puede estar determinada por la altura a que esta colocada.

En trampas operadas a una altura de 2.5 a 3.5 m, Riegel (1948) y Roberts (1963) observaron que la captura fue mayor de hembras que machos de *C. immaculata*.

Al ubicar la trampa a una altura de 1 a 3.5 m sobre el nivel del suelo, Potter (1981) observó que fue mayor la población de machos capturados de *Cyclocephala* spp. pero al ubicar la trampa a mayor altura se redujo la captura de machos y se incrementó el número de hembras capturadas con una relación de 3.7:1.

Diseño de la trampa.

Verheijen (1960) citado por Southwood (1966) indica que la eficiencia en las capturas con trampas de luz depende de:

a) Del grado de distribución angular de la luz, lo cual es equivalente a la cantidad de contraste entre la fuente de luz y los alrededores. El mayor efecto del trampeo es producido por el contraste que genera un disturbio en la orientación visual del insecto, conduciendo al insecto hacia la fuente de luz.

b) La mayoría de los animales poseen una tendencia de retirarse de las fuentes de luz con una alta intensidad luminica, hacia lámparas cercanas.

c) La capacidad que posee un insecto para realizar cambios al aproximarse a la trampa con el fin de evitar el choque y de la velocidad del vuelo.

Diferentes estudios efectuados han confirmado que el diseño de construcción de las trampas influye grandemente en la eficiencia de la captura. Trampas de luz construidas con aluminio han presentado problemas en el sentido que el aluminio absorbe la radiación ultravioleta generada por la luz negra. De 3100 Angstrom, generados por una fluorescente de luz negra, del 60 al 70 % de la radiación ultravioleta es absorbida (Frost, 1957).

La tasa de captura de las trampas de luz construidas con aluminio, se incrementó al ser pintadas de color negro, reduciendo así el reflejo (Frost, 1954).

Sexo.

Neiswander (1938) señala que la relación de sexos de Cyclocephala spp., dentro de la naturaleza es de 1:1. El bajo número de hembras capturadas en las trampas de luz, pudo estar relacionado con el apareamiento y la postura de los huevos (Teetes et al, 1975).

Condiciones meteorológicas.

Bajo las condiciones naturales, muchos pueden ser los factores ambientales que pueden influir en la actividad de vuelo de los insectos adultos. La actividad de vuelo de C. immaculata es afectada por la lluvia y no tanto así por la temperatura (Potter, 1981).

Las variaciones nocturnas en la captura con trampa de luz puede ser atribuida al viento, a la lluvia, a la temperatura u otros factores ambientales. Además de los factores antes señalados, Nemeč (1969) considera que el factor que mayormente incide sobre las capturas nocturnas son las fases lunares.

Efecto de la luz lunar.

La eficiencia de captura de insectos con ayuda de trampas de luz, durante los periodos de luna llena se ve reducida, como producto de la mayor luminosidad que despiden la luna (Nemeč, 1971). Williams (1936, 1940) indica que existe una relación entre las fases de la luna y la captura de insectos con ayuda de una trampa de luz.

2.9 Cria en laboratorio de escarabajos fitófagos.

2.9.1 Crianza de Cyclocephala immaculata (Olivier).

La técnica para la obtención de larvas de primer estadio en la crianza de C. immaculata (Olivier), consiste en la colocación de las hembras dentro de una cámara de oviposición; la cuál consistió de un tarro con capacidad de un galón siendo llenado cerca de las 3/4 partes con suelo húmedo finamente colado. La mezcla de suelo con estiércol resulta mejor que el suelo arcilloso por la mejor capacidad de absorción de humedad y la facilidad en la obtención de huevos (Hayes, 1925).

Cerca de 50 a 75 hembras fueron introducidas dentro de cada tarro a una temperatura de 70-75°F. Las hembras ovipositaron un promedio de 8 huevos. Cada 2 o 5 días el suelo de las cámaras de oviposición fue cernido a través de un tamiz de 8 a 8 mallas para la extracción de los huevos.

Estos fueron transferidos con un cepillo de pelo de camello húmedo hacia la cámara de incubación. Aunque la técnica de incubación de huevos de escarabaeidos en pequeñas depresiones de la superficie de suelo húmedo de pequeños envases (Davis, 1915; Ritcher, 1940). El supradicho método requiere excesivo tiempo para la preparación de las cámaras de oviposición, el mantenimiento de los niveles de humedad del suelo y el cuidado de los huevos.

Para la incubación de huevos de Cyclocephala en grupos de 50, fué mucho más conveniente usar un papel filtro húmedo de 9 cm. de diámetro dentro de un plato Petri de 100 x 15 mm. Los papeles montados sobre una capa endurecida de agar al 1% en el fondo del Petri, debiendo ser humedecidos por todo el periodo de incubación. Las pruebas fueron examinadas una vez por semana, removiendose aquellos huevos infértiles y blandos. El uso de recipientes de vidrio en las cámaras de incubación permitió la rápida revisión de los huevos. Una vez que dió inicio la eclosión, los petri fueron examinados de 2 a 3 veces por día. Las larvas recién eclosionadas fueron transferidas con ayuda de un cepillo de pelo de camello húmedo hacia recipientes con una capacidad de 8 oz., conteniendo tierra con estiércol húmedo, el cual fue tamizado a través de cedazo de 16 mallas.

Aproximadamente 25 larvas fueron colocadas en cada recipiente y fueron separadas de acuerdo a la edad de la fecha desde la eclosión. El suelo con estiércol y basura (aproximadamente un 30% de materia orgánica) provee de alimento a las larvas jóvenes, pero fué más apetecido el estiércol de ganado (Davis, 1915) o suelo y semillas de trigo.

2.9.2 Crianza de *Costelytra zealandica*.

Las raíces picadas de *Lolium perenne*, mezcladas con suelo puede ser considerado un medio de crianza Wightman, (1972).

Schwartz y Jurimas (1970) usaron raíces de zanahoria para alimentación de larvas de escarabeídeos.

Las larvas de *C. zealandica* fueron alimentadas con radículas de diferentes especies de semillas germinadas como ser la de maíz, cebada, trigo, avena, frijol enano, y guisantes y con rodajas de zanahoria mezclada con suelo, y suelo más estiércol de carnero (Wightman, 1972).

Una técnica similar a la de Wightman fué la desarrollada por Schwartz *et al.* (1970) en donde las semillas fueron totalmente mezcladas con el medio de crianza para su respectiva germinación, tiempo después fueron colocadas las larvas.

Wightman (1972) enuncia la siguiente metodología:

Mezclar completamente las semillas con el suelo (cieno) o suelo más estiércol de ovejas (3:1) en una proporción de 25 g/l.

Colocar un litro de la mezcla resultante en un recipiente plástico para comida de 10 cm². x 11 cm. de alto, las tapaderas fueron selladas con una cinta de polietileno.

Los recipientes fueron abiertos 7 días después, sin antes introducir las larvas y antes de que iniciara la germinación, siendo sometidos los recipientes a una temperatura de 20 ± 1°C. Las piezas de zanahoria midieron aproximadamente 1 cm. de grosor x 5 cm. de largo, siendo extraídas del interior para evitar el posible uso de material contaminado con insecticidas.

2.9.3 Métodos de crianza de Scarabaeidae.

Este método empleado en la crianza de escarabaeidos presenta un amplio número de modificaciones con respecto al método descrito por Davis (1915) esta metodología es sugerida por Fox y Ludwig, 1965).

Colecta de material y métodos para inducir a la oviposición.

Es muy importante que al transportar los adultos hacia el laboratorio estén protegidos del calor excesivo y la desecación, y de evitar el aglomeramiento en los tarros. El aglomeramiento se podrá evitar colocando de 50 a 100 insectos, en tarros con capacidad de una pinta incluyendo algunas ramas de plantas preferidas por ellos y que les sirvan de apoyo y rodajas de suculentas frutas como alimentó.

Para la obtención de huevos puede ser usado un tarro de tamaño estándar de 12 pulgadas, llenado con suelo fino previamente tamizado. Al llenar los recipientes es deseable agregar suficiente agua al suelo para crear una humedad moderada. Debe evitarse el exceso de humedad, ya que el suelo mojado en exceso no es favorable para la oviposición y podría dificultar la extracción de huevos. Los huevos pueden ser removidos del suelo con ayuda de un tamiz y ser transferidos con ayuda de un cepillo húmedo de pelos de camello.

Antes de colocar los escarabajos en las cajas, es aconsejable poner suficiente cantidad de alimento.

Se puede adicionar rodajas o pedazos de frutas que espongan su pulpa y que sean de fácil acceso a los insectos, a la vez que sirva de fuente de humedad y de alimento.

Manejo y alimentación de las larvas.

Las larvas pueden ser colocadas en recipientes de metal con una capacidad de una onza. No es recomendable colocar más de una larva por tarro, por problemas de canibalismo.

El medio usado en los envases de crianza debe ser tamizado y esterilizado. Este puede ser de naturaleza y composición variada, pero que posea una buena capacidad para retener humedad y que sea a la vez suministro de alimento. Por este doble propósito es recomendable agregar vegetales molidos de diferentes partes de plantas. Para evitar la liberación de grandes cantidades de amoníaco al descomponerse la proteína contenida en la materia orgánica, es recomendable emplear una mezcla en iguales cantidades de leche y agua previo a la transferencia de las larvas hacia los envases de crianza. El material empleado como medio alimenticio debe ser renovado periódicamente, con el fin de asegurar el suplemento alimenticio y la retención de humedad.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Trampeo de escarabeidos adultos.

El trampeo de insectos se realizó en noviembre de 1989 a septiembre de 1990, en la estación experimental "La Montaña" ubicada en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

El CATIE está ubicado a 590 msnm, con una latitud norte de 9°53' y 83°38' de longitud oeste. La temperatura media es de 21.5°C, la mínima media de 18°C y la máxima media de 26.4°C (de cuatro años de observación, Depto de Meteorología CATIE).

La precipitación media anual es de 2171 mm, la humedad relativa promedio fue de 86 % (en cinco y cuatro años de observación, Depto de Meteorología CATIE).

Para el trampeo con luz, se mantuvo una trampa durante todo el estudio en la estación experimental "La Montaña". Para aumentar la cantidad de capturas, se estableció una segunda trampa (trampa secundaria) al lado del bosque secundario. En el periodo de tres meses dicha trampa permitió acumular información adicional sobre la fluctuación poblacional de las especies capturadas en la en "La Montaña". Se realizaron trampeos puntuales durante periodos variables de tiempo en diferentes sitios con varios diseños de trampas. En este último caso, sin en un lugar no rendía la cantidad esperada de capturas, era cambiada de lugar.

3.2 Trampeo en "La Montaña".

Se instaló una trampa de luz a una altura de 1.50 m, colgada de una rama de un árbol de naranjo dulce, ubicado dentro de un pequeño huerto compuesto por árboles de mandarina, aguacate, caimito, guanábana y guayaba. Cercano a este huerto se encuentra una diversidad de cultivos tanto anuales (maiz, chile, tomate, frijol) como perennes

(diferentes especies de musáceas, cacao, café y algunas especies forestales).

La trampa se activó cada día a las 5 pm y desactivó al día siguiente a las 6.15 am. Para mantener los insectos que nos interesaban que estuviesen vivos, en el interior del frasco plástico se colocaron hojas verdes de naranjo y gramíneas, para proveer a los insectos de un lugar para posar.

3.2.1 Descripción de la trampa.

La trampa fue construida de aluminio y al final del embudo, poseía un envase plástico (fig. 1), basado en modelos presentados por Frost (1957). Esta trampa es conocida como "trampa de Pennsylvania". La corriente eléctrica fue la fuente empleada para el funcionamiento de la trampa, la luz que emanaba provenia de un fluorescente color negro F 20 T/ BLB, de 62 cm de largo de 20 watts.

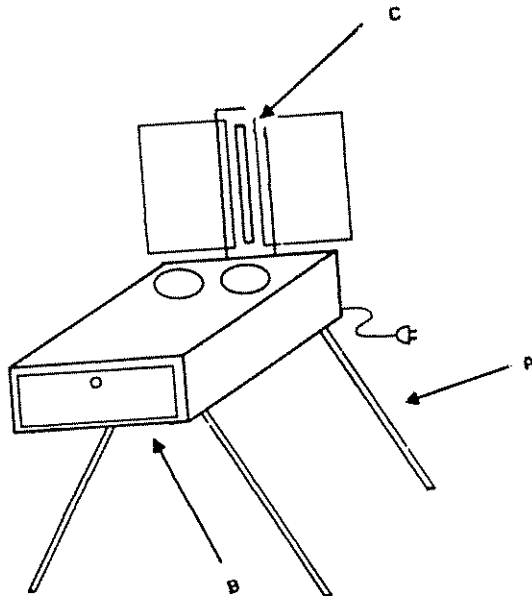


Fig 1. Trampa de "Pennsylvania" empleada en "La Montaña", Turrialba, Costa Rica, 1990.

3.3 Trampeo al lado del bosque secundario.

La trampa secundaria estuvo ubicada detrás de los invernaderos de las instalaciones del CATIE, a 5 m. del bosque secundario que rodea al Rio Reventazón. Los lugares cercanos a la trampa de luz poseen una topografía irregular y con una gran diversidad de árboles (guayabos, citricos), arbustos y algunas musáceas. Esta trampa se ubicó en este lugar a partir del 8 de marzo hasta el 31 de mayo y fue activada a las 5.00 pm y desconectada a las 7.00 am. En los dos recipientes que poseía esta trampa se colocaron hojas de árboles, para evitar la fuga de los insectos capturados.

3.3.1 Diseño de la trampa.

Las especificaciones del diseño de la trampa se dan a continuación (fig 2). :

a.- Patas fabricadas de tubo de hierro de 2.5 cm de diámetro por 120 cms de largo.

b.- Cajón de 45 cms de ancho por 60 cms de largo y 60 cms de alto. En el interior del cajón se colocaron dos tarros plásticos gruesos de 25 cms de alto y 12 cms de abertura.

c.- Regla de 20 cms de ancho por 2.5 cms de grosor y 120 cms de alto, con láminas de aluminio de 15 cm de ancho x 55 cm de largo, en el centro un fluorescente luz negra F 20T 12/ BLB, de 62 cm de largo de 20 watts con corriente eléctrica de 120 voltios.

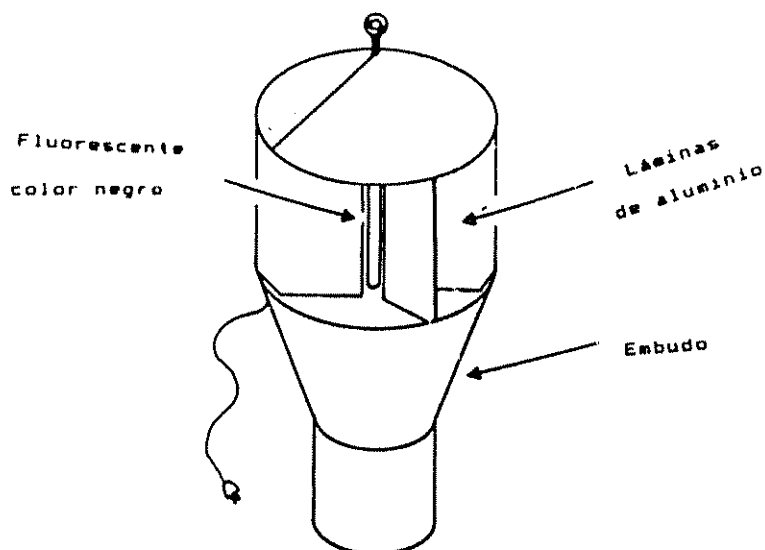


Fig 2. Trampa de luz empleada en las instalaciones de CATIE, cercanas al bosque, Turrialba, Costa Rica, 1990.

3.4 Cria de escarabeidos a partir de los adultos capturados.

3.4.1 Pruebas Preliminares.

Los trabajos de crianza de las especies de escarabeidos, los cuales fueron más abundantes en las capturas con la trampa luminica, se iniciaron entre noviembre de 1989 a 1990.

Las crias tuvieron carácter observacional sin diseño experimental, por la falta de información publicada sobre la biología de las especies de la región en la cual se fundamentar ensayos formales.

Estas pruebas tuvieron como objetivo eliminar de futura experimentación:

a) Aquellas especies que mostraron ser renuentes para ovipositar bajo condiciones de cautiverio.

b) Aquellas prácticas o aspectos metodológicos que fueron difíciles de manejar o que manifestaron problemas de cualquier índole infiriendo en la baja producción de huevos y/o de larvas.

Los aspectos estudiados durante esta fase fueron:

a) Tamaño y forma de camas de oviposición.

b) La composición del suelo y coberturas de las camas de oviposición.

c) Fuentes alimenticias de los adultos.

d) Métodos de incubación de los huevos.

e) Manejo de larvas.

Todas las observaciones fueron hechas con crías realizadas en la casa de cría (antiguo comedor) del Programa I del CATIE. Este edificio posee paredes de mallas con un techo de asbesto que no permitía el paso de la luz. Las temperaturas registradas en el interior del edificio oscilaron entre los 19 a 33°C durante la realización de las pruebas.

Los detalles de las observaciones realizadas han sido incluidos en la presentación de los principales resultados.

3.4.2 Pruebas experimentales.

De marzo a junio de 1990 se efectuaron diversas pruebas experimentales con las tres especies seleccionadas : Anomala cincta, Anomala discoidalis y Cyclocephala amazona. Los ensayos fueron llevados a cabo en el mismo lugar que se realizaron las pruebas preliminares.

Producción de huevos por Anonala discoidalis en dos profundidades de suelo y tres poblaciones de adultos.

Se realizaron dos pruebas en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial que consistían en evaluar el efecto de 3 niveles de población inicial de adultos (2, 4 y 6 adultos/envase) y dos niveles de profundidad de suelo (5 y 11 cm) sobre la producción de huevos. Cada ensayo tuvo tres repeticiones. Ambas pruebas fueron llevadas a cabo en envases plásticos de gaseosa con capacidad de 2 litros designados como modelo I, a los cuales se les hizo una pequeña abertura, que fue cubierta con un cedazo o malla plástica y asegurada con cinta adhesiva con el fin de evitar la fuga de los insectos (fig 3). Al modelo II le fue cortada la parte superior y sobre esta fue colocada la base de color oscuro a las paredes se le hicieron agujeros.

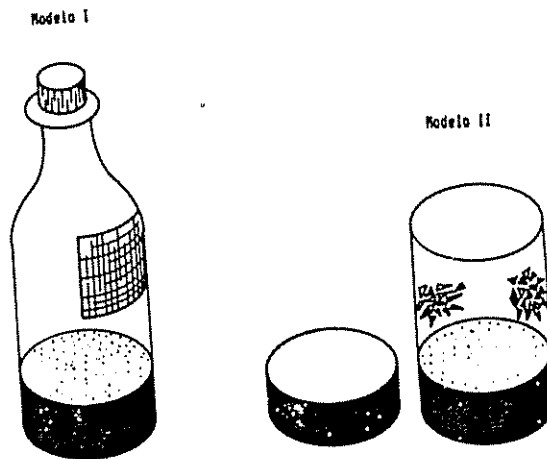


Fig. 3. Dos modelos distintos de construcción de envase

En el fondo de cada envase se colocó, a las dos profundidades indicadas anteriormente, una mezcla de suelo y estiércol de ganado previamente esterilizada a una temperatura de 150°C durante 5 horas. Las proporciones de cada componente fueron: 3 partes de estiércol seco por cada 2 partes de suelo. El suelo fué proveniente de la estación experimental "La Montaña".

Los insectos utilizados en las pruebas provinieron de la trampa de luz en "La Montaña". En cada envase plástico fueron colocadas rodajas de naranja o plátano como alimento dentro de una tapa plástica ubicada sobre el suelo.

Una vez colocadas las tres poblaciones iniciales de insectos, los huevos fueron colectados y cuantificados cada dos días hasta los ocho días después de establecer el ensayo cuando todos los insectos fueron muertos. Se consideró como un insecto muerto uno que no movía cuando fue colocado en un recipiente con agua fría.

La extracción de los huevos se efectuó colocando el suelo sobre un cedazo de 35 mallas/cm² y moviéndose con una pequeña paleta plástica para separar los aglomerados mas grandes de las partículas más finas de suelo en la superficie del cedazo y el suelo fino que paso por él fue revisado cuidadosamente ante la presencia de huevos. Los huevos eran trasladados a macetas con suelo rico en materia orgánica para su pósterior incubación.

La raíz cuadrada del número de huevos producidos durante los ocho días de evaluación fue analizado por ANDEVA, en un modelo de bloques completos al azar con arreglo factorial, con y sin la inclusión de la suma de los insectos vivos en cada fecha como covariable, con PROC GLM de SAS (SAS Institute, 1987). Ya que la covariable no tuvo significancia en ninguno de los dos ensayos, los resultados fueron interpretados con base en el modelo sin la inclusión de la covariable. Las medias de número de huevos para las tres poblaciones iniciales de insectos fueron separados a traves de una prueba simultanea de "t" de Bonferroni.

La repetición de este análisis, sin transformación del número de huevos, reveló que no se cambió ninguna interpretación. Por lo tanto, por motivos de simplicidad, se optó para presentar los resultados con base en el análisis de los datos no transformados.

Producción de huevos por Anomala cinta en dos profundidades de suelo y tres poblaciones de adultos.

La metodología empleada en la instalación de los dos ensayos fue similar al anterior, al igual que los factores evaluados fueron los mismos. Con la diferencia de que uno de los ensayos fue efectuado en envases de forma cuadrangular colocados en el interior de jaulas. El diseño experimental así como la toma y análisis de los datos fue análoga a la descrita para A. discoidalis.

Producción de huevos por Cyclocephala amazona en dos profundidades de suelo y tres poblaciones de adultos.

La metodología empleada en la instalación de los dos ensayos fue similar a la descrita para A. discoidalis, al igual que los factores evaluados fueron los mismos. Con la única variable que uno de los ensayos fue efectuado en envases de forma cuadrangular colocados en el interior de jaulas. El diseño experimental así como la toma y análisis de los datos fue análoga a la descrita para A. discoidalis.

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1 Trampeo con luz de esacarabeidos adultos.

4.1.1 Capturas de *Anomala cinta* Say, *Anomala discoidalis* Bates y *Cyclocephala amazona* L.

A. cinta, *A. discoidalis* y *C. amazona* fueron las especies más abundantes durante el período del estudio y también fueron las especies empleadas en los estudios reportados posteriormente. *A. cinta* y *A. discoidalis* estuvieron presentes en la mayoría de las semanas del período de captura, aunque ambas especies mostraron picos y caídas en algunos meses (fig 4 y 5).

El pico de mayor captura para *A. cinta* ocurrió en los meses de marzo a abril en la estación experimental "La Montaña". Una distribución similar fue obtenida en las capturas de la trampa secundaria al lado del bosque secundario. Sin embargo, el número de insectos capturados en esta trampa fue menor. Aparentemente esos picos poblacionales estuvieron relacionados con la caída de las primeras lluvias fuertes, luego de un periodo largo de precipitación reducida (fig 6).

En "La Montaña", *A. discoidalis* presentó tres picos principales de capturas durante el periodo de estudio, uno de los cuales a partir de la última semana de noviembre y primera semana de diciembre, presentó la mayor captura (fig 5). Dichos picos se presentaron entre dos a tres semanas después de semanas con precipitación muy alta. Las capturas en la trampa secundaria fueron mucho más bajas.

Cyclocephala amazona L.

La captura de *C. amazona* durante los primeros meses de muestreo en "La Montaña" fue muy baja pero a partir del mes de abril ocurrió un incremento en el número de insectos capturados (1777 capturados). Las capturas altas continuaron

durante el mes de mayo antes de reducirse a partir de junio (fig 7). Dicho incremento en la población estuvo estrechamente relacionado con el periodo de las lluvias predominantes en esta época del año. Es notorio que no hubo un incremento correspondiente en las capturas durante las lluvias fuertes del mes de marzo, como fue el caso para A. cinta y A. discoidalis. En la trampa secundaria se pudo denotar un pico de captura durante los meses de abril y mayo pero las capturas fueron menores.

Figuras número 4-6 correspondientes a registros de captura de La Montaña y el bosque aledaño al CATIE.

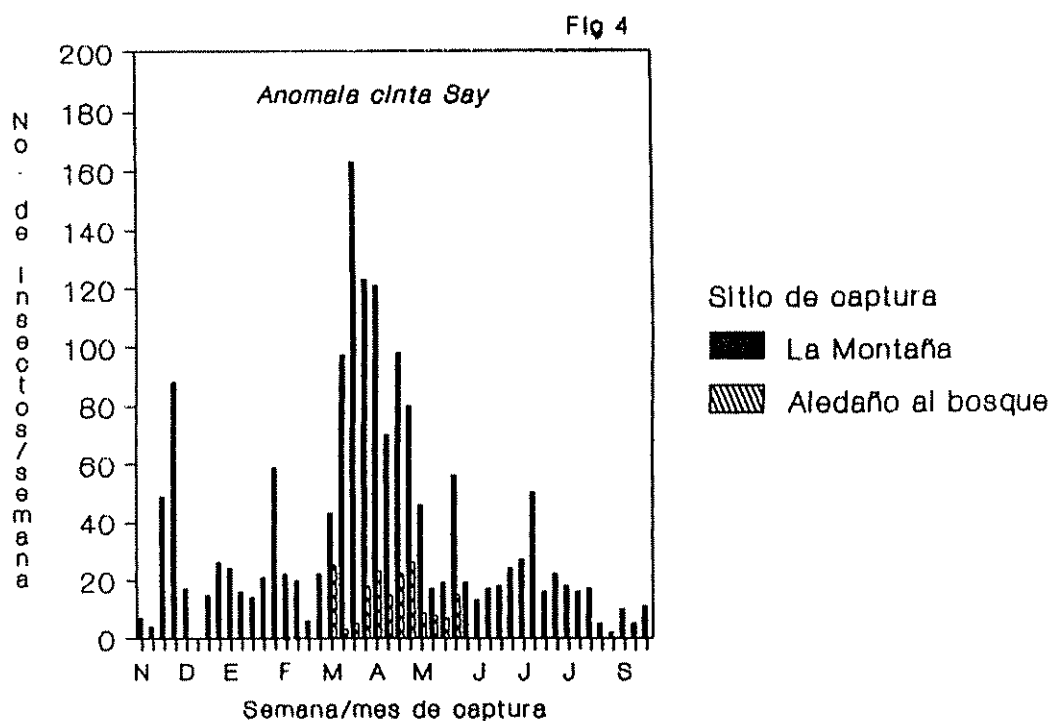


Fig.4. Fluctuación poblacional de *A. cincta* y de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña" de Noviembre a septiembre, y en el bosque secundario entre los meses de marzo a mayo aledaño al CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1990.

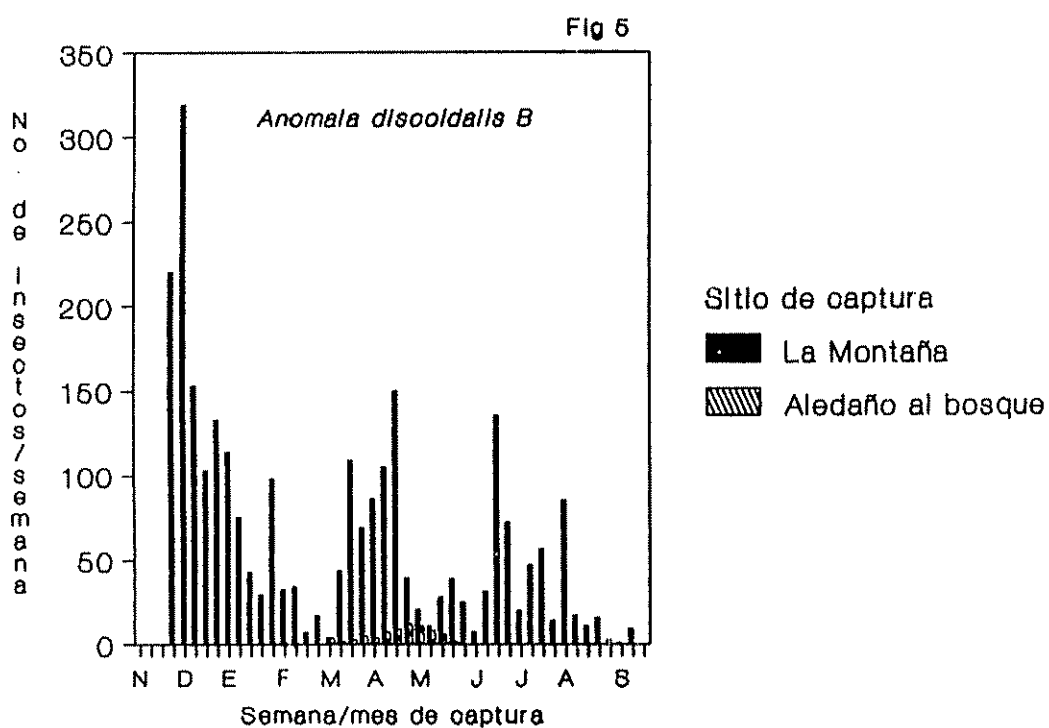


Fig.5. Fluctuación poblacional de *A. discoidalis* y de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña" de Noviembre a septiembre, y en el bosque secundario entre los meses de marzo a mayo aledaño al CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1990.

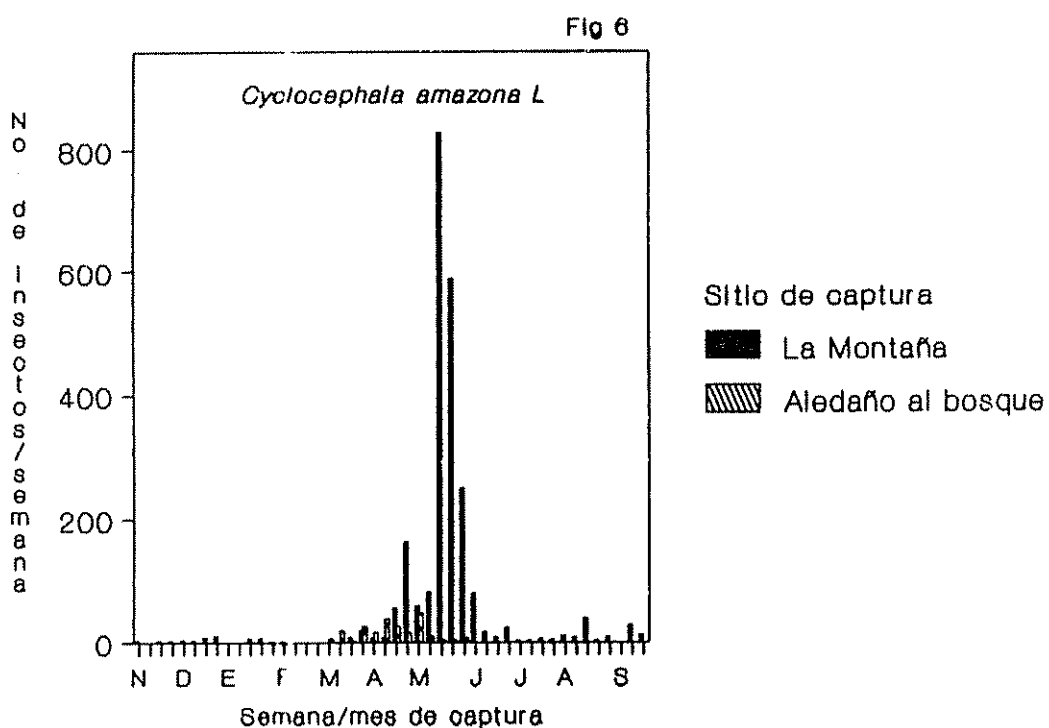


Fig 6. Precipitación semanal de dos sitios en la finca experimental La Montaña de los meses de Noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba. Costa Rica, 1990.

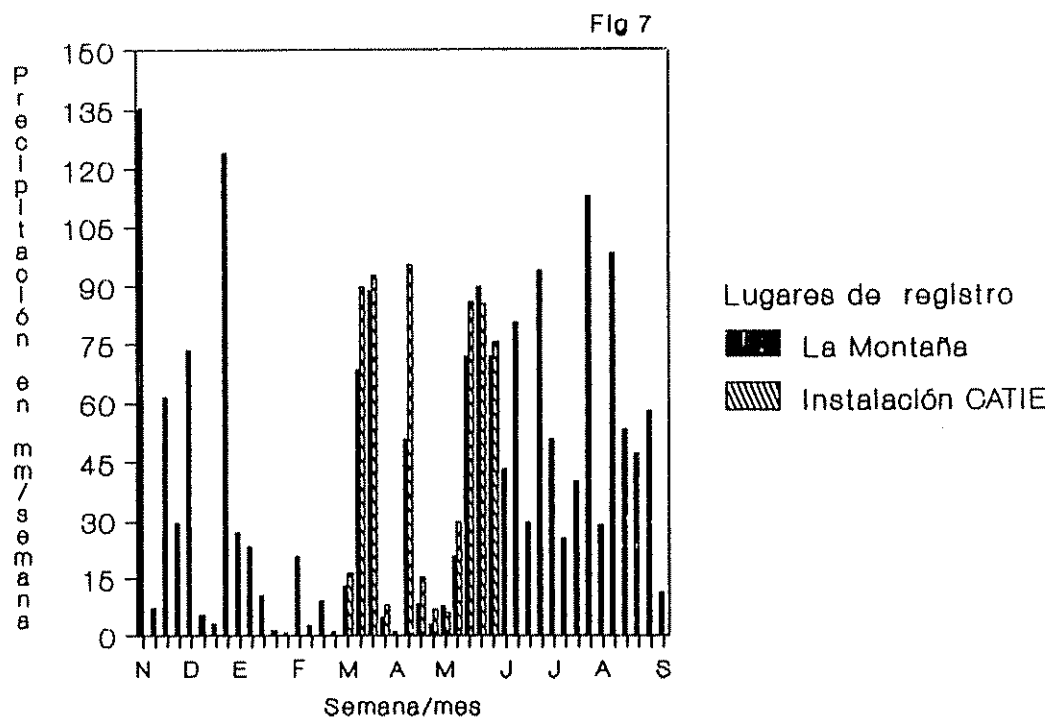


Fig 7. Fluctuación poblacional de *Cyclocephala amazona* y de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña" de los meses de Noviembre a septiembre, y en el bosque secundario entre los meses de marzo a mayo aledaño al CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1990.

4.1.2 Informes de capturas de otras especies de la familia Scarabaeidae.

Ancoqnatha humeralis Arrow.

En "La Montaña" esta especie no presentó picos marcados de capturas, sino que se mantuvieron capturas ocasionales durante todo el de estudio (fig. 8). En la trampa secundaria las capturas fueron mayores pero tampoco manifestó un pico definido.

Los adultos poseen forma semi-ovalado, de color amarillo con manchas de color negro de forma irregular sobre sus élitros, la longitud corporal es de 25 mm y el ancho de 15 mm.

Anomala granulipyga B.

En "La Montaña" la época de mayor captura de este insecto se detecta a partir del mes de noviembre extendiéndose hasta finales del mes de enero (fig. 9). El pico de mayor captura coincidió con aquellas semanas en que hubo menor precipitación. Entre los meses de mayo a agosto hubo capturas ocasionales. Aunque no hubo capturas en "La Montaña" durante marzo y abril, si se obtuvieron pequeñas capturas en la trampa secundaria.

Este insecto posee cuerpo semi-ovalado, de tamaño mediano; el pronoto es de color negro metálico y sus élitros son de color negro brillante; la longitud corporal es de 14 a 16 mm.

Anomala valida Burm.

El período de mayor captura de esta especie en "La Montaña" se presentó de las últimas semanas de noviembre hasta el mes de febrero, aunque en algunas semanas se registraron ninguna o muy bajas capturas (fig. 10). La semana de mayor captura fue la última del mes de febrero. Se observaron capturas esporádicas durante los otros meses del

estudio. Los meses de abril a junio fueron los de las capturas menores en "La Montaña" pero en la trampa secundaria se lograron capturas relativamente altas durante la mayoría de las semanas de abril a mayo.

Los adultos poseen cuerpo robusto; no poseen sedas sobre su dorso. El pronoto es de color café oscuro, los élitros son de color café más claro con pequeños puntos oscuros. La longitud corporal es de 20 mm.

Aspidolea singularis B.

Las principales capturas en "La Montaña", se concentraron en los meses de noviembre a febrero (fig 11). En el resto del período de estudio se observaron capturas ocasionales. Las capturas en este lugar no manifestaron ninguna relación estrecha con la distribución de las lluvias. En tanto los datos de captura obtenidos de la trampa secundaria, el período de mayor captura fue en el mes de marzo, uno de solamente dos meses cuando no hubo captura en "La Montaña".

Este insecto es de tamaño mediano, dorso glabro, de color café rojizo, con dos pequeños puntos en los costados del pronoto; poseen una longitud corporal de 11 mm y un ancho de 5 mm.

Cyclocephala amblyopsis B.

Durante todo el período de estudio, las capturas en ambos sitios resultaron ser muy bajas y esporádicas. Las capturas registradas corresponden a períodos de alta precipitación (fig 12).

Este insecto es de porte robusto, tamaño mediano, pronoto de color rojizo. El resto del cuerpo presenta un color café; la longitud corporal es de 15 mm y 9 mm de ancho

Cyclocephala ampliata B.

Las capturas en ambos sitios resultaron ser muy bajas y esporádicas, durante todo el periodo de estudio. Las capturas registradas corresponden a periodos de alta precipitación (fig 13).

Es insecto de cuerpo robusto, pronoto de color café rojizo y los élitros son de color pardo amarillento; con una longitud corporal de 26 mm y un ancho de 14 mm.

Cyclocephala collaris Burm.

Solamente en "La Montaña" se capturó esta especie, observándose dos periodos de captura, uno mayor durante el mes de enero y el segundo en las primeras tres semanas de marzo (fig 14). Capturas pequeñas ocasionales se presentaron en agosto, noviembre y diciembre. Las capturas no manifestaron una relación directa con la distribución de las lluvias. Aunque las capturas mayores ocurrieron principalmente durante periodos de menor precipitación.

Este insecto es de porte mediano, dorso sin sedas y cuerpo de color pardo amarillento, con una longitud corporal de 10 mm.

Cyclocephala lunulata Burm.

En "La Montaña", las principales capturas se concentraron en los meses de marzo a mayo (fig 15); también fue registrada una segunda temporada de captura en el mes de agosto. Las semanas en las cuales ocurrieron las capturas mayores fueron las mismas o las que siguieron semanas de precipitación arriba de los 80 mm. En tanto en la trampa secundaria, se obtuvieron altas capturas a partir de la última semana de marzo hasta finales de mayo, es decir al mismo tiempo que las capturas fueron altas en "La Montaña" .

Morón y Terrón (1988) señalan que "los adultos poseen forma ovalada-alargada, de color pardo amarillento, con 4 a 8 manchas rojizas irregulares pero simétricas en el pronoto y 4 a 10 manchas en los élitros de forma sigmoide alargada o semilunar.". Poseen una longitud corporal de 15 mm y un ancho de 9 mm.

Figuras 8 a 15 corresponden a registros de captura de "La Montaña" y el bosque aledaño a instalaciones de CATIE.

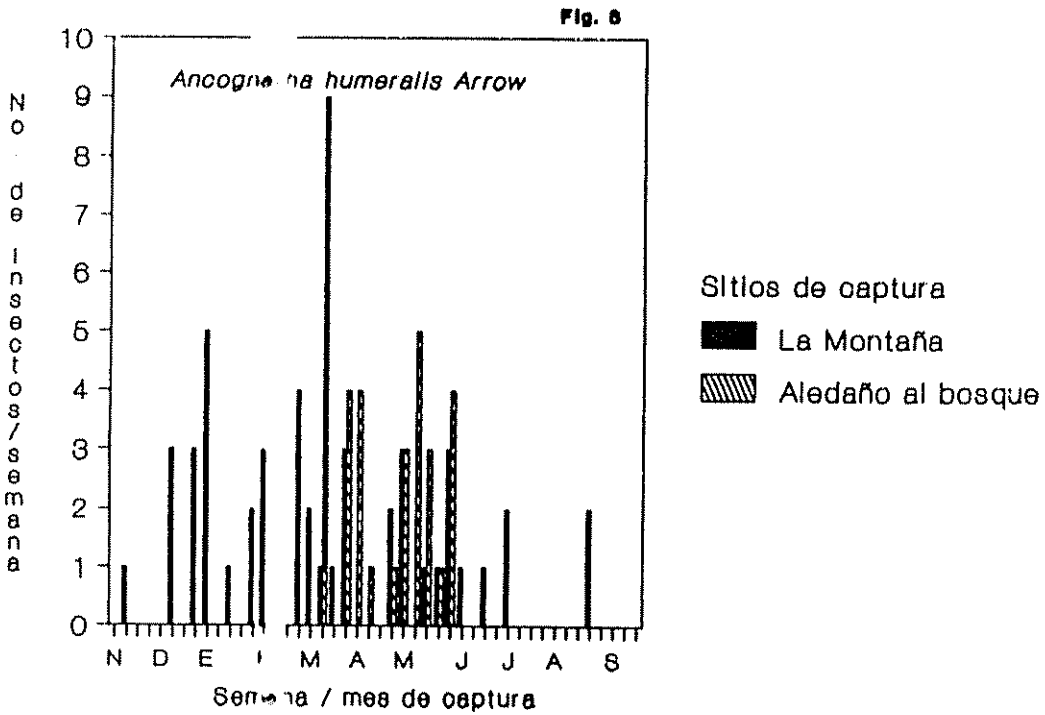


Fig. 8. Fluctuación poblacional de *Ancognatha humeralis* de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de los meses de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1980.

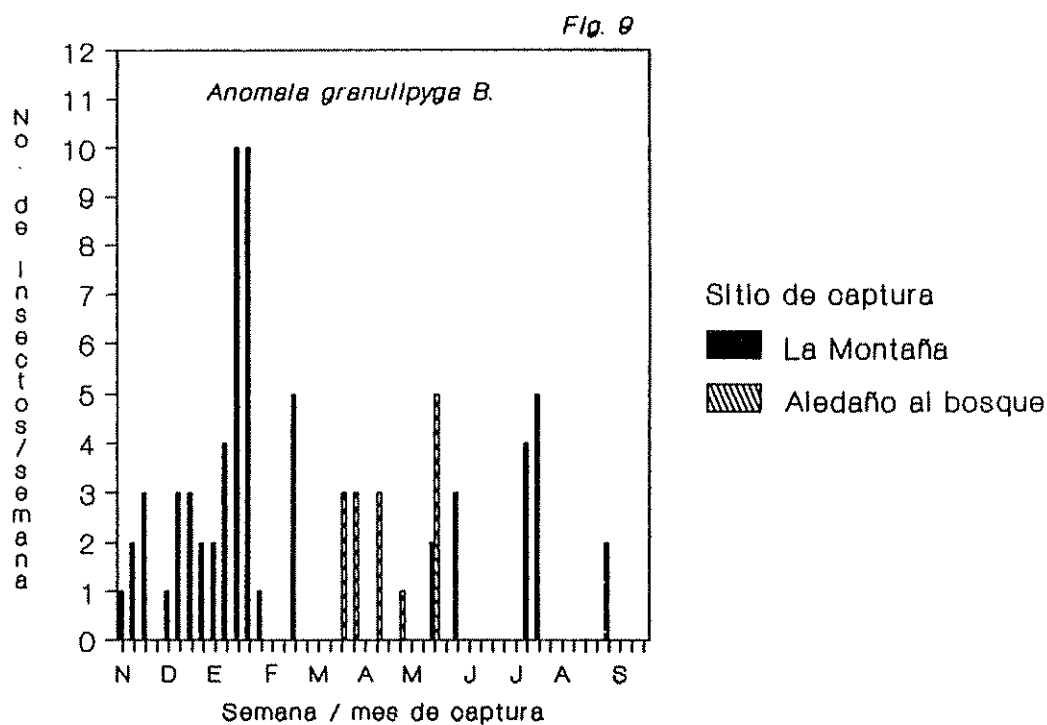


Fig. 9 . Fluctuación poblacional de *Anomala granulipyga* de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de los meses de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

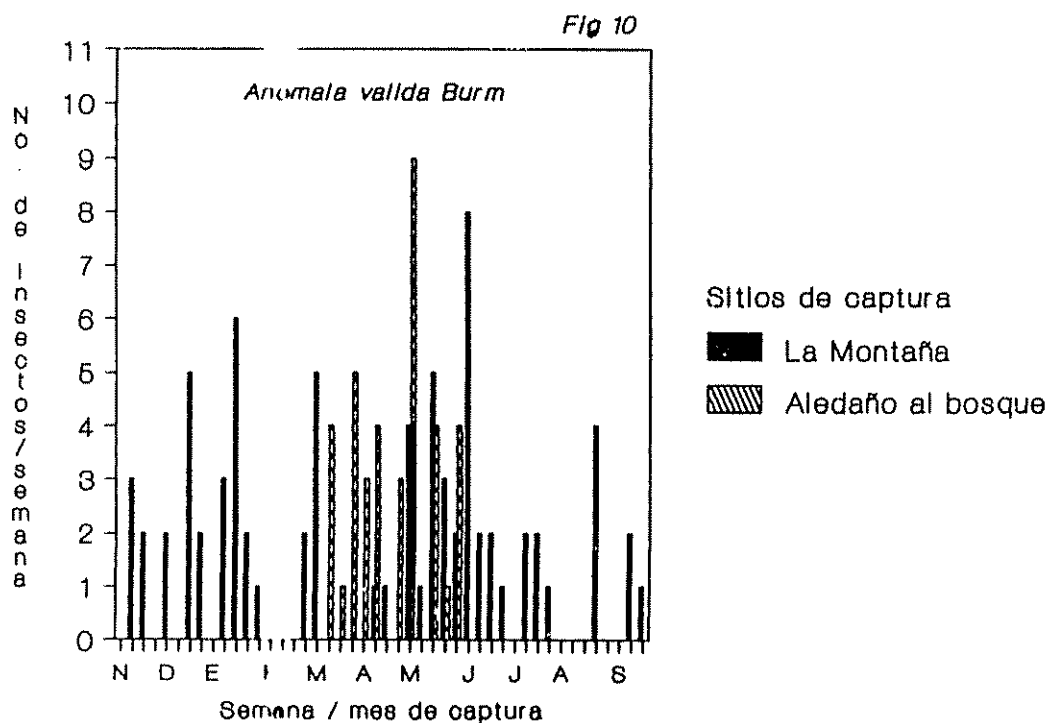


Fig. 10. Fluctuación poblacional de *Anomala valida* de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de los meses de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

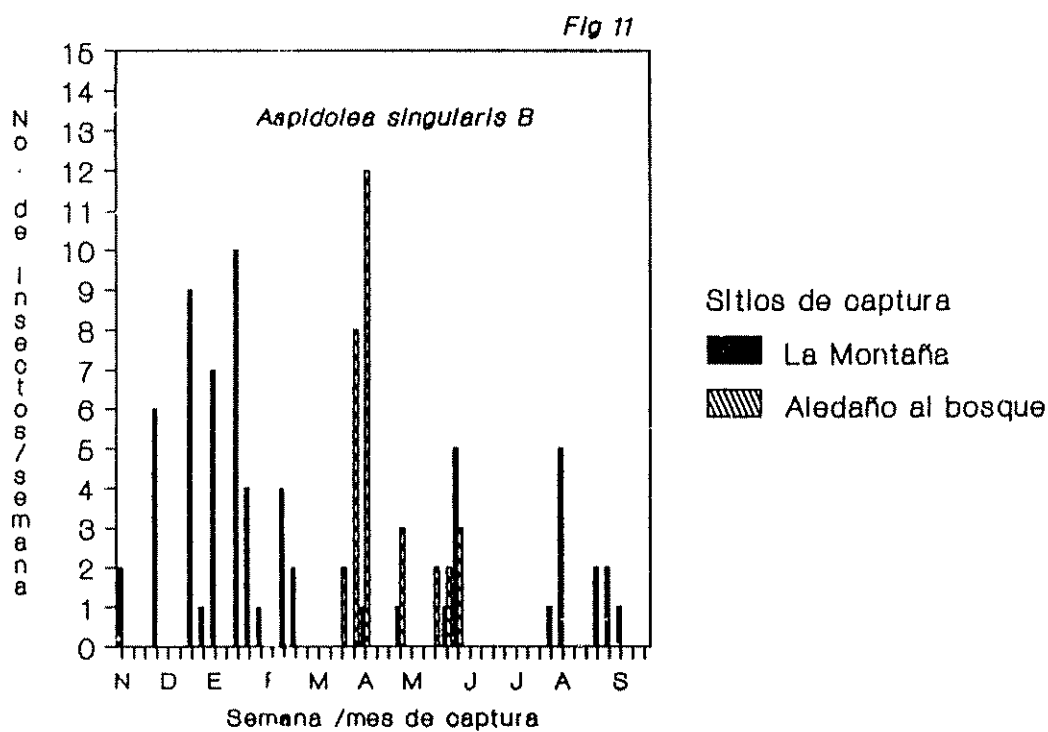


Fig 11. Fluctuación poblacional de *Aspidolea singularis* de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

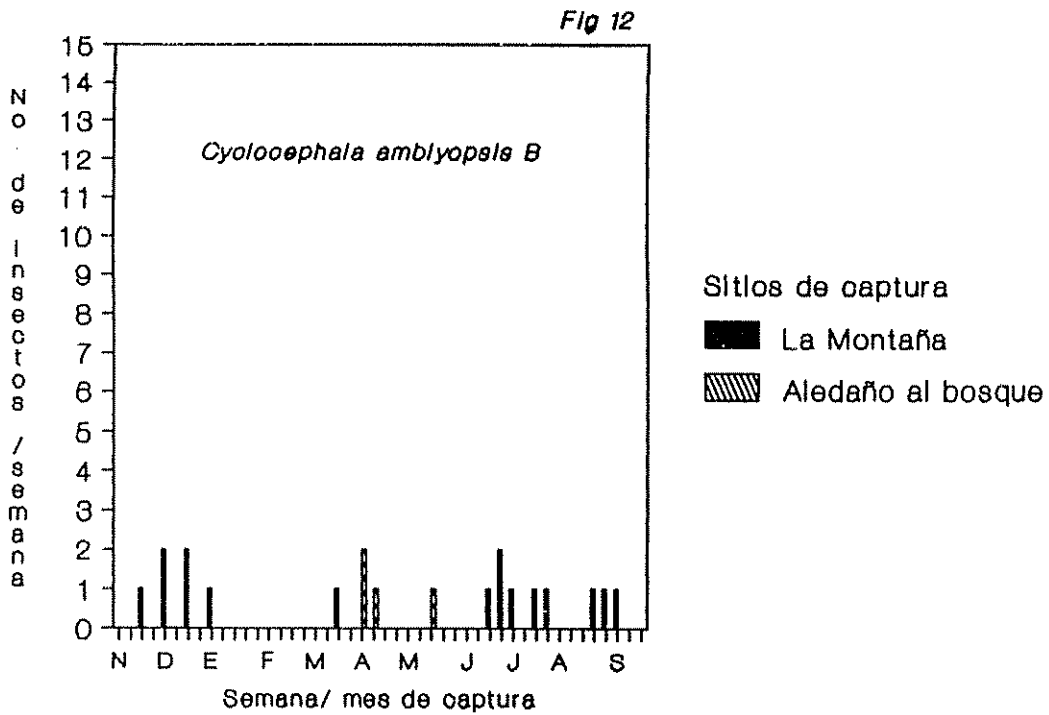


Fig 12. Fluctuación poblacional de *Cyclocephala amblyopsis* de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

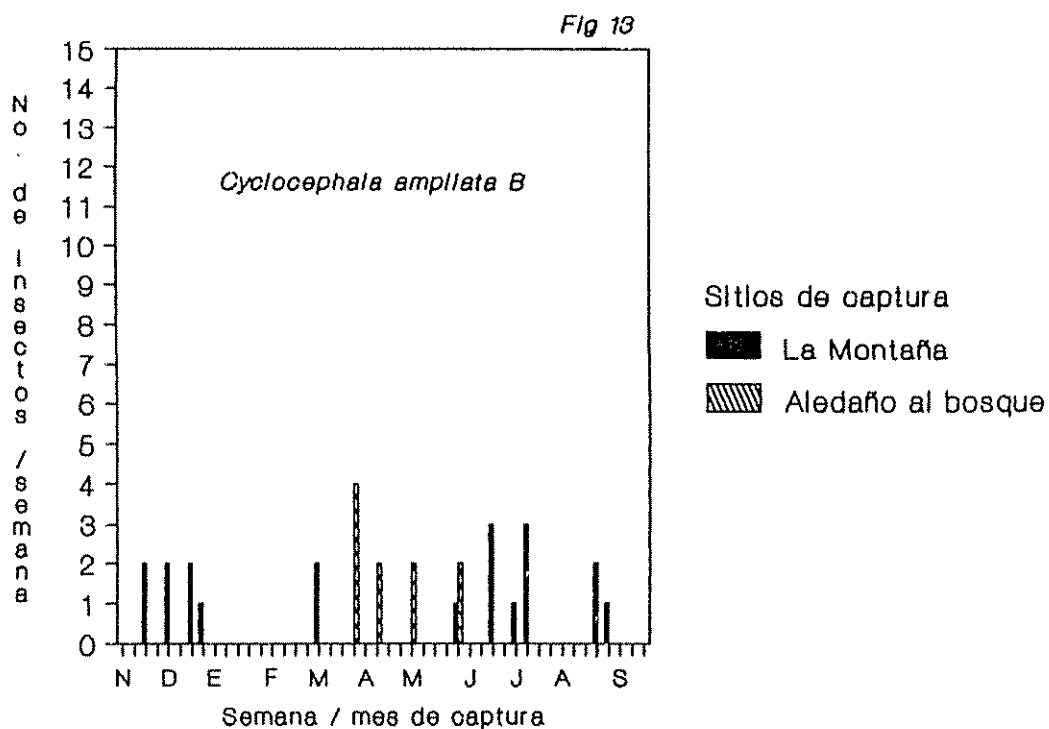


Fig 13. Fluctuación poblacional de Cyclocephala ampliata de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

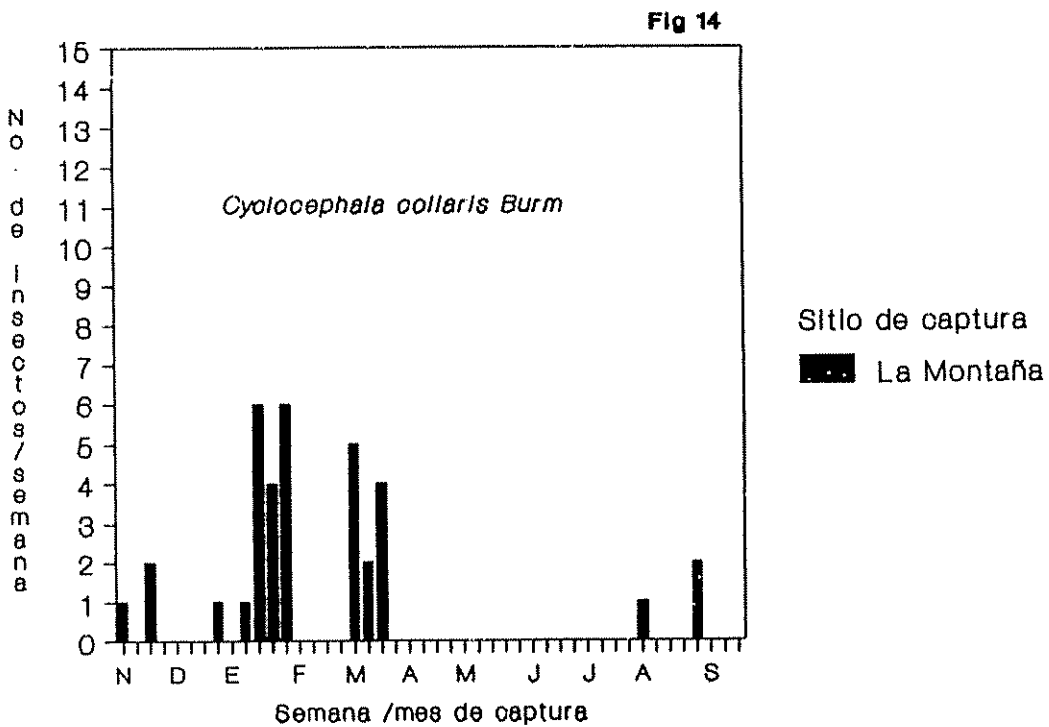


Fig 14. Fluctuación poblacional de *Cyclocephala collaris* de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

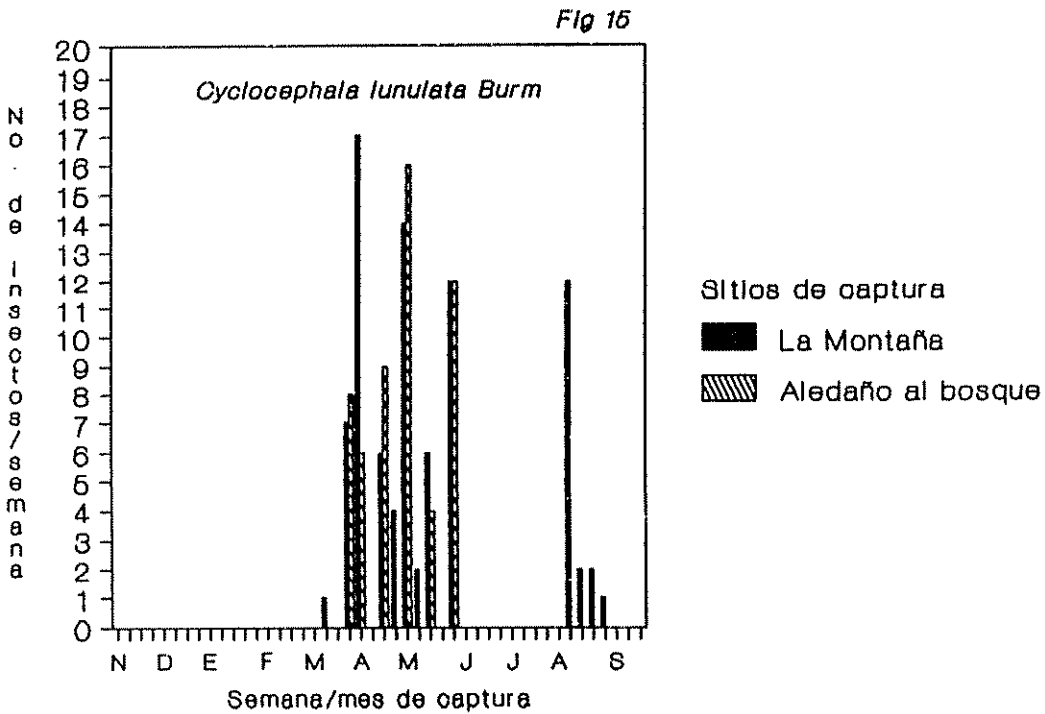


Fig 15. Fluctuación poblacional de Cyclocephala lunulata de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

Cyclocephala macrophylla Er.

Esta especie no presentó picos marcados de capturas en "La Montaña", pero si se presentaron períodos de pequeñas capturas durante todo el periodo de trampeo, con la excepción de los meses de enero a marzo (fig 16). Las capturas mostraron una tendencia de ser menores durante el período más seco del estudio pero de otra manera no mostraron una relación estrecha con la precipitación. En la trampa secundaria se registraron capturas durante marzo y abril, período cuándo estuvieron ausentes de "La Montaña"; la captura más alta fue registrada en "La Montaña" durante todo el período.

Cyclocephala melanocephala B.

Capturas de C. melanocephala fueron registradas durante todos los meses del estudio en ambos sitios (fig 17). En "La Montaña" las mayores capturas fueron entre los meses de noviembre a marzo y fueron más bajas en el periodo de marzo a julio. Al contrario, durante marzo a mayo, las capturas registradas en la trampa secundaria fueron de un tamaño equivalente a las registradas durante noviembre a enero en "La Montaña". La mayoría de las capturas altas de esta especie ocurrieron durante semanas de alta precipitación, con la excepción importante de la mayor captura, registrada durante la última semana de febrero en "La Montaña". Insecto de tamaño mediano, élitros de color café claro y el pronoto es de color rojizo. Posee una longitud corporal de 15 mm y 8 mm de ancho.

Cyclocephala signata Drury.

C. signata fué la especie menos representada de todas las que se capturaron durante todo el estudio. Sólo cuatro individuos fueron capturados en noviembre y diciembre en "La Montaña" y dos durante mayo en la trampa secundaria (fig 18).

Los adultos son de color pardo amarillento con una longitud corporal de 15 cm y con un ancho de 9 mm.

Dichotomius carolinus L.

A lo largo del periodo de estudio, las capturas obtenidas en ambos sitios fueron muy bajas y esporádicas (fig 19). En "La Montaña", la mayoría de estas capturas ocurrieron durante el periodo de mayo a septiembre, en un periodo de alta precipitación, pero la especie estuvo ausente de la trampa entre noviembre y enero cuando la precipitación fue más alta. Las pequeñas capturas durante febrero ocurrieron durante un periodo de seis semanas en que la precipitación fue mayor que de 8 mm. Capturas mayores fueron registradas durante abril y mayo en la trampa secundaria.

Morón y Terrón (1988) lo describen de "cuerpo robusto, semi oval de color negro brillante, los élitros presentan siete estrías finas con una pubescencia ocre mezclado con tierra". Posee una longitud corporal de 30 a 36 mm y un ancho de 20 mm.

Faula centralis Sharp.

En "La Montaña" el periodo de captura de esta especie correspondió solamente al mes de marzo (fig 20). Dicho pico de captura, al igual que el de la trampa secundaria se inicia tiempo después de un periodo de pocas lluvias,

coincidiendo sus picos máximos con la caída de altas precipitaciones. En la trampa secundaria, en este mismo periodo. La cantidad de insectos capturados que sobrepaso las capturas de la trampa ubicada en "La Montaña".

Este insecto es de tamaño pequeño, con patas muy largas; posee una longitud corporal de 9 mm y 4 mm de ancho.

Isonychus pictus Sharp.

Fue registrada solamente en números bajos durante el periodo de abril a junio en "La Montaña", con capturas adicionales en marzo en la trampa secundaria (fig 21). Las capturas en "La Montaña" correspondieron a las primeras semanas de un periodo de alta precipitación. La captura en marzo en la trampa secundaria estuvo ausente de "La Montaña" a pesar de las fuertes lluvias que cayeron en ambos sitios durante esas semanas.

Este insecto es de tamaño mediano, de 13 mm de largo y 9 mm de ancho, sobre su dorso posee pequeñas sedas; su cuerpo es negro con manchas amarillas de tamaño irregular.

Ligyris gyas Er.

En "La Montaña" se observó que este insecto estuvo presente a lo largo del periodo de estudio durante la mayoría de las semanas (fig 22). Aunque los periodos de mayor captura mostraron una tendencia por coincidir con las semanas de mayor precipitación, esto no fue siempre en el caso (p.ej). Las capturas en marzo fueron bajas a pesar de que hubo dos semanas seguidas con una precipitación de 70 mm o más). Las capturas en "La Montaña" ocurrieron entre febrero y abril aunque en la trampa secundaria, se registraron capturas de mayor tamaño durante marzo y abril.

Es un insecto de cuerpo robusto de color café o negro brillante, con una longitud corporal de 28 mm y un ancho de 13 mm.

Pelidnota spp.

La especie capturada en "La Montaña" fue P. notata Blanch., y las mayores capturas tuvieron lugar en los meses de marzo a junio, con un pico menor durante el mes de julio (fig 23). Estas se iniciaron en las semanas inmediatamente después las lluvias fuertes al inicio de marzo y se incrementaron a partir de ese momento. Un segundo pico de captura ocurrió a finales de mayo, asociado con otro período de alta precipitación. En el resto del período las capturas fueron ocasionales.

Durante los meses de marzo a mayo la distribución de las capturas en el tiempo fue similar en la trampa secundaria aunque se lograron capturas más altas que las logradas en "La Montaña". La mayor parte de la captura en la trampa secundaria se debió a P. notata Blanch., con número menor de P. costarricensis B. y P. virensis B.

Estas especies son de cuerpo robusto y alargado; su cuerpo es de color amarillo que varía en tonos, la longitud corporal oscila de los 28 a 32 mm y 13 a 15 mm de ancho.

Phyllophaga spp.

En "La Montaña" la época de mayor captura de estas especies se detecta a partir de las últimas semanas del mes de marzo hasta a mediados del mes de junio (fig 24). Las capturas se iniciaron en las semanas inmediatamente después las lluvias fuertes al inicio de marzo y se incrementaron a partir de ese momento. Un segundo pico de captura ocurrió a

finales de mayo, una a dos semanas después de otro periodo de alta precipitación. Hubo capturas pequeñas en "La Montaña" en enero y agosto. Sin embargo, como no se determinaron cada una de las especies, no se sabe si corresponden a las mismas especies registradas en los periodos de mayor captura. .

Las capturas en la trampa secundaria siguieron una distribución en el tiempo similar a las de "La Montaña" aunque fueron numericamente mayores. De manera similar, no se puede asegurar que esta diferencia se debia a la captura de las mismas especies en los dos lugares.

Los adultos del género Phyllophaga, Morón y Terrón (1988) indican que " poseen un cuerpo robusto, pronoto más ancho que largo. Patas moderadamente largas con espinas o sin ellas; dorso en ocasiones con sedas largas, cuerpo de color castaño rojizo, pardo oscuro, pardo amarillento". Poseen una longitud corporal que varia de los 15 a 35 mm.

Figuras 16 al 24 corresponden a las capturas en "La Montaña" y en el bosque aledaño al CATIE.

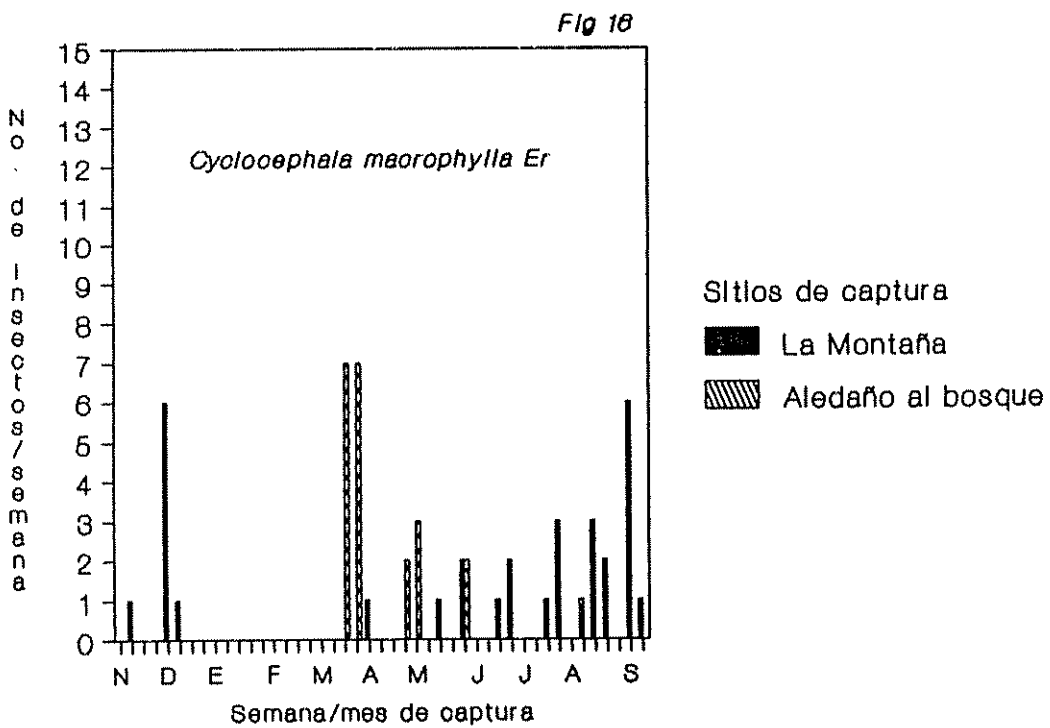


Fig 16. Fluctuación poblacional de Cyclocephala macrophylla de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

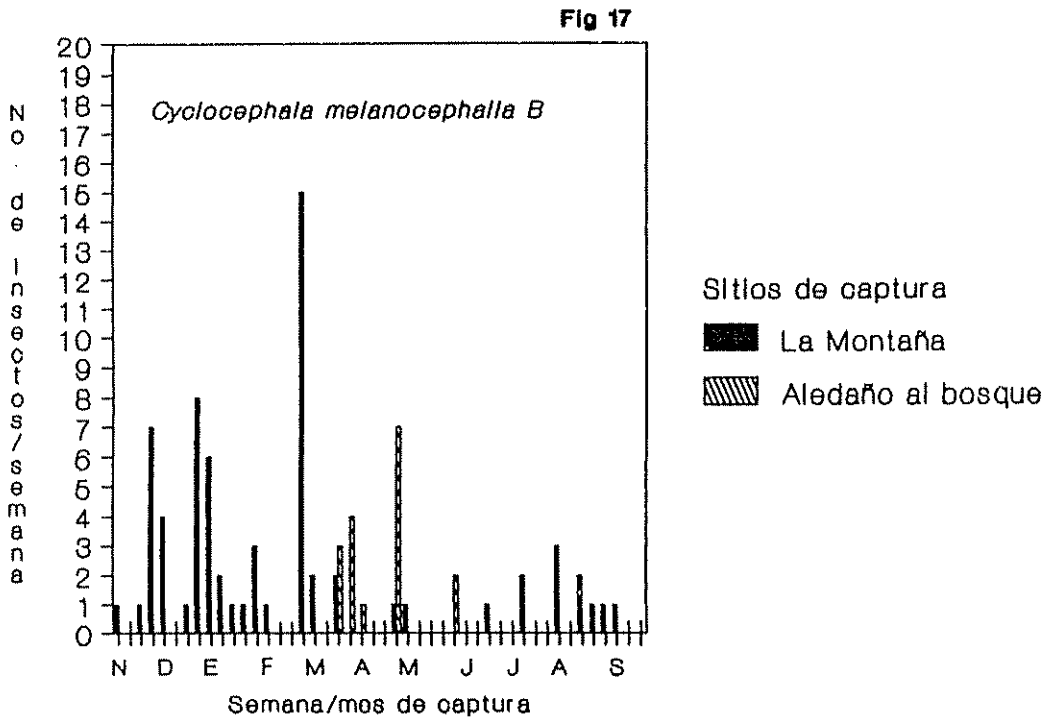


Fig 17. Fluctuación poblacional de *Cyclocephala melanocephalla* de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

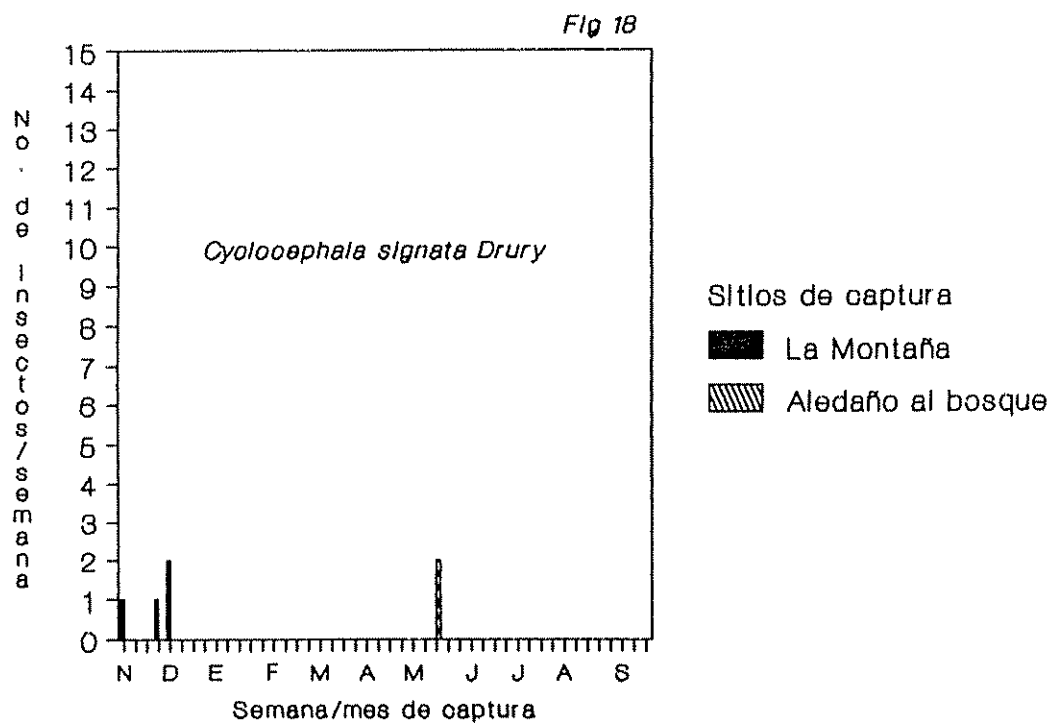


Fig 18. Fluctuación poblacional de Cyclocephala signata de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

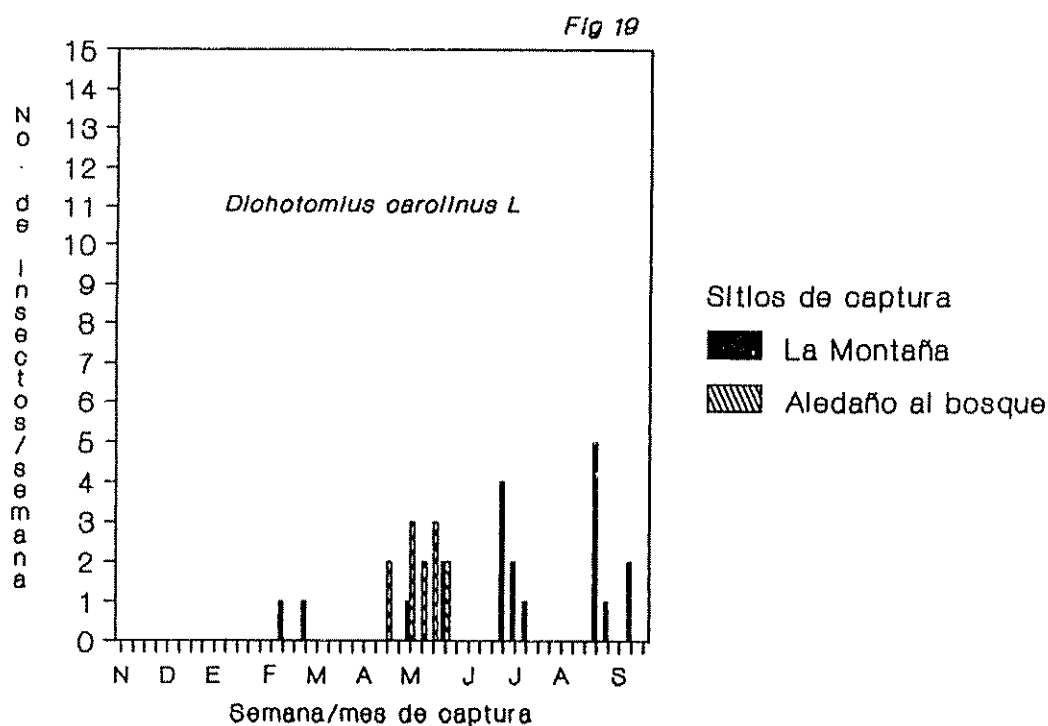


Fig 19. Fluctuación poblacional de Dichotomius carolinus de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

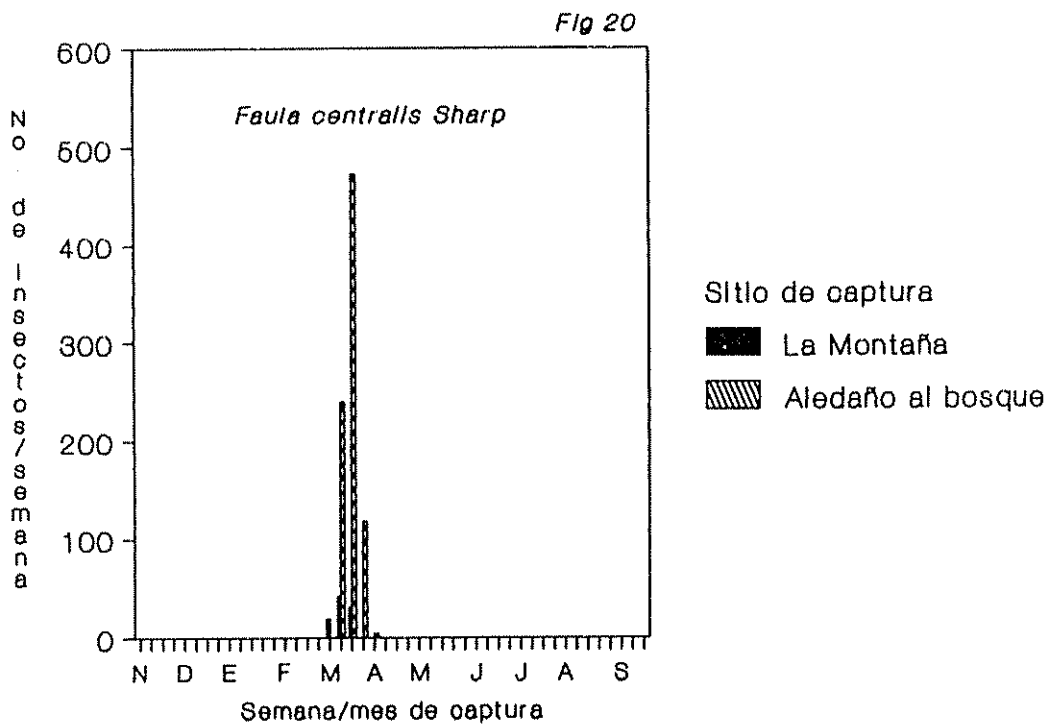


Fig 20. Fluctuación poblacional de *Faula centralis* de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

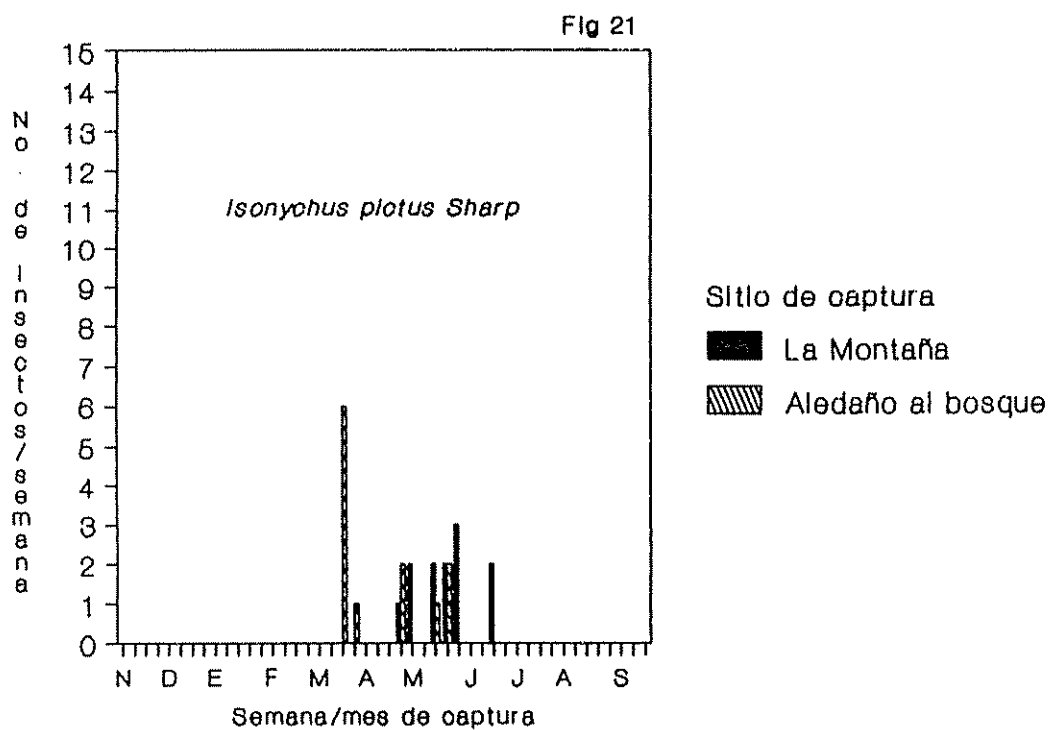


Fig 21. Fluctuación poblacional de Isonychus pictus de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1970.

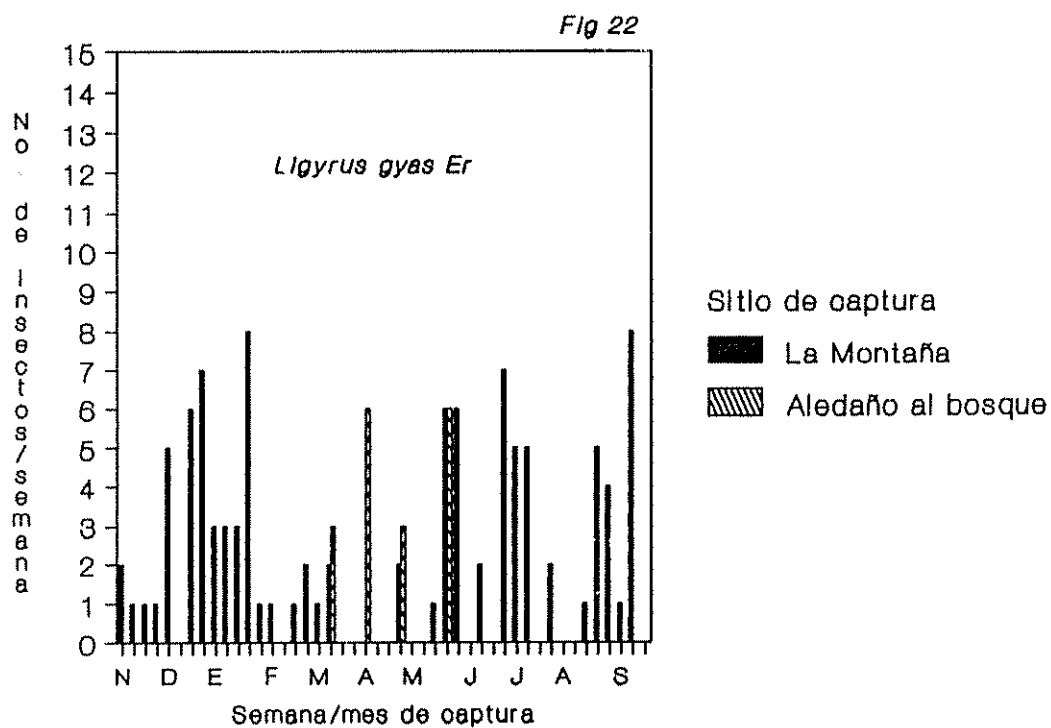


Fig 22. Fluctuación poblacional de *Ligyrus gyas* de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

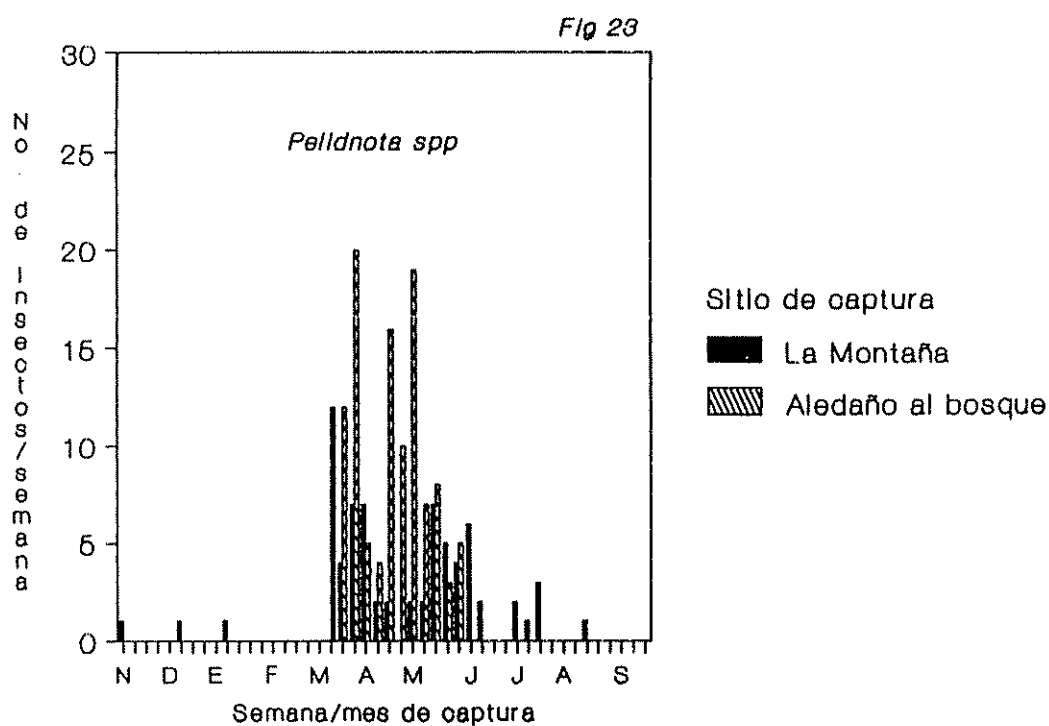


Fig 23. Fluctuación poblacional de *Pelidnota spp* de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario alredaño al CATIE, en los meses de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

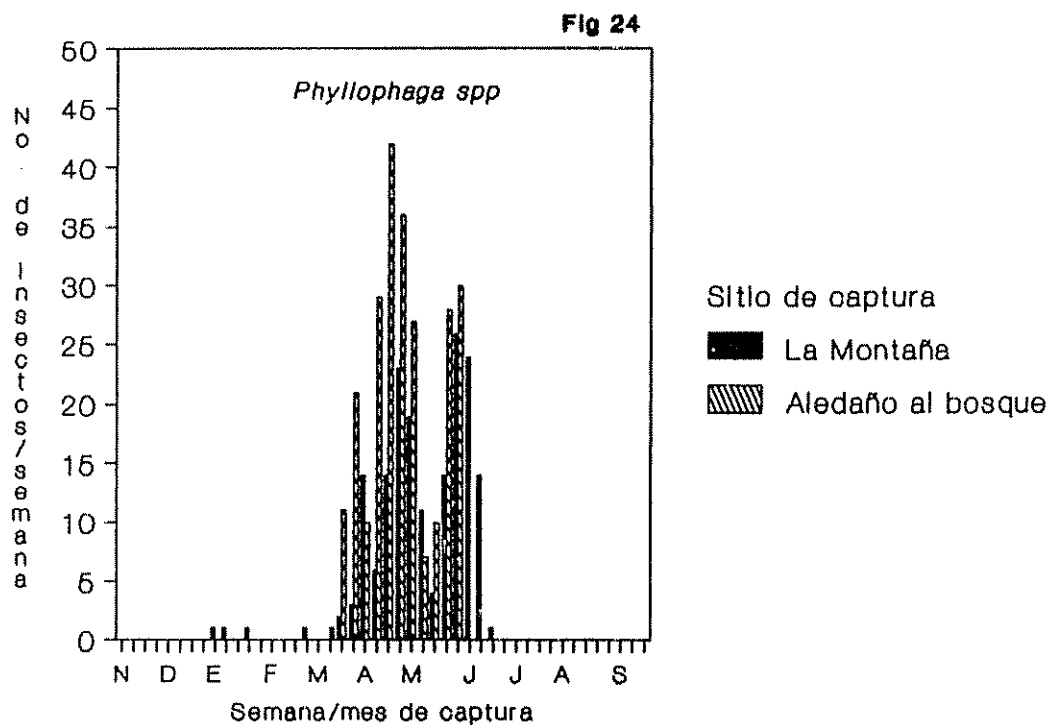


Fig 24 Fluctuación poblacional de *Phyllophaga* spp de dos sitios de captura: en la finca experimental "La Montaña", de noviembre a septiembre y en el bosque secundario aledaño al CATIE, de marzo a mayo. Turrialba, Costa Rica, 1990.

4.1.3 Patrones de captura.

Por conveniencia pueden clasificarse tres patrones principales de captura, basados en la distribución de capturas durante todo el año.

Capturas durante todo el año sin picos marcados.

Especies como Ancognatha humeralis, Cyclocephala amblyopsis, C. ampliata y Ligyris gyas se presentan en la mayoría de los meses del año, con reducciones ligeras durante ciertos periodos. Aunque las semanas de mayor captura a veces están relacionadas con las semanas de mayor precipitación (p.ej. en L. gyas), estas especies no manifiestan una estrecha relación con las lluvias que ocurren durante periodos específicos del año.

Este patrón de capturas indica que existe una población de adultos, en un estado (o "fase" según la terminología de Southwood (1978)) apto para ser atraído a la trampa durante la mayoría o todos los meses del año. Podría esperarse que esta condición evidencia que estos insectos se reproducen durante todo el año, sin presentar vuelos coordinados cronológicamente, como es el caso en Phyllophaga spp. Otra posibilidad, que no excluye que lo anterior sea el caso, es que los adultos de estas especies poseen una vida larga y salen a volar en múltiples ocasiones.

Es de esperarse que la presencia de adultos (y, por consiguiente de larvas) durante todo el año esté asociada con la poca especificidad con respecto a las plantas alimenticias.

Capturas durante todo el año con periodos marcados de capturas mayores.

Con base en las capturas "La Montaña", siete especies parecen mostrar este patrón de capturas : A. cinta, A. discoidalis, A. granulipyga, A. valida, Aspidolea singularis, C. amazona y C. melanocephala. Casi todas tuvieron un sólo periodo de mayor captura durante el estudio, con tendencias que esto ocurriera entre los meses de noviembre a marzo.

Las semanas de mayor captura dentro de este periodo fueron estrechamente sincronizadas con las semanas de precipitación arriba de lo normal para el periodo. En A. cinta y C. amazona el periodo de mayores capturas ocurrieron más tarde en el año, entre marzo y mayo para A. cinta y entre abril y junio para C. amazona. Otra vez estuvieron asociados con los periodos de mayor precipitación. A. discoidalis, a diferencia de las otras especies, mostró tres periodos de capturas elevadas.

Es probable que estas variaciones a largo plazo de las capturas reflejan cambios en la abundancia de adultos en "La Montaña". Sin embargo, en los casos de A granulipyga, A valida, Aspidolea singularis y C melanocephala, las capturas en la trampa secundaria demuestran que sería erróneo extrapolar esta conclusión a nivel de zona. En la trampa secundaria se obtuvieron capturas significativas durante marzo, abril y mayo, periodo cuando se capturaron pocos o ningún insecto en "La Montaña".

Es evidente que los efectos de sitio a discutir posteriormente jugaron un papel importante en estos casos. Así, al nivel de zona estas especies podrian tener una distribución de población de adultos en el tiempo que es similar al caso anterior de la presencia durante todo el año. Con seguridad puede ser afirmado que el periodo de mayor abundancia de estas especies es más largo que lo sugerido solamente por los registros de "La Montaña".

En los casos de A. cinta, A. discoidalis y C. amazona, las capturas registradas en la trampa secundaria, aunque fueron menores, ocurrieron durante el mismo periodo en que fueron altos en "La Montaña". Así con base en la evidencia disponible, no existe motivo para cuestionar que estas especies tengan una distribución estacional de población con un periodo o periodos marcados de mayor abundancia en ciertas épocas.

Igual que el caso donde se presentan capturas a través del año, este patrón de capturas podría ser explicado por la reproducción continua a lo largo del año, si se asume que la captura de adultos corresponde a la presencia de una población reproductiva. La existencia de periodos de mayores capturas en este caso representaría fluctuaciones poblacionales de la especie, quizás causadas por la mayor sobrevivencia de larvas durante ciertas épocas del año. Que esto podría ser el caso para A. cinta, que es sugerido por los datos no publicados de A.B.S. King. En estos se muestra que a través de un periodo de seis años de trampeo en "La Montaña", las capturas mayores de esta especie no tuvieron lugar durante algún periodo específico del año.

Una explicación última sería que, aunque la reproducción tiende a ocurrir durante periodos limitados del año (que corresponden a los picos de capturas), los adultos tienen una vida larga y consecuentemente fueron capturados en cantidades menores durante los siguientes meses. Una variante de esta situación podría ser que las capturas durante épocas afuera de los periodos de las capturas máximas representan a una proporción pequeña de la población que no está sincronizada, en cuanto a vuelo y reproducción con el resto.

Es de esperarse que esto tendría un valor de sobrevivencia para la especie, si sucediera algún evento catastrófico (como una sequía prolongada) que matara a la mayor parte de la población que se reproduce durante el periodo normal. C. amazona, que en este estudio mostró un

sólo pico marcado de capturas en abril y mayo, consistentemente presentó dos picos de captura por año en un estudio no publicado por King (uno en la misma época y otro de agosto a septiembre).

Capturas solamente durante dos periodos claramente marcados.

C. signata, Faula centralis e Isonichus pictus en mayor grado y C. collaris, C. lunulata, C. macrophylla y Dichotomius carolinus en menor grado, mostraron periodos claramente definidos de presencia y ausencia de las capturas en "La Montaña". En los casos de C. lunulata y F. centralis, las capturas de la trampa secundaria entre marzo y mayo muestran un patrón similar al de "La Montaña". En otros casos se muestra que los adultos de la especie estuvieron presentes en la zona durante un periodo más largo que esta indicado por las capturas en "La Montaña" (C. macrophylla, D. carolinus e Isonychus pictus) pero no niegan la generalización de la existencia de un periodo definido de capturas. Sólo en el caso de C. signata ocurrió una captura en la trampa secundaria durante un periodo de ausencia completa en "La Montaña". Si embargo, el número de insectos capturados en ambos lugares fue tan bajo, por lo que es muy dudoso que estos resultados sean muy útiles para propósitos de describir la distribución en el tiempo.

Las capturas estacionales es un fenómeno común en los escarabeidos, probablemente relacionan a la emergencia sincronizada de los adultos en respuesta a un cambio ambiental, como es el inicio de las lluvias, después del verano (King, 1984). Como se ha descrito en los informes de capturas de las especies, cada una de estas especies mostró algún tipo de relación con la distribución de las lluvias.

4.2 Crianza de Scarabaeidae a partir de adultos capturados.

4.2.1 Pruebas preliminares.

Selección de las especies capturadas.

Los datos de la captura nocturna de escarabeidos con ayuda de una trampa luminica nos revelan la gran diversidad de especies pertenecientes a la Superfamilia Scarabaeoidea presentes tanto en el CATIE como en sus alrededores. En el cuadro 1 se puede apreciar la gran diversidad de insectos capturados.

Cuadro 1. Escarabajos capturados con trampa de luz negra en la estación esperimental "La Montaña", así como en el interior de las instalaciones de CATIE, 1989-1990.

----- Género y Especie. -----	
<u>Anomala discoidalis</u> B.	<u>C. amazona</u> L.
<u>Anomala cinta</u> Say.	<u>C. amblyopsis</u> B.
<u>Anomala granulipyga</u> B.	<u>C. collaris</u> B.
<u>Aspidolea singularis</u> B.	<u>C. ampliata</u> B.
<u>Ligyruus gyas</u> Er.	<u>C. complanata</u> B.
<u>Ancognatha humeralis</u> Arrow.	<u>C. melanocephala</u> Fab.
<u>Phyllophaga</u> spp.	<u>Dichotomius</u> spp.
<u>Pelidnota notata</u> B.	<u>Coelopsis</u> spp.
<u>P. virensis</u> B.	<u>Pelidnota costarricensis</u> B.
<u>Passalidae</u> spp.	<u>Isonichus pictus</u> Sharp.

A pesar de contar con una gran diversidad de escarabeidos, durante esta fase fueron seleccionados 7 insectos, cuatro de ellos del género Cyclocephala y dos del género Anomala (cuadro 2). La elección de estos estuvo basada en los datos de captura, en su predominancia tanto cuantitativa como en su distribución a través del tiempo.

Cuadro 2. Insectos empleados en la fase preliminar, capturados en la estación experimental "La Montaña", de noviembre de 1989 a febrero de 1990.

Insectos Empleados	Total / mes			
	Nov	Dic	Ene	Feb
Género y especie				
<u>Anomala discoidalis</u> Bates.	220	608	362	173
<u>Anomala cinta</u> Say.	148	82	132	107
<u>Aspidolea singularis</u> Bates.	8	18	21	6
<u>Cyclocephala ampliata</u> Bates	4	3	1	0
<u>Cyclocephala macrophylla</u> Er	7	1	0	0
<u>Cyclocephala collaris</u> Burm.	3	7	17	0
<u>Cyclocephala amazona</u> L.	9	28	17	4

En un período de cuatro meses se trabajó con dichas especies, estudiando aspectos como ser el tipo de alimentación, período de oviposición, duración del estado de huevo. Las especies seleccionadas al final de este período para dar inicio a las pruebas experimentales por su mayor presencia en las trampas y por la facilidad de su crianza fueron A. cinta y A. discoidalis. Pero tanto A. cinta y A. discoidalis presentaron limitaciones para uso como bioensayo por los períodos de bajas capturas durante los cuales se dificultó el establecimiento de crías en gran escala.

Selección de tamaño y forma de las camas de oviposición.

Al iniciar estudios se presumía que la manera más adecuada de lograr una buena oviposición iba a ser la de confinar los adultos en jaulas de dimensiones de 80 cms de largo x 50 cms de alto y 41 cms de ancho, en las cuales se colocaba un envase lleno de suelo para la oviposición y lugar de descanso durante el día.

De los diferentes tamaños y formas de envase se probaron como cama de oviposición (incluyendo envases de forma cilíndrica, rectangular, y cuadrada), la escogencia definitiva estuvo basada en la mejor combinación de profundidad y facilidad de manejo al momento de la

extracción de los huevos. Con base a lo anterior el envase seleccionado fue de sección cuadrada, de dimensiones de 12 cms² de superficie y 12 cms de profundidad.

Sin embargo las jaulas empleadas estuvieron siempre expuestas al efecto directo de las altas temperaturas que provenia del techo de la casa de cria, lo cual afectaba grandemente a los insectos alojados en estas, aún en los días más frescos. Al ofrecer dichas jaulas una área tan grande ocurría que los insectos se salían de los envases con tierra, deambulando en el interior de la jaula y muriendo tiempo después por inanición y efecto de las altas temperaturas. En vista de eso se pensó que al reducir el área de crianza sería más fácil controlar o reducir el efecto de la temperatura ambiente.

Con base en las razones antes expuestas se sustituyó el uso de las jaulas por envases plásticos de refrescos artificiales, los cuales eran previamente acondicionados de tal manera que tuvieran doble función de camas para oviposición y de jaulas. Con el uso de estos envases como camas de oviposición y jaulas se redujo la mortalidad de los insectos adultos, mejorándose así las condiciones para la obtención de un mayor número de huevos. Además poseen un valor relativamente bajo en comparación a los altos costos que demandan la construcción de las jaulas.

Preparación de las camas para la oviposición.

La obtención de un buen número de huevos tanto en envases dentro de jaulas como en el interior de los envases plásticos de gaseosas depende del substrato utilizado en la preparación de la cama para ovipositar. Con suelo esterilizado a 150°C por 5 horas y cernido por dos tamices (12 mallas/cm² y 35 mallas/cm² de acuerdo a lo propuesto por Fox y Ludwig (1937), el poco contenido de materia orgánica ejerció un efecto inhibitor sobre los insectos, no llegando obtener en la mayoría de las veces de 1-2 huevos y en otros casos ningún huevo. Esta situación se presentó con las

hembras de Anomala cinta y Cyclocephala amazona, y esta consistente con lo observado en las hembras de las hembras de Phyllophaga depósitan sus huevos en suelos húmedos, ricos en altas concentraciones de materia orgánica (Morón, 1986). Sí, al detectar un sitio no encuentran en el las condiciones óptimas para ovipositar, estas pueden retrasar la oviposición (Sweetman, 1927).

Por lo tanto, en pruebas siguientes se empleo una mezcla básica de partes iguales de suelo con estiércol de ganado, esterilizada y tamizada, según lo descrito arriba.

El uso de desechos orgánicos de plantas como: guayabo, cacao, gramíneas y aguacate ejercieron un efecto amortiguador del calor, a la vez que se pretendió simular las condiciones naturales con la finalidad de estimular a que las hembras sintieran seguridad al momento de ovipositar.

Alimentación de los adultos.

En la búsqueda de un alimento óptimo y de fácil obtención para ser empleado en el sostenimiento de los primeros insectos colocados en las jaulas, se utilizaron follaje de las siguientes plantas:

- .- Paspalum paniculatum L.
- .- Paspalum fasciculatum Wild.
- .- Ixophorus unisetus Schult.
- .- Fleuria aestuans (L.) Guard.
- .- Inflorescencia de café.

La utilización de dichas plantas tuvo una duración de 10 días en base a los resultados negativos obtenidos en donde los insectos después del 3 día habían perecido, y sin puesto ningún huevo. El empleo de dichas plantas con seguridad no fue una selección correcta, pero este error se cometió por no poseer conocimiento de los arbustos o árboles que consumen dichos insectos.

Seguido de la prueba con follaje, se inició la alimentación con rodajas de diversas frutas de la región y de la temporada (cuadro 3). Los resultados desde el inicio fueron halagadores, ya que los insectos desde el primer momento que se les colocó las rodajas de frutas se vió la seguridad con que se dirigían hacia estas, aparentemente atraídos por el olor.

Cuadro 3. Frutas empleadas en la alimentación de diversos insectos, 1989.

Género y especie	Frutas
<i>A. discoidalis</i> B.	N, Y, M, P.
<i>A. cinta</i> S.	N, Y, M, Me, P, C.
<i>Aspidolea singularis</i> .	Pmm.
<i>C. ampliata</i> B.	N, Y.
<i>C. amazona</i> L.	M, P, N.
<i>C. macrophylla</i> E.	Y, N.
<i>C. melanocephala</i> F.	Pmm.

Clave para frutas: N, naranja; Y, yuplon; M, manzana, P, plátano, Me, melón; C, caña; Pmm, plátano muy maduro.

Al respecto Fox y Ludwig (1965) señalan que es recomendable el uso de frutas en la alimentación de los adultos ya que les sirven como fuente de alimento y humedad a la vez.

Extracción de huevos y su Manejo.

Luego de extraídos los huevos, estos inicialmente fueron colocados sobre un papel absorbente húmedo en el interior de un plato Petri, hasta el momento en que eclosionaban las larvas, pero el empleo de esta técnica no fue del todo provechosa, ya que el porcentaje de eclosión era de un 60 a 70 % , perdiéndose el resto de los huevos. El uso de este procedimiento tenía el gran inconveniente que había que estar atento en el momento en que eclosionaban las larvas, ya que estas al no tener la tierra como substrato

vagaban en el interior del Petri en busca de alimento y algunas veces se les encontró alimentándose de papel, además las altas temperaturas del local provocaban una rápida deshidratación de las larvas en el interior de los Petri.

Por las razones antes expuestas el papel absorbente fue sustituido por una mezcla de tierra con estiércol de ganado, con un contenido mayor de estiércol al de tierra (2.5:1), con el uso de este substrato se aseguró una fuente de alimento y humedad, pero siempre el porcentaje de eclosión se mantuvo bajo. A raíz de eso se consideró que el bajo porcentaje de eclosión de larvas, se debía al efecto de las altas temperaturas y la poca protección que ofrecían los platos Petri.

Agotadas las dos técnicas antes mencionadas se optó por trasladar los huevos inmediatamente a maceteros que ofrecían una mayor protección, gracias a su mayor tamaño. Los resultados cambiaron grandemente, el porcentaje de eclosión aumento de un 60-70% hasta un 95-100 %. Por tal razón se adoptó el uso de estos macetos como envases de incubación.

En el cuadro 4 se presentan el número de huevos puestos por las hembras de diferentes insectos y la duración en estado de huevo, en condiciones de cautiverio.

Cuadro 4. Número de huevos puestos por hembras de diferentes especies de insectos y la duración de estos en días, 1990.

Géneros y especies	Número de huevos puestos	Duración del huevo
<u>Anom. discoidalis</u> Bates.	5-13	10-15
<u>Anom. cinta</u> Say.	10-15	14-17
<u>Aspidolea singularis</u> Bates	10	10-15
<u>Cycloc. amazona</u> L.	5-12	12-14
<u>Cycloc. macrophylla</u> Er.	8-12	15-20
<u>Cycloc. melanocephala</u> Fab.	5-8	14-16

Manejo de las larvas.

Las larvas al establecer las pruebas experimentales fueron colocadas en suelos con enmienda orgánica y sin alguna enmienda, suelos esterilizados y no esterilizados. Además se implementó el uso de cereales, sólo y combinados con suelo estéril, con el propósito de establecer una fuente rica en minerales. Pero al emplear estos cereales se tuvo problemas, por el ataque del hongo Pyrenochaeta sp (Fungi Imperfecti), el cuál destruyó por completo los huevos de los insectos A. cincta y C. amazona. El hongo anteriormente citado fue identificado por J.M. Jiménez del CATIE.

4.2.2 Discusión de resultados de pruebas experimentales.

El análisis de varianza para la producción de huevos de A. discoidalis en el 1^{er} ensayo, no detectó diferencias significativas entre el número de insectos por envase de cría ni entre las profundidades de suelo. Sin embargo, al repetir el ensayo el ANDEVA detectó diferencias al 0.01 para el número de insectos puestos a ovipositar, no así para el tratamiento profundidad de suelo (Cuadro 5). Al comparar los promedios para ambos ensayos, se observa una tendencia de un mayor número de huevos conforme aumenta el número de insectos y la profundidad del suelo. A pesar de esto, la prueba de Dunnet solamente separó los promedios de los mismos en el ensayo 2, donde no detectó diferencias entre las medias para 4 y 6 insectos (mayor número) y para 2 insectos donde se detectó un menor número de huevos (Cuadro 6). Es evidente que la mayor producción de huevos se observó al colocar 6 insectos por unidad de cría a una profundidad de 11 cm.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la producción promedio de huevos de A. discoidalis obtenidos en envases plásticos: efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990.

	G1		F	Pr>F	CV
	Trat	Error'			
Ensayo 1					
Insectos	2	10	1.99	0.19	44.3
Prof.suelo	1	10	0.72	0.42	
Ensayo 2					
Insectos	2	10	8.39	0.007**	58.8
Prof.suelo	1	10	0.10	0.76	

** Significativo al 0.01

Cuadro 6. Producción promedio de huevos de Anomala discoidalis obtenidos en envases plásticos: efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990.

Ensayo	# de insectos1			Prof suelo cm1	
	2	4	6	5	11
Ensayo 1	6.5a	7.5a	10.5a	8.9	7.4
Ensayo 2	7.0a	18.6b	35.0b	19.3	21.1

1. Medias de huevos de huevos de tratamientos seguidos por la misma letra no son diferentes según la prueba de Dunnet al 0.05.

La producción de huevos de A. cincta se realizó en dos sitios diferentes y con diferentes recipientes. Uno en el cuarto de cría del MIP, bajo condiciones de aire condicionado y temperatura poco fluctuante (), donde se utilizó envases del modelo I. En cambio para el ensayo en jaulas que se realizó en el comedor, el ANDEVA detectó

referencias al 0.01 para el número de insectos por recipiente, no así para la profundidad de suelo (Cuadro 7).

La producción promedio de huevos obtenida en envases presentó una tendencia a aumentar conforme aumentó el número de insectos y la profundidad del suelo. Sin embargo la prueba de Dunnet no hizo separación de medias. El promedio de huevos cuando se utilizó jaulas presentó un mayor número de huevos cuando se introdujeron 4 insectos, seguidos por 6 y 2 insectos, no encontrándose diferencias entre 4 y 6 insectos según la prueba de Dunnet al 0.05. El promedio de huevos con una profundidad de 5 cm fue mayor que con 11 cm aunque no hubo separación de medias (Cuadro 8).

Cuadro 7. Análisis de varianza para la producción promedio de huevos de Anomala cincta obtenidos con dos métodos de cría: efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990.

	Gl		F	Pr>f	CV
	Trat	Error			
Envase					
Insectos	2	20	0.74	0.49	96.5
Prof.suelo	1	20	0.14	0.71	
Jaula					
Insectos	2	15	7.67	0.005**	58.0
Prof.suelo	1	15	1.80	0.19	

** Significativo al 0.05

Cuadro 8. Producción promedio de huevos de Anomala cincta obtenidos con dos métodos de cría: efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990.

Ensayo	# de insectos ¹			Prof suelo cm ¹	
	2	4	6	5	11
Envase	6.9a	10.1a	11.9a	9	10.3
Jaula	4.4a	17.5b	15.9b	14.6	10.6

1. Promedios seguidos por la misma letra no son diferentes según la prueba de Dunnet al 0.05

La producción de huevos de Cyclocephala amazona se realizó en el antiguo comedor del Programa I con dos tipos de envase: modelo II y el de jaulas. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre el número de insectos por envase de cría ni entre las profundidades de suelo en ambos ensayos (Cuadro 9). Al comparar los promedios del número de huevos se observa que al utilizar el envase modelo II hay una tendencia de que a mayor número de insectos y a mayor profundidad se obtiene una mayor producción de huevos. Sin embargo la prueba de Dunnet no detectó diferencias entre dichos promedios (Cuadro 10).

La producción de huevos cuando se utilizó recipientes en jaulas fue mayor al utilizar 4 insectos seguidos por 6 y 2 insectos respectivamente, a pesar de esto la prueba de Dunnet no detectó diferencias entre los promedios. El mayor número de huevos se observó con una profundidad de 11 cm aunque sin presentar diferencias entre los promedios.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la producción promedio de huevos de Cyclocephala amazona obtenidos con dos métodos de cría: efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990.

	Gl		F	Pr>f	CV
	Trat	Error			
Envase					
Insectos	2	15	0.34	0.71	107.2
Prof.suelo	1	15	0.20	0.66	
Jaula					
Insectos	1	15	0.37	0.70	108.6
Prof.suelo	1	15	1.73	0.20	

Cuadro 10. Producción promedio de huevos de Cyclocephala amazona obtenidos con dos métodos de cría: efectos de profundidad de suelo y población inicial de insectos. Turrialba, Costa Rica, 1990.

Ensayo	# de insectos ¹			Prof suelo cm ¹	
	2	4	6	5	11
Envase	7.8a	9.8a	12.1a	8.9	10.8
Jaula	6.6a	10.1a	7.2a	5.6	10.3

1. Promedios seguidos por la misma letra no son diferentes según la prueba de Dunnet al 0.05

Al utilizar el sistema de envases dentro de jaulas bajo las mismas condiciones ambientales tanto para Anomala como para Cyclocephala, se observa una mayor producción de huevos al utilizar 4 insectos por unidad de cría, aunque para Cyclocephala no se presentaron diferencias entre los promedios. A pesar de ser diferentes géneros, la utilización de envases con una superficie mayor y 4 insectos, parecieran ser las condiciones óptimas para la producción de huevos.

5. CONCLUSIONES.

1. Se clasificó tres patrones de captura de adultos de Scarabaeidae: especies presentes durante todo el año sin periodos marcados de captura mayor; especies presente durante todo el año con periodos de captura mayor; especies capturadas durante periodos claramente marcados.

2. En la mayoría de las especies se encontró una relación de la distribución de capturas con la distribución de las lluvias.

3. Se encontraron marcadas diferencias entre las capturas de las trampas situadas en la estación experimental "La Montaña" y al lado del bosque secundario. Estas diferencias probablemente se debia principalmente a las diferencias ambientales entre los dos sitios de captura.

4. Anomala cinta, Anomala discoidalis, Cyclocephala amazona, Faula centralis y Cyclocephala lunulata fueron las especies que presentaron mayor abundancia durante el periodo de estudio. Con base en esta característica y su presencia continua en las captura a través del periodo de estudio, se seleccionaron A. cinta y A. discoidalis como las especies más indicadas para ser empleadas en futuros bioensayos.

5. Tanto A. cinta como A. discoidalis tuvieron limitaciones para uso como especies de bioensayo A. discoidalis fue de difícil manipuleo debido a su pequeño tamaño y A. cinta presentó periodos de bajas capturas durante los cuales se dificultaría el establecimiento de crias a gran escala.

6. Observaciones preliminares indicaron que hubo poca o ninguna producción de huevos por adultos de A. cinta y C. amazona en suelo con poco contenido de materia orgánica.

7. Observaciones hechas en condiciones de cautiverio indicaron que los adultos de A. cinta, A. discoidalis, C. amazona, Aspidolea singularis y C. ampliata se alimentan de frutos entre ellos: yuplón, naranja, melón, manzana y plátano.

8. Se observó que la eclosión de huevos fue la mejor en macetas llenas de suelo rico en materia orgánica.

9. La producción de huevos de A. discoidalis, A. cinta y C. amazona no fue diferente entre camas de oviposición con 5 y 11 cm de suelo.

10. En uno de dos ensayos realizados con cada especie, la producción de huevos de A. discoidalis y A. cinta fue mayor al colocar 4 o 6 comparados con 2 adultos por unidad de cría. En el caso de C. amazona el número de adultos por unidad de cría no afectó la producción de huevos.

6. RECOMENDACIONES.

1. Con base en la facilidad en la obtención de adultos y huevos, A. cinta, y en segundo lugar de preferencia A. discoidalis, son las especies que deberían probarse en bioensayos de agentes de control microbial como substitutos de Phyllophaga spp, durante períodos en que está última no está disponible.

2. De efectuar futuras crias de A. cinta, con miras a emplearlas en la producción de huevos, se hace necesario usar varias trampas de luz, con el fin de tener suficientes insectos adultos durante períodos de baja abundancia.

3. Futuros estudios de metodologías de cría de A. cinta y A. discoidalis deberían partir empleando la metodología generada de 4 insectos por unidad de cría con una profundidad de suelo de 5 cm en envases plásticos de gaseosa de 2 litros.

4. En trabajos de monitoreo de escarabeidos adultos durante el tiempo, con miras de determinar los periodos de vuelo, será aconsejable emplear más que una trampa de luz para asegurar que las conclusiones no sean específicas a un sólo sitio.

7. BIBLIOGRAFIA

- BALL, H.J. 1957. On the biology and egg-laying habits of the western corn rootworm. *Journal of Economic Entomology* 50:126-128.
- BARTON-BROWNE, L.B. 1964. Water regulation in insect. *Annual Review of Entomology* 9:63-82.
- BAUCHOP, T.; CLARKE, R.T.J. 1975. Gut microbiology and carbohydrate digestion in the larva *Costelytra zealandica* (Coleoptera:Scarabaeidae). *New Zealand Journal of Zoology*. 2(2):237-244.
- BECK, D.S. 1968. *Insect photoperiodism*. Academic Press New York and London. 288 p.
- BELTON, P.; KEMPSTER, R.H. 1963. Some factors affecting the catches of Lepidoptera in light traps. *The Canadian Entomologist* 95:832-837.
- BONNEMAISON, L. 1964. *Enemigos animales de las plantas cultivadas y forestales*. Edic. Occidente, Barcelona, España. 496 p.
- BRITON, W.E. 1912. Serious injury by white grubs. Conn. Agriculture Experimental. Station. Annual. Report. 288-291.
- Citado por: Sweetman, H.L. 1927. A preliminar report of the factors controlling the oviposition of May beetles in Minnesota (Phyllophaga, Scarabaeidae, Coleoptera). *Journal of Economic Entomology*. (EE.UU). 20: 783-794.
- BROWNING, T.O. 1967. *Insects and physiology*. Oliver & Boyd, Edinburgh and London. 378 p.
- BUXTON, P.A. 1932. *Insects and humidity*. *Biological Review*. 7:275.
- CARNE, P.B. 1966. Growth and food consumption during the larval stages of *Paropsis atomaria* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Entomologia experimentalis et applicata* (Holanda). 9: 105-112.

- CHAMBERLIN, T.R.; CALLENBACH, J.A. 1943. Oviposition of June beetles and survival of their offspring in grasses and legumes. *Journal of Economic Entomology*. 36(5):681-688.
- CHAMBERLIN, T.R.; FLUKE, C.L.; CALLENBACH, J.A. 1943. Species, distribution, flight, and host preferences of June beetles, in Wisconsin. *Journal of Economic Entomology*. 36(5):675-680.
- CHERRY, R.H. 1984. Flooding to control the grub Ligyris subtropicus (Coleoptera:Scarabaeidae) in Florida sugar cane. *Journal of Economic Entomology*. 77(1):254-257.
- CHIANG, H.C.; SISSON, V. 1968. Temperature relationships of the development of northern corn rootworm eggs. *Journal of Economic Entomology*. 61:1406-1410.
- COLINDRES, A.; PINEDA, L. 1989. Estado actual y proyecciones de investigación de las plagas del suelo en Honduras con énfasis en Phyllophaga sp. In Taller Regional de Manejo Integrado de Plagas Insectiles del suelo con énfasis en Phyllophaga, 1989, San Salvador, El Salvador. Memoria.
- CONTRERAS, H. 1989. Etapa actual y proyecciones de investigación de las plagas insectiles del suelo en Guatemala con énfasis en Phyllophaga. In Taller Regional de Manejo Integrado de Plagas Insectiles del suelo con énfasis en Phyllophaga, 1989, San Salvador, El Salvador
- COSTA LIMA, A.D.A. 1952. Insetos do Brasil. Escola Nacional de Agronomia. Serie Didática N 9, Tomo 7. Parte 2. (Brasil). 283 p.
- CRIDLE, N. 1918. The habits and control of white grubs in Manitoba. *Agr Gazette of Canada* 5:449-454.
- Citado por Sweetman, H.L. 1927. A preliminar report of the factors controlling the oviposition of May beetles in Minnesota (Phyllophaga, Scarabaeidae, Coleoptera). *Journal of Economic Entomology*. 20:783-794.
- DANILEVSKII, A.J. 1965. Photoperiodism and seasonal development of insects. Translated by Johnston, J. Edinburg and London. 288 p.
- DAVIDSON, R.L. 1969. Influence of soil moisture and organic matter on scarab damage to grasses and clover. *Journal of Applied. Ecology.(G.B.)* 6: 237-246.

- DAVIDSON, R.L.; WISEMAN, J.R.; WOLFE, V. J. 1972. Environmental stress in the pasture scarab Sericesthis nigrolineata Bois. I. Mortality in larvae caused by high temperature. *Journal of Applied Ecology*. 8:799-806.
- DAVIDSON, R.L.; WISEMAN, J.R.; WOLFE, V.J. 1972. Environmental stress in the pasture scarab Sericesthis nigrolineata Bois. II. Effects of soil moisture and temperature on survival of first-instar larvae. *Journal of applied Ecology* 8:799-806.
- DAVIS, J.J. 1915. Cages and methods of studying underground insects. *Ibid.* 8:135.
- DAVIS, J.J. 1922. White grubs in strawberry beds. *Trans. Ind. Hort. Society* 61:197-198.
- Citado por Sweetman, H.L. 1927. A preliminar report of the factors controlling the oviposition of May beetles in Minnesota (Phyllophaga, Scarabaeidae, Coleoptera). *Journal of Economic Entomology* 20:783-794.
- DUMBLETON, L.J. 1942. The grass grub (Odontria zealandica White): a review of the problem in New Zealand. *New Zealand Journal of Science and Technology* 23 p.
- EVANS, A.C. 1944. Observations on the biology and physiology of wireworms of the genus Agriotes Esch. *Annals of Applied Biology*. 31:235.
- FARREL, J.A.K. 1973. Observations on soil-inhabiting insect populations of improved pasture in Nelson province, with particular reference to Costelytra zealandica (White) (Col:Scarabaeidae). *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 15(3):878-892.
- FARREL, J.A.K.; WIGHTMAN, J.A. 1972. Observations on flight and feeding activity of adult Costelytra zaealandica (White) (Col:Scarabaeidae) in Nelson Province. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 15(3):893-903.
- FORBES, S.A. 1907. On the life history, habits, and economic relations of the white grubs and May-beetles. *Illinois Agricultural Experimental. Station. Bulletin*. 116:447-480.
- Citado por Sweetman, H.L. 1931. Preliminary report on the physical ecology of certain Phyllophaga. *Ecology*. 12: 401-422.

- FOWLER, R.F. & WILSON, L.F. 1971. White grub populations, Phyllophaga spp., in relation to damaged red pine seedlings in Michigan and Wisconsin plantations (Coleoptera:Scarabaeidae). Michigan. Entomologist. 4:23-28.
- FOX, H.; LUDWIG, D. 1937. Methods of breeding and rearing Scarabaeidae. In Neddham, J.G. (Ed.) "Culture Methods for Invertebrate Animals", pp 468-473. Comstock Publishing Co., New York. 590 pp.
- FROST, S.W. 1954. Response of insects to black and white light. Journal of Economic Entomology. 47(2):275-278.
- FROST, S.W. 1957. The Pennsylvania insect light trap. Journal of Economic Entomology. 50:287-292.
- GALTSOFF, P.S.; LUTZ, F.E.; WELCH, P.S. 1937. Culture methods for invertebrate animals. Dover Publications, New York. p 468-473.
- GAYLOR, M.J.; FRANKIE, G.W. 1979. The relationship of rainfall to adult flight activity; and of soil moisture to oviposition behavior and egg and first instar survival in Phyllophaga crinita. Environmental Entomology. 8:591-594.

- GONZALES, G.; MORALES, R. 1989. Evaluación de insecticidas para el control de plagas del suelo en maíz. Baru, Caisan (1985-1989). Taller Regional de Manejo Integrado de Plagas Insectiles del suelo con énfasis en Phyllophaga 1989, San Salvador, El Salvador. Memorias.
- GRUNER, L. 1975. An investigation on the activity of various West Indian Scarabeids with the aid of light-traps and chemical traps. *Annales de Zoologie, Ecologie Animale* 7(3):399-423.
- Tomado de Review of Applied Entomology (Series A) 64(8):1350.1976.
- GUI, H.L.; PORTER, L.C.; PRIDEAUX, G.F. 1942. Response of insects to colour intensity and distribution of light. *Agricultural Engineering*. 23:51-58.
- Citado por Southwood, T.R.E. 1966. *Ecological methods with particular reference to the study of insect populations*. London. 391 p.
- GUPPY, J.C.; HARCOURT, D.G. 1970. Spatial pattern of the immature stages and teneral adults of Phyllophaga spp. (Coleopt: Scarabaeidae) in a permanent meadow. *The Canadian Entomologist*. 102: 1354-1359.
- GUZMAN, M.A. 1980. Aspectos sobre biología de Phyllophaga menentriresi (Blanch) (Coleoptera: Scarabaeidae), fluctuación, captura de adultos con trampa de luz negra y hora de mayor incidencia. *Boletín Técnico Instituto Salvadoreño del Café*. N 6. 20 p.
- HAYES, P. W.; MCCOLLOCH, J.W. 1924. Ecological studies of Kansas Scarabaeid larvae (Coleop.). *Journal of Economic Entomology*. 21(2):249-260.
- HAYES, W.P. 1920. The life histories of some Kansas Lachnosterna. *Journal of Economic Entomology*. 13:303-18.
- HAYES, W.P. 1925. A comparative study of the history of certain phytophagous Scarabaeid beetles. Kansas. Agriculture. Experimental. Station. Techniches. Bulletin. 16:1-81.
- HUNGATE, R.E. 1966. *The rumen and microbes*. Academic Press, New York. 533 p.
- HUNTER JONES, P. 1970. The effect of constant temperature on egg development in the desert locust Schistocerca gregaria (Forsk). *Bulletin of The Entomological Research*. (England). 59: 707-718.

- HURPIN, B. 1964. Elevage des vers blancs ou larves de Melolontha melolontha L. (Col: Scarabaeidae). Revue de pathologie végétale et d'entomologie agricole de France 43:153-177.
- Citado por Wightman, J.A. 1973. Rearing Costelytra zealandica (Coleoptera:Scarabaeidae) *4. Some effects of different larval densities and food availability on larval survival and weight change. New Zealand Journal of Zoology. 1(2):217-223.
- IMMS, A.D. 1964. A general textbook of entomology. Methuen, London. 886 p.
- KING, A.B.S. 1980. Cropping systems entomology, Costa Rica progress report, 1978-1979. Centre for Overseas Pest Research, London. 56 p.
- KING, A.B.S. 1984. Biology and identification of white grubs (Phyllophaga) of economic importance in Central America. Tropical Pest Management 30(1):36-50.
- KING, A.B.S. 1985. Factors affecting infestation by larvae of Phyllophaga spp (Coleoptera:Scarabaeidae) in Costa Rica. Bulletin of Entomological Research. 75:417-427.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. ODA, Londres. 182 p.
- KING, P.D. 1977. Effect of plant species and organic matter on feeding behaviour and weight gain of larval black beetle, Heteronychus arator (Col:Scarabaeidae). New Zealand Journal of Zoology. 4:445-448.
- LAUGHLIN, R. 1957a. Absorption of water by the eggs of the garden chafer, Phyllopertha horticola L. Journal of Experimental Biology. (G.B). 34: 226-236.
- LAUGHLIN, R. 1964. Biology and ecology of the garden chafer, Phyllopertha horticola (L.). VIII.- Temperature and larval growth. Bulletin of Entomological Research. 54:745-759.
- LUDWIG, D. 1928. The effects of temperature on the development of an insect (Popillia japonica Newman). Physiological Zoology. 1:358.
- LUDWIG, D. 1932. The effect of temperature on the growth curves of Japanese beetle (Popillia japonica Newman). Physiological Zoology. 5:431-437.

- MAELZER, D.A. 1961. The effect of temperature and moisture on the immature stages of Aphodius tasmaniae Hope (Scarabaeidae) in the lower southeast of South Australia. Australian Journal of Zoology. 9 pp. 173-202.
- MILNE, A. 1956. Biology and ecology of the Garden Chafer, Phyllopertha horticola (L.). II. The cycle from egg to adult in the field. Bulletin of Entomological Research. 47(1):23-42.
- _____; LAUGHLIN, R. 1956. Biology and ecology of the garden chafer, Phyllopertha horticola (L.). I. The adult and egg production. Bulletin of Entomological Research. 47:7-22 p.
- _____. 1959a. Biology and ecology of the garden chafer, Phyllopertha horticola (L.). V.-The flight season: sex proportions. Bulletin of Entomological Research. 74 p. 39-52.
- _____. 1959b. Biology and ecology of the garden chafer, Phyllopertha horticola (L.). VI.-The flight season: Reproductive state of females. Bulletin of Entomological Research. 74:467-485.
- _____. 1960. Biology and ecology of the garden chafer, Phyllopertha horticola (L.). VII.- The flight season: male and female behaviour, and concluding discussion. Bulletin of Entomological Research. 51:353-378.
- _____. 1964. Biology and ecology of the garden chafer, Phyllopertha horticola (L.). IX.- Spatial distribution. Bulletin of Entomological Research. 54:761-795.
- MORON, M.A. 1984. El género Phyllophaga en México. Instituto de Ecología, Mexico. 341 p.
- _____; TERRON, R.A. 1988. Entomología práctica. Instituto de Ecología, Mexico. 496 p.
- NEISWANDER, C.R. 1938. The annual white brut Ochrosidia villosa Burm in Ohio lawns. Journal Economic of Entomology. 31:340-344.
- NEMEC, S.J. 1969. Use of artificial lighting to reduce Heliothis spp populations in cotton fields. Journal of Economic Entomology. 62:1138-1140.
- _____. 1971. Effect of lunar phases on light-trap collections and populations of bollworm moths. Journal of Economic Entomology. 64(4):860-864.

- PERDOMO, R.; HAMPTON, H.E. 1970. Ciencia y tecnologia del suelo. Universidad San Carlos, Guatemala. 366 p.
- PETERSON, A. 1953. A manual of entomological techniques. Ann. Arbor, Michigan. 367 p.
- POLIVKA, J.B. 1960. Effect of lime applications to soil on Japanese beetle larval population. Journal of Economic Entomology. 53:860-863.
- POTTER, D.A. 1980. Flight activity and sex attraction of northern and southern masked chafers in Kentucky turfgrass. Annals of the Entomological Society of America. 73:414-417.
- _____. 1981. Seasonal emergence and flight of northern and southern masked chafers in relation to air and soil temperature and rainfall patterns. Environmental Entomology. 10:793-797.
- _____. 1983. Effect of soil moisture on oviposition water absorption and survival of Southern masked chafer (Coleoptera: Scarabaeidae) eggs. Environmental Entomology. (EE.UU). 12: 1223-1227.
- _____; GORDON, F.C. 1984. Susceptibility of Cyclocephala immaculata (Coleoptera:Scarabaeidae) eggs and inmatures to heat and drought in turf grass. Environmental Entomology. 13(3):794-799.
- RADCLIFFE, J.E. 1970. Some effects of grass grub Costelytra zealandica (White) larvae on pasture plants. New Zealand Journal of Agricultural Research. 13:87-104.
- RAW, F. 1951. The ecology of the garden chafer, Phyllopertha horticola (L.) with preliminary observations on control measures. Bulletin of Entomological Research. 605-646.
- REGNIERE, J.; RABB, R.L.; STINNER, R.E. 1981. Popillia japonica: effect of soil moisture and texture on survival and development of eggs and first instar grubs. Ibid. 10:654-660.
- _____; RABB, R.L.; STINNER, R.E. 1983. Popillia japonica (Coleoptera:Scarabaeidae): distribution and movement of adults in heterogeneous environments. The Canadian Entomologist. 115:287-294.
- REINHARD, H.J. 1940. The life history of Phyllophaga lanceolata (Say) and Phyllophaga crinita (Burmeister). Ibid. 33:572-578.
- _____. 1946. Life histories of some Texas Phyllophaga. Journal of Economic Entomology. 39(4):475-481.

- RIDSDILL-SMITH, T.J.; PORTER, M.R.; FURNIVAL, A.G. 1975. Effects of temperature and developmental stage on feeding by larvae of Sericesthis nigrolineata (Coleoptera:Scarabaeidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 18:244-254.
- RIEGEL, G.T. 1948. Sex and altitude of flight in Cyclocephala (Col:Scarabaeidae). *Illinois Academy Science Trans.* 41:113-115.
- RITCHER, P.O. 1958. Biology of Scarabaeidae. *Annual Review of Entomology* 3:311-334.
- _____. 1966. White grubs and their allies. Oregon State University Press, Corvallis. 219 p.
- RITTERSHAUS, K. 1925. Eine neue Art von Eispringern bei Lamellicornien-larven (Phyllopertha horticola L. und Anomala aenea DeG). *J. Zool. Anz.* 62:31.
- Citado por Raw, F. 1951. The ecology of the garden chafer, Phyllopertha horticola (L.) with preliminary observations on control measures. *Bulletin of Entomological Research.* 42:605-646.
- ROBERTS, R.J. 1963. Improved methods for obtaining and rearing first-instar Cyclocephala immaculata larvae for experimentation. *Journal of Economic Entomology.* 56(4): 538-540.
- ROSS, H.H. 1956. *Introducción a la entomología general y aplicada*. Edic. Omega, Barcelona. 536 p.
- SANDERS, J.G.; FRACKER, S.B. 1916. Lachnosterna records in Wisconsin. *Journal of Economic Entomology.* 9:253-261.
- Citado por Sweetman, H.L. 1931. Preliminary report on the physical ecology of certain Phyllophaga. *Ecology* 12:401-422.
- SCHAERFFENBERG, B. 1947. Bodenentseuchung durch Überschwemmung. *Zbl. Gesamtgeb. Ent.* 2:48-51.
- Citado por Laughlin, R. 1964. Biology and ecology of the garden chafer, Phyllopertha horticola (L.). VIII. Temperature and larval growth. *Bulletin of Entomological Research.* 745-759.

SCHUCH, K. 1938. Ueber den Einfluss der Feuchtigkeit auf das Eistadium des Maikafers (Melolontha melolontha L.). Arb. physiol. angew. Ent. 5:220.

Citado por Laughlin, R. 1957. Absorption of water by the egg of the garden chafer, Phyllopertha horticola L. Journal of Experimental Biology. 34:226-236.

SCHWARTZ, P.H.; JURIMAS, J.P. 1970. Development and survival of Japanese beetle larvae on carrot and other foods. Annals of the Entomological Society of America. 63:1047-1048.

_____; JURIMAS, J.P.; HICKEY, L.A. 1970. Substrata for rearing the Japanese beetle in the laboratory. Annals of the Entomological Society of America. 63:1083-1085.

SHOREY, H.H.; BURRAGE, R.H.; GYRISCO, G.G. 1960. The relationship between several environmental factors and the density of European chafer larvae in permanent pasture sod. Ecology. 41:253-258.

SOUTHWOOD, T.R.E. 1966. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. London. 391 p.

SPARKS, M.R. 1973. An automatic light-intensity control for insect studies. Journal of Economic Entomology. 66(4):988-989.

STONE, J.D. 1986. Time and height of flight of adults of white grubs (Coleoptera:Scarabaeidae) in the Southwestern United States. Environmental Entomology. 17(3):195-197.

SUTHERLAND, O. R. W. 1971. Feeding behavior of the grass grub Costelytra zealandica (White) (Coleoptera: Melolonthinae)-1. The influence of carbohydrates. New Zealand Journal of Science. 14:18-24.

_____. 1972. Olfactory responses of Costelytra zealandica (Coleoptera:Melolonthinae) larvae to grass root odours. New Zealand Journal of Science. 15:165-172.

_____; HILLIER, J.R. 1974. Feeding behaviour of the grass grub Costelytra zealandica (White) (Coleoptera:Melolonthinae). New Zealand Journal of Zoology. 1(2):211-216.

- SWEETMAN, H.L. 1927. A preliminar report of the factors controlling the oviposition of May beetles in Minnesota (Coleoptera:Scarabaeidae Phyllophaga). Journal of Economic Entomology. 20:783-794.
- _____. 1931. Preliminary report on the physical ecology of certain Phyllophaga. Ecology. 12:401-422.
- TAMARO, D. 1968. Tratado de fruticultura . Versión de la edición italiana por Caballero, A. Edit. Gustavo. Gili, Barcelona. 939 p.
- TEETES, G.L. 1973. Phyllophaga crinita damage assesment and control in grain sorghum and wheat. Journal of Economic Entomology. 66(3):773-776.
- _____; WADE, L.J.; SCHAEFER, C.A. 1974. Distribution and seasonal biology of Phyllophaga crinita in the Texas High Plains. Journal of Economic Entomology. 69(1):59-63.
- VERHEIJEN, F.J. 1960. The mechanisms of the trapping effect of artificial light sources upon animals. Arch. Néerland. Zool. 13:1-107.
Citado por Southwood, T.R.E. 1966. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. London. 391 p.
- VITTUM, P.J.; TASHIRO, H. 1980. Effect of soil pH on survival of Japanese beetle and European chafer larvae. Journal of Economic Entomology. 73(4):577-579.
- WENSLER, R.J. 1971. Biology and rearing of the scarabaeid, Sericesthis geminata (Coleoptera). Australian Journal of the Entomological Society. 10:285-289.
- _____. 1974. Crepuscular activity of adult Sericesthis geminata (Coleoptera:Scarabeidae) influence of circadian rhythmicity and light intensity. New Zealand Journal of Zoology. 1(2):197-204.
- WESSEL, R.D.; POLIVKA, J.B. 1952. Soil pH relation to Japanese beetle populations. Journal of Economic Entomology. 45(4):733-735.
- WHITE, L.D.; HUTT, R.B. 1971. An inexpensive transparent holding cage for insect oviposition and longevity studies. Journal of Economic Entomology. 64(2):551-552.

- WIGHTMAN, J.A. 1972 Rearing Costelytra zealandica (Coleoptera:Scarabaeidae). I. The use of organic and inorganic materials in soil-based larval rearing media. New Zealand Journal of Science. 15:435-441.
- _____. 1973. Effect of environment of Costelytra zealandica (Coleoptera:Scarabaeidae) 2. Effect of temperature and soil moisture on duration and survival of the egg stage. New Zealand Journal of Science. 16:41-52.
- WILLE, J.E. 1952. Entomologia Agricola del Perú. Edit. Ministerio de Agricultura, Lima, Perú. 543 p.
- WILLIAMS, C.B. 1936. The influence of moonlight on the activity of certain nocturnal insects, particularly of the family Noctuidae, as indicated by a light trap. Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. B., Biol. Sci. 226: 357-89.
- _____. 1940. An analysis of four years captures of insect in a light trap. Part II. The effects of weather conditions on insect activity. Trans. Roy. Entomol. Soc. London 90: 227-306.
- WILLIAMS, C.B. 1951. Comparing the efficiency of insect traps. Bulletin of Entomological Research. (G.B). 42: 513-517.
- WILLIAMS, C.B.; FRENCH, R.A.; HOSNI, M.M. 1955. A second experiment on testing the relative efficiency of insect traps. Bulletin of Entomological Research. 46: 193-204.