

U.N.I.C.A.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**IMPORTANCIA DE TRES ESCARABAJOS COPROFAGOS
(COLEOPTERA-SCARABAEIDAE) EN EL ENTERRAMIENTO
DE ESTIÉRCOL DE GANADO EN PASTIZALES DE LA COSTA
DE EL SALVADOR**

Trabajo de Graduación Presentado por:

ANA VILMA VALENCIA DURÁN

Para Optar al Grado de:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

Ciudad Universitaria, San Salvador, Septiembre de 1997.

ES
764
i4i
17

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**IMPORTANCIA DE TRES ESCARABAJOS COPRÓFAGOS
(COLEOPTERA-SCARABAEIDAE) EN EL ENTERRAMIENTO
DE ESTIÉRCOL DE GANADO EN PASTIZALES DE LA COSTA
DE EL SALVADOR**

Trabajo de Graduación Presentado por:

ANA VILMA VALENCIA DURÁN

**Para Optar al Grado de :
LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

Ciudad Universitaria, San Salvador, septiembre de 1997.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**IMPORTANCIA DE TRES ESCARABAJOS COPRÓFAGOS
(COLEOPTERA-SCARABAEIDAE) EN EL ENTERRAMIENTO
DE ESTIÉRCOL DE GANADO EN PASTIZALES DE LA COSTA
DE EL SALVADOR**

**Trabajo de Graduación Presentado por:
ANA VILMA VALENCIA DURÁN**

**Para Optar al Grado de :
LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

**Asesor: M. Sc. Finbarr Gabriel Horgan
Asesor Adjunto : Lic. José Nilton Menjívar**

Ciudad Universitaria, San Salvador, septiembre de 1997.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**IMPORTANCIA DE TRES ESCARABAJOS COPRÓFAGOS
(COLEOPTERA-SCARABAEIDAE) EN EL ENTERRAMIENTO
DE ESTIÉRCOL DE GANADO EN PASTIZALES DE LA COSTA
DE EL SALVADOR**

Presentado por:

ANA VILMA VALENCIA DURÁN

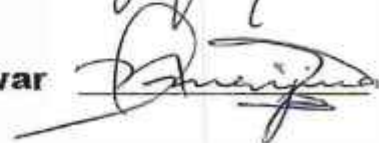
Para Optar al Grado de :

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

Asesor: M. Sc. Finbarr Gabriel Horgan



Asesor Adjunto: Lic. José Nilton Menjivar



Ciudad Universitaria, San Salvador, septiembre de 1997.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

DR. José Benjamín López Guillén

FISCAL GENERAL

DR. José Hernán Vargas Cañas

SECRETARIO GENERAL

Lic. Ennio Arturo Luna

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

DECANO

M. Sc. José Francisco Marroquín

**DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE BIOLOGÍA**

M.Sc. Francisco Antonio Chicas Batres



INDICE



AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	iii
LISTA DE CUADROS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
METODOLOGÍA.....	6
Ubicación y Descripción del Lugar.....	6
Fasé de Campo.....	8
Colecta de Muestras de Estiércol.....	8
Homogenización de estiércol.....	8
Altura de la Hierba.....	8
Colecta de las muestras de suelo.....	9
Abundancia Temporal de las Especies.....	9
Uso del Habitat.....	11
Fase de Laboratorio.....	11
Pesado y secado de las muestras.....	11
Enterramiento de Estiércol.....	12
RESULTADOS.....	15
Condiciones metereológicas.....	15
Condiciones del habitat.....	15
Abundancia relativa y estacionalidad.....	16
Uso de habitat.....	22
Enterramiento de estiércol.....	25
DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIONES.....	36
RECOMENDACIONES.....	38
LITERATURA CITADA.....	40
ANEXOS	

AGRADECIMIENTOS

Al M.Sc. Finbarr Gabriel Horgan por su paciencia, dedicación, colaboración, inversión y por la elaboración del diseño experimental y el análisis estadístico presentado en éste trabajo y a APSO Cooperación Técnica Irlandesa y La Familia Franciscana Unida por apoyar a La Escuela de Biología.

Al Ing. Leopoldo Serrano Cervantes por su apoyo, entusiasmo, dedicación y colaboración al aporte del material bibliográfico y su rápido y detallado revisión del documento.

Al ex-director de la Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia" de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Ing. Pío de Jesús Estrada, y al actual director Ing. Carlos Aguirre por haber facilitado esta unidad para la fase de campo del presente trabajo de investigación.

Al señor dibujante de la Escuela de Biología, René Rivera por la elaboración del material didáctico utilizado en las exposiciones y las figuras presentadas en este trabajo.

A la Licda. Yanira López Ventura, M.Sc. Jorge Homero Yáñez, M.Sc. Rafael Vega, M.Sc. Edgardo Napoleón Paz Quevedo y al Dr. Orlando Alberto Silva por la traducción de la literatura revisada.

Al Lic. José Nilton Menjívar, Licda. Marta Noemi de Rosales y el M.Sc. Rafael Vega por la revisión del documento final.

Al M.Sc. Miguel Sermeño, M.Sc. Francisco Lara, Ing. Mario Alfredo Pérez Ascensio e Ing. Hernán Alarcón Vásquez y a los señores del área pecuaria por su colaboración en la ejecución de la fase de campo.

A los señores motoristas de la Facultad de Ciencias Agronómicas por su colaboración en el transporte del material utilizado y al personal de la biblioteca de dicha facultad por las atenciones prestadas en el momento de la revisión bibliográfica.

A la M.Sc. Nohemy Elizabeth Ventura Centeno y M.Sc. Marta Zetina por el uso del equipo de laboratorio.

Al personal de la Oficina Central de Registro y Control de Activo Fijo por su invaluable contribución.

DEDICATORIA

- **A DIOS, LA VIRGEN MARIA Y SAN FRANCISCO DE ASÍS**

por haberme iluminado para obtener la meta alcanzada.

- **A MIS PADRES.**

Maria Leonor Durán de Valencia y Juan Antonio Valencia con profunda admiración, por su amor, sacrificio y apoyo para seguir adelante.

- **A MIS HERMANOS**

Verónica Angelina, Salvador Antonio, Oscar Mauricio, Manuel Enrique y Felipe Santiago Valencia Durán, con profunda ternura, por su cariño y por tolerar mi carácter con gran paciencia.

- **A MIS ABUELITOS**

Maria Paula Durán y Felipe Santiago Amaya, al que siempre recordaré y lo llevaré en mi corazón.

- **AMISTIAS**

Concepción, Lucila y en especial a Olimpia Durán por su apoyo moral a seguir adelante.

- **AMIS PRIMAS**

Bessy, Berta y Mirna Celina Siliezar Durán y Liduvina Durán por estar siempre atentas en el transcurso de mis estudios.



- A MIS SOBRINOS

Edwin, Ligia, Elizabeth, Emely, Karina, Guadalupe, Nathalia de Jesús y especialmente a Mauricio Elizardo Valencia, con amor por ser tan cariñosos.

- A LAS FAMILIAS

Archila, Hernández, Flores y Calzadilla Murcia por la ayuda brindada.

- A MIS COMPAÑEROS Y COMPAÑERAS

Daysi, Viviana, Leonor, Gilma, Karina, Camila, Xiomara, Morena, Paty, Mary, René, Julio, German, Arturo y Antonio por su apoyo moral.

- UNA DEDICACION ESPECIAL

A Finbarr Horgan, Leopoldo Serrano, Pedro Torres, Orlando Silva, Jorge Yanez, y Pío de Jesús Estrada por su amistad, consejos y dedicación de su valioso tiempo.

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1 Especies colectadas en cinco trampas de caída, con cebo de estiércol de vaca en el centro del potrero número 11/12, durante abril a octubre de 199619
- Cuadro 2 A: Número de escarabajos de tres especies colectados en los experimentos realizados en los meses de junio, julio y septiembre de 1996 con trampas de caída ubicadas en campo abierto o en lugares sombreados, y cebadas con estiércol de vaca, o de caballo en la Estación Experimental "La Providencia". B: Promedios de captura de *C. lugubris*, *P.demon* y *D. centralis* después de 14 días en los experimentos23
- Cuadro 3 A: Análisis de varianza (ANDEVA) en abundancia de *C.lugubris* con respecto a iluminación y tipo de cebo para los experimentos de junio, julio y septiembre. B: Análisis de varianza (ANDEVA) en abundancia de *P. demon* con respecto a iluminación y tipo de cebo para el experimento de septiembre.....26

LISTA DE FIGURAS

FIG. 1	Mapa de la Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia" de la Facultad de Ciencias Agronómicas.....	7
FIG. 2	Trampa de caída: 1) deposito de lata (bote de leche), 3) embudo plástico, 3) recipiente de captura (vaso desechable) , 5) trípode y 5) cebo de estiércol de vaca o caballo.....	10
FIG. 3	Jaula utilizada para determinar la cantidad de estiércol enterrado por las parejas de las diferentes especies: 1) Tela mosquitero, 2) recipiente, 3) mezcla de arena y tierra, 4) estiércol y 5) escarabajos.....	13
FIG. 4	Condiciones climáticas en la Estación Experimental "La Providencia" durante el período de estudio (de abril a octubre de 1996) indicando A) temperatura máxima y mínima por décadas, B) precipitación y humedad relativa y C) nubosidad a las 7.00h. Datos tomados de los archivos de la Estación Meteorológica del mismo lugar.....	16
FIG. 5	A) Altura de la hierba (N = 75), B) humedad del suelo en el potrero número 11/12 (N = 10), y C) la humedad del estiércol (N > 30 para los puntos "1" y "2", N = 5) de abril a octubre de 1996 en la Estación Experimental "La Providencia".....	17
FIG. 6	A) Abundancia de <i>C.lugubris</i> en el potrero número 11/12 durante el período de marzo a octubre de 1996 con B) una comparación de la cantidad de machos y hembras capturados en cada semana.....	20
FIG. 7	A) Abundancia de <i>P.demon</i> en el potrero número 11/12 durante el período de marzo a octubre de 1996 con B) una comparación de la cantidad de machos y hembras capturados en cada semana.....	21



- FIG. 8 Colonización de estiércol de vaca (A y C) y caballo (B y D) en campo abierto (A y B) y lugares sombreados (C y D) por *P. demon*, *C. lugubris* y *D. centralis* durante la época lluviosa de 1996 en la Estación Experimental "La Providencia"24
- FIG. 9 Porcentaje de parejas de tres escarabajos paracópridos que eran activas durante cinco diferentes períodos en el insectario de la Sección de Entomología de la Escuela de Biología, UES.....27
- FIG. 10 Enterramiento de estiércol de vaca en la forma de túneles o masas y bolas nido durante el período de 14 días, por A) *C. lugubris* con B) el número de bolas nido formados y, por C) *P. demon* con D) el número de bolas nido formados.....28

ANEXOS

- 1: Los nidos de A) Endocópridos, B) Telecópridos y C) Paracópridos.
- 2: Los tres paracópridos A) *Copris lugubris*, B) *Dichotomius centralis* y C) *Phanaeus demon* colectados entre abril y octubre de 1996 en el potrero 11/12 de la Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia".
- 3: Ubicación de trampas de caída en campo abierto para la captura de escarabajos de estiércol en el monitoreo de abundancia relativa.
- 4: Unidad de muestreo indicando la ubicación de trampas de caída para evaluar el uso de habitat por parte de especies paracópridos.

RESUMEN

De abril a octubre de 1996 en la Estación Experimental y de Práctica de la Facultad de Ciencias Agronómicas, se estudiaron 3 especies paracépidas: *Copris lugubris*, *Phanaeus demon* y *Dichotomius centralis*. En 5 trampas de caída cebadas con estiércol de vaca y colectadas semanalmente, se encontraron más abundante *P. demon* y *C. lugubris* siendo la primera diurna, y emergió después de las primeras lluvias fuertes (mayo) terminando su actividad en septiembre; la segunda es nocturna y emergió con las primeras lluvias (abril) encontrándose durante todo el año (excepto en febrero y marzo). *Dichotomius centralis* es nocturna y durante el período de colecta se encontraron 2 individuos.

Se evaluarón la colonización de estiércol de vaca y de caballo en campos abiertos y sombreados; se colocaron 2 trampas en sombra y 2 en campo abierto, utilizando en cada caso 5 potreros en junio-julio y 10 en septiembre. Se revisaron después de 2, 7 y 14 días observando que generalmente se colonizaron antes del segundo día. *Copris lugubris* prefirió estiércol de vaca en lugares sombreados, *P. demon* prefirió tal estiércol en campo abierto, *D. centralis* fue poco abundante pero con más individuos en estiércol de caballo bajo sombra.

En laboratorio, parejas (macho y hembra) de la 3 especies, enterraron estiércol en recipientes plásticos conteniendo arena-tierra y estiércol fresco de vaca, revisando después de 1, 2, 4, 7 y 14 días. *Phanaeus demon* enterró 200g de estiércol y construyó en cada cámara de cría 2 bolas nido. *Copris lugubris* forma una masa de estiércol de casi 200g, formando de 3 a 8 bolas nido de menor tamaño que *P. demon*. *Dichotomius centralis* enterró menos estiércol y no formó bolas nido. *Phanaeus demon* y *C. lugubris* son muy importantes para la ganadería por incorporar nitrógeno y otros nutrientes al suelo. *Phanaeus demon* es potencialmente más importante,

tolerando pastizales abiertos. *Copris lugubris* es importante al estar presente aún cuando no están activas las otras especies.

INTRODUCCIÓN

La demanda de carne bovino para consumo interno, así como para exportación hacia los Estados Unidos se incrementó en los últimos 50 años en Centroamérica, por lo que gran parte de la costa pacífica ha cambiado de bosque a sabana, con la finalidad de disponer de áreas adecuadas para incrementar la explotación del ganado bovino (Parsons, 1976).

La introducción de ganado bovino y gramíneas a regiones nuevas del mundo, muchas veces ha causado problemas ambientales como por ejemplo: la proliferación local de moscas, compactación y erosión del suelo e inhibición del crecimiento de la hierba debido a la acumulación del estiércol en la superficie del suelo (Ensminger, 1973; Spedding, 1975; Bornemissza, 1976 y Giller & Daube, 1989).

Los países que han experimentado la problemática de la introducción de ganado y pasto exótico incluyen: Australia, Hawaii y los Estados Unidos (Bornemissza, 1976; Giller & Daube, 1989). En Australia por ejemplo, el estiércol permanecía por mucho tiempo en la superficie del suelo manteniendo los nutrientes en las boñigas de estiércol, destruyendo así miles de hectáreas de potrero cada año y aumentando la proliferación de la "mosca de la cara" (*Musca vetustissima* Walker). Por lo tanto, la CSIRO (Organización de Investigación Científica e Industrial de la Comunidad de Naciones) impulsó un programa de introducción de "escarabajos de estiércol" africanos con dos objetivos: dispersión y descomposición del estiércol y el control de la "mosca de la cara" (Bornemissza, 1976).

También en los Estados Unidos se introdujeron varias especies de escarabajo coprófago, principalmente especies europeas, para controlar el estiércol. En 1970, se introdujo al sur de Texas la especie *Onthophagus gazella* F. de origen afroasiático para suplementar la fauna de escarabajos nativos (Blume & Aga, 1978). Esta especie

se reclasificó al género *Digitonthophagus*. Alcanzó el territorio mexicano en 1981, luego llegó a Guatemala (Petén) en 1987 y se está propagando hacia el sur con una tasa de casi 100 Km por año. Ultimamente la especie se ha propagado más rápido (Kohlmann 1994) y se espera que llegará a El Salvador por el año 2000.

En El Salvador hasta el momento, no se ha publicado ningún estudio con respecto a las actividades y distribuciones de los "escarabajos de estiércol". Sin embargo Berry (1957) y Turcios (1980) mencionan algunas géneros y especies que se encuentran en el país. También durante las décadas de los 50s y 60s se coleccionaron varios especímenes del territorio, los cuales están incluidos en las investigaciones de Howden (1964) y Howden y Cartwright (1963). Recientemente Horgan (1996)¹ ha realizado investigaciones de los "escarabajos coprófagos" de El Salvador, identificando 16 géneros representados por 38 especies, estas en su mayoría se encuentran en lugares boscosos, donde aprovechan las heces de algunos mamíferos, frutas putrefactas, y cadáveres de vertebrados. Pocas especies se han adaptado a ciertos cambios realizados por la actividad del hombre, por ejemplo, en los potreros salvadoreños se encuentran solo 9 especies. Estas son: *Aphodius* sp., *Canthon indigaceus cheveroleti* (Harold 1868), *Copris lugubris* (Boheman 1958), *Dichotomius carolinus colonicus* (Say 1835), *Dichotomius centralis* (Harold), *Onthophagus batesi* (Howden & Cartwright 1963), *Onthophagus landolti* (Schaeffer 1914), *Onthophagus marginicollis* (Harold 1980) y *Phanaeus demon* (Laporte-Castelnau 1840). Estas mismas especies se ha encontrado en diferentes partes de la costa incluyendo: El Jobo (Sonsonate), Comalapa (La Paz), Nueva Esperanza

¹Horgan. F.G. (Comisión de Justicia, Paz y Ecología de la Familia Franciscana Unida y APSO Cooperación Técnica Irlandesa) Ecólogo/Entomólogo visitante en la Escuela de Biología de La Universidad de El Salvador. 1996; Especies coprófagas reportadas para El Salvador; Comunicación personal.

(Usulután), y El Viejo en el norte de Nicaragua. Solís (1992)² indica que las mismas comunidades se encuentran en Guanacaste en el norte de Costa Rica.

De las especies comunmente encontradas en los potreros, solo *P. demon* y *O.marginicollis* están bien adaptadas a las condiciones de campo abierto, por lo que no se encuentran en los bosques. En México, se han determinado efectos de la perturbación por el hombre sobre la composición de las comunidades de escarabajos coprófagos. En Palenque (Chiapas), se comparó una selva tropical húmeda, el borde de esta y un lugar deforestado, encontrándose 26 especies en la selva, 9 al borde y solo 4 en el lugar deforestado. En el mismo estudio se comparó un potrero (Laguna Verde) y dos selvas tropicales pequeñas (Las Tuxlas y La Boca de Chacal) donde se encontró sólo una pequeña diferencia en diversidad: el potrero tenía 18 especies y las selvas 22 y 26 respectivamente (Halffter *et al.*, 1992). En cafetales de México se ha demostrado una gran diversidad de escarabajos coprófagos. Las condiciones físicas, incluyendo: humedad, sombra, y temperatura, en los cafetales son similares a las condiciones que se encuentran en las selvas tropicales húmedas de la misma región, por lo que la diversidad de los escarabajos se ha mantenido. El número de especies era constante aunque habían cambios en las abundancias de cada una (Morón 1987).

Los "escarabajos de estiércol" son muy importantes en el reciclaje de nutrientes y energía de sistemas terrestres y por ende en el funcionamiento, tanto de bosques como de potreros, jugando un papel vital en el mantenimiento y mejoramiento de ellos (Piera *et al.* 1995). Ayudan en la aireación del suelo con la construcción de túneles, evitando la compactación del mismo, y son competidores eficaces de otras especies que utilizan el estiércol, por lo que disminuyen la proliferación de moscas actuando como controladores biológicos. Además reducen la tasa de infección de

² Solís.A. (INBio [Instituto de Biodiversidad] Heredia, Costa Rica) Taxónomo/entomólogo.1995; Escarabajos coprófagos de Costa Rica; Comunicación personal.



ganado por parásitos (Bornemissza, 1976; Giller & Daube, 1989, Dadour & Cook, 1996). También, los escarabajos desempeñan un papel muy importante en el proceso natural de regeneración de las selvas ayudando en la dispersión de semillas. Este proceso fue demostrado en un estudio donde se utilizó heces de mono aulladores (*Alouatta palliata*) las cuales por la dicta de los mismos que consiste en gran parte de frutas, contiene las semillas de los árboles que son enterradas con el estiércol por los escarabajos a una profundidad de 2.5 a 12cm. Esta acción disminuye la eficiencia de los roedores en la localización y depredación de las semillas (Estradas & Coates-Estrada, 1991).

Según su comportamiento los "escarabajos de estiércol" se dividen en tres grupos principales: los endocópridos que forman sus bolas de cría y ponen sus huevos directamente dentro del estiércol (ANEXO 1A), los telecópridos que forman pelotas del estiércol y los alejan de las boñigas para luego enterrarlas y poner sus huevos (ANEXO 1B), los paracópridos que excavan túneles justamente abajo de la boñiga (ANEXO 1C) y los Kleptocópridos que roban el estiércol ya enterrado por otros escarabajos (Giller y Doube, 1989).

En El Salvador, la mayoría de escarabajos coprófagos son paracópridos (Horgan,1996)¹. También estas tienden a ser las especies más abundantes. Especies de los géneros *Copris*, *Dichotomius* y *Phanaeus* son principalmente paracópridas y por su tamaño corporal son potencialmente los más importantes en el enterramiento del estiércol en el país. Por esta razón, se decidió estudiar tres especies de estos géneros, las cuales habitan los potreros y consumen estiércol de vaca. Estas especies son *C. lugubris* , *D. centralis* y *P. demon* (ANEXO 2).

¹ Horgan. F.G. (Comisión de Justicia, Paz y Ecología de la Familia Franciscana Unida y APSO Cooperación Técnica Irlandesa) Ecológo/Entomólogo visitante en la Escuela de Biología de La Universidad de El Salvador. 1996; Especies coprófagas reportadas para El Salvador; Comunicación personal.

El propósito de este estudio es evaluar la importancia de estas tres especies paracópidas en el enterramiento del estiércol de ganado en los potreros de la costa de El Salvador. Se examinó la abundancia relativa de las especies en los potreros durante el período de abril a octubre de 1996 que incluye la época lluviosa. También se evalúan las preferencias que tienen los escarabajos por diferentes habitat dentro del sistema de potreros, la colonización de los substratos más comunes (estiércol de vaca y caballo) y la cantidad de heces que puede enterrar una pareja de cada especie.

METODOLOGÍA

Ubicación y Descripción del Lugar

El estudio se realizó durante los meses de abril a octubre de 1996 en las instalaciones de la Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia"(Fig. 1) de La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicado en el cantón Tecualuya jurisdicción de San Luis Talpa, en el Departamento de La Paz, a 36Km de San Salvador, con una altura de 50 m.s.n.m. siendo las coordenadas geográficas de 13°20'30" al norte y 89°05'08" al oeste, con un clima propio de sabana trópicamente caliente (Cañas Reyes y Osorio, 1991).

La Estación Experimental consta de 143 manzanas de las cuales 26 son utilizadas para pastoreo y un hato bovino de 106 cabezas de ganado vacuno para la producción de leche y carne (doble propósito)(Estrada 1997)³. La cercanía a la costa, su altitud y vegetación son características de la Estación Experimental, muy similar a otras zonas costeras del país predominando en estos lugares los pastos "pangola", *Digitaria decumbens*, y "estrella", *Cynodon plectostachyus*, ambas especies introducidas a Centroamérica de África (McIlroy, 1980). Las cercas tienen árboles de sombra como "amate", *Ficus glabrata* H.B.K., "conacaste" *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq') Griseb.Schult, "jiote" *Bursera simoruba* (L.) Sarg., "mangollano", *Pithecollobium dulce* (Roxib) Benth, "melina" *Melina arborea*, "tiluilote", *Cardia alba* (Jacq) Roem y Schult y "tempate", *Jatropha curcas* L. (Lagos, 1977).

³ Estrada, P de J, (Facultad de Ciencias Agronomicas, administrador financiero). 1997; Ganado bovino de la Estación Experimental "La Providencia"; Comunicación personal.

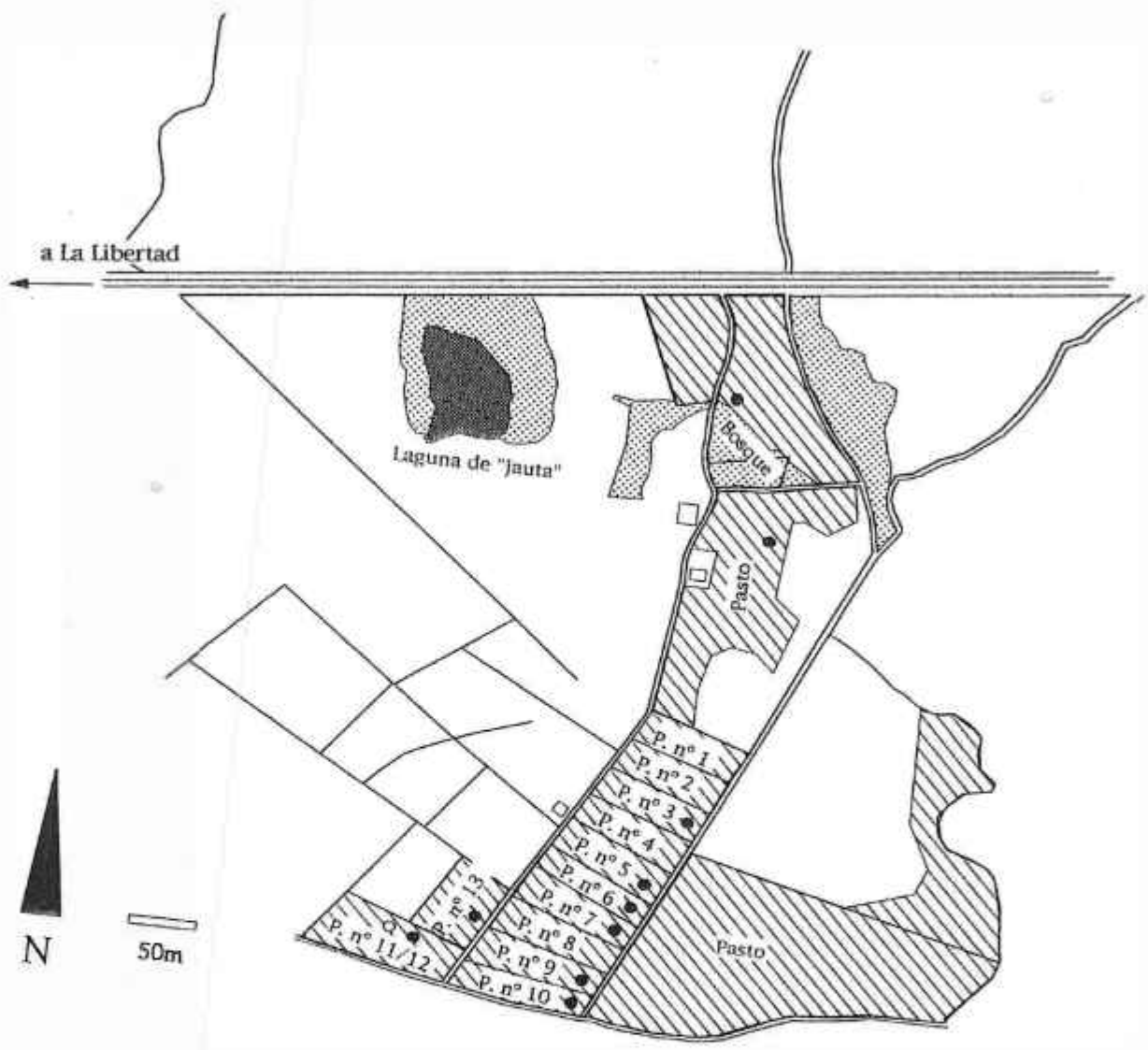


FIG. 1: Mapa de la Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia" de la Facultad de Ciencias Agronómicas indicando la ubicación de potreros usados en la evaluación del uso de habitat (●) y en el monitoreo de abundancias (○) de escarabajos coprófagos. Levantado por Ing. Héctor A. Marroquín Arevalo. Escala 1:8000.

Fase de Campo

Colecta de Muestras de Estiércol

En el establo de la Estación Experimental se colectaron muestras de estiércol de cada boñiga defecada por el ganado bovino, retirando la capa seca para tomar solo el estiércol fresco en el centro. Si no había vacas en el establo el día de colecta, las muestras se tomaron en los potreros. Se tomó un promedio de 30 muestras de aproximadamente 50g cada una por semana, dependiendo de la abundancia de boñigas frescas. Generalmente el estiércol tenía menos de seis horas de haber sido defecado.

Homogenización de estiércol

Posteriormente de tomar las muestras se procedió a reunir y mezclar las boñigas de estiércol con una pala para homogenizarlo. Se tomaron seis muestras del estiércol homogenizado, usando el resto para elaborar los cebos que se utilizaron en las trampas.

Altura de la Hierba

La altura de la hierba se estimó semanalmente sistemáticamente en tres sectores del potrero número 11/12. En cada uno de los sectores se ubicó cinco puntos donde se media la altura de cinco plantas desde su base, sin tomar en cuenta las raíces, obteniendo 25 medidas por cada sector y un total de 75 medidas por el potrero.

Colecta de las muestras de suelo

Se colectó cada semana 10 muestras obtenidas cada una a 5 cm de profundidad con una pala y a una distancia de 10 mts entre ellas. Todas se colectaron en el potrero número 11/12 y se trasladaron al laboratorio donde se determinó el porcentaje de humedad.

Abundancia Temporal de las Especies

Durante el período del 11 de abril al 16 de octubre se colocaron cinco trampas de caída en el potrero número 11/12 (ANEXO 3), estas se fabricó rústicamente con base al modelo de trampa de caída "Pitfall" (Tyndale-Biscoe *et al.*, 1981). Esta fue modificada para este estudio y consistió en un contenedor cilíndrico de lata con 16cm de diámetro y 24cm de profundidad, enterrada en el suelo con la boca al nivel de la superficie del suelo. En la boca del contenedor se colocó un embudo plástico con el mismo diámetro de contenedor, alrededor de la trampa se cortaba periódicamente la hierba, cuando la trampa era activa se colocó un cebo de 1.5Kg de estiércol homogenizado envuelto en tela de mosquitero y suspendido en un trípode sobre el embudo. Los escarabajos se colectaron en un recipiente ubicado dentro del contenedor de lata (Fig. 2). Se cambió el cebo semanalmente a las 10am. Se colectaron escarabajos atrapados después de una semana, preservando las especies en alcohol al 70%.

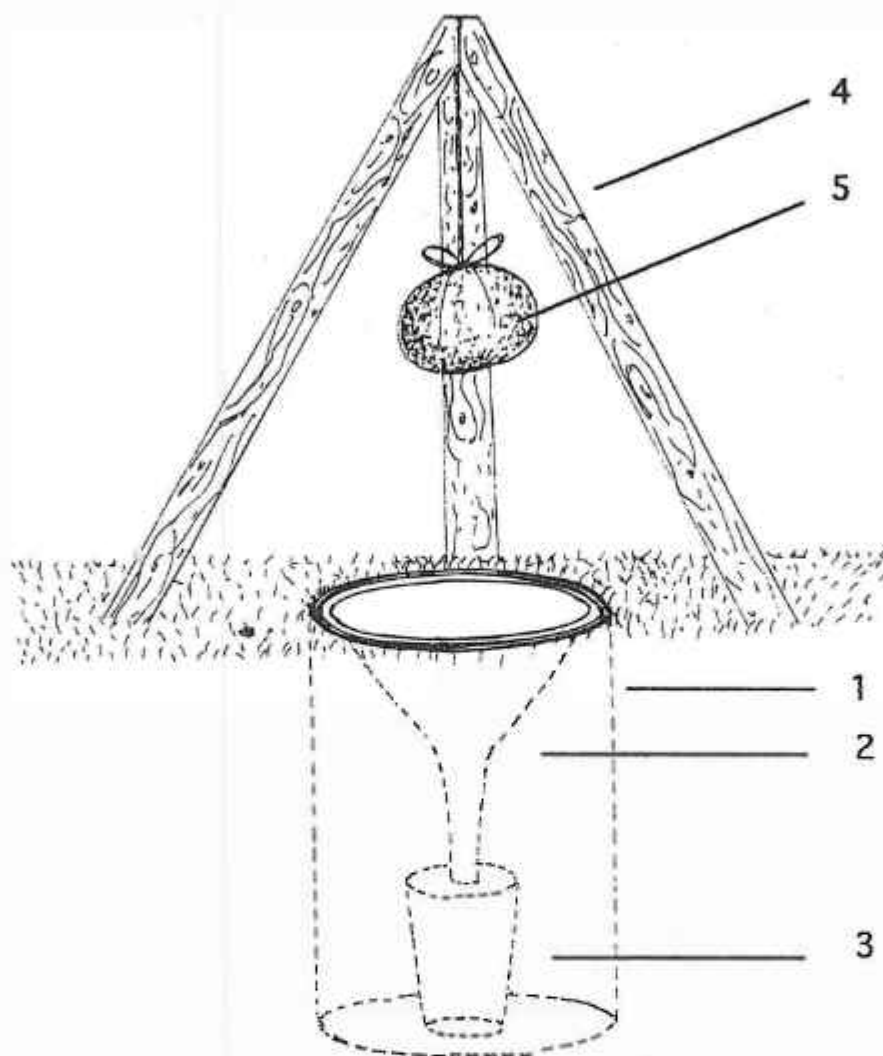


FIG. 2: Trampa de caída: 1) Depósito de lata (bote de leche), 2) embudo plástico, 3) recipiente de captura (vaso desechable), 4) Trípode y 5) cebo de estiércol de vaca o caballo (dibujó René Rivera).

Uso del Habitat

En este experimento se evaluó el uso del habitat por los escarabajos y la preferencia que demuestran para el estiércol de los herbívoros bovinos y equinos. La unidad del experimento consistió en un potrero con cuatro trampas de caída; dos trampas se colocaron en campo abierto el cual no tenía sombra y dos trampas se colocaron en la orilla del potrero en donde había sombra. Una trampa de cada sector contenía un cebo de estiércol de vaca y la otra un cebo de estiércol de caballo (ANEXO 4) los que no fueron reemplazados en el período de 14 días. El experimento se repitió tres veces durante el período del estudio. Las primeras dos veces (junio y julio) se replicó la unidad experimental en cinco potreros. En septiembre se aumentó la replicación a diez. En cada experimento se recolectaron los escarabajos después de 2, 7 y 14 días para observar la sucesión de colonización del estiércol e identificar cuales especies colonizan temprano (antes de 2 días), mediano (antes de una semana), y tarde (después de una semana).

Fase de Laboratorio

Pesado y secado de las muestras

En el laboratorio cada muestra de estiércol y suelo obtenida en la fase de campo se colocó en cajuelas de aluminio, se pesó en una balanza analítica y se introdujo en un horno al 60°C durante cuatro días para su secado. Se determinó el porcentaje de humedad utilizando la siguiente ecuación:

$$1 - \frac{\text{peso seco}}{\text{peso inicial}} \times 100 = \% \text{ de humedad}$$

(ecuación 1)

Enterramiento de Estiércol

Se utilizaron escarabajos atrapados en el experimento del uso de habitat de septiembre, las cuales se colocaron en recipientes con tierra húmeda. Se les proporcionó estiércol fresco cada dos días, esto se hizo para mantener las especies en el laboratorio.

Para determinar la cantidad de estiércol que una pareja puede enterrar se utilizó una variación de la metodología de Doube *et al.* (1988). En recipientes plásticos con dimensiones 17cm (ancho) x 18cm (longitud) x 35cm (profundidad), que contenían una mezcla de tierra y arena en una proporción de 1:3 alcanzando una profundidad de 30cm y compactado con un mazo, se añadió estiércol fresco (con menos de 12 horas) y parejas de escarabajos (un macho y una hembra en cada recipiente) (Fig. 3). El estiércol fue previamente homogenizado, y de él se tomaron tres muestras al inicio de cada réplica para estimar su humedad. El estiércol siempre se colectó el mismo día que inició cada replicación del experimento.

Había cinco grupos de contenedores con 20 o más réplicas cada uno (con la excepción de *D. centralis* con 7 días, lo cual tenía 14 réplicas). La cantidad de réplicas varió según la disponibilidad de parejas (*C. lugubris* (164), *P. demon* (100) y *D. centralis* (94)). Los grupos se examinaron después de los diferentes períodos de actividad de los escarabajos que fueron de 1 día, 2, 4, 7 y 14 días.

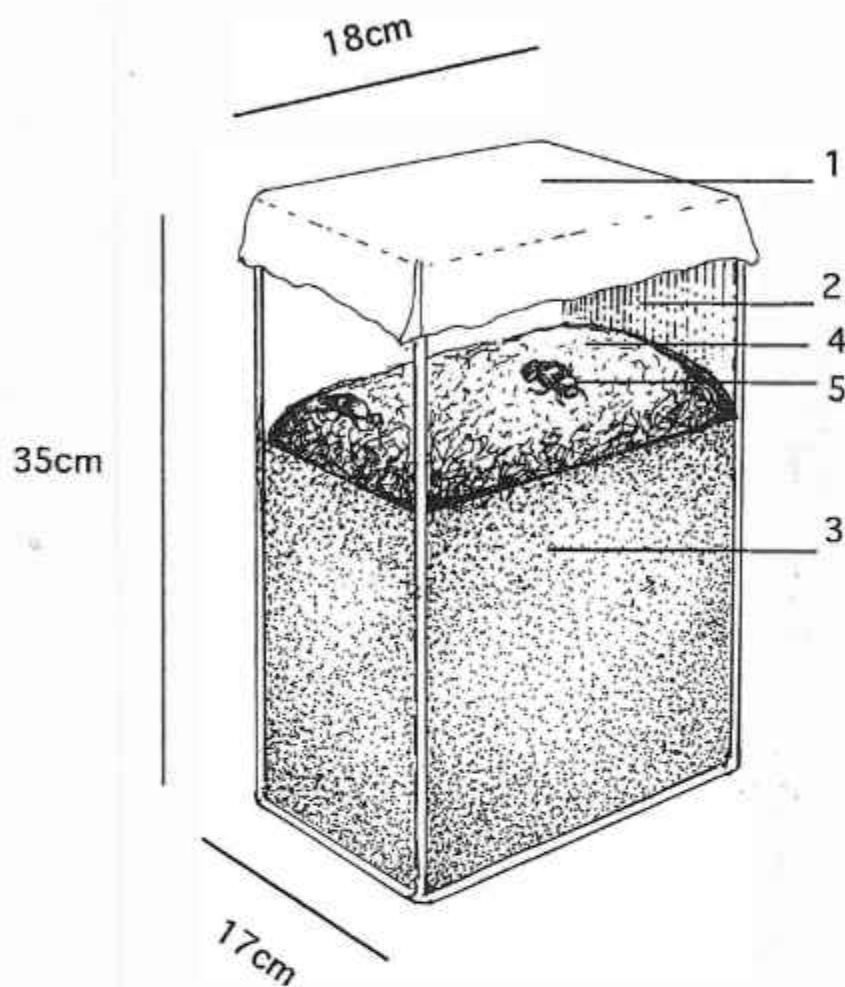


FIG. 3: Jaula utilizada para determinar la cantidad de estiércol enterrado por parejas de escarabajos paracópridos: 1) Tela mosquitero, 2) recipiente (de agua purificada 3 galones) 3) Mezcla de arena y tierra, 4) estiércol y 5) escarabajos (dibujó René Rivera).

Después del período de actividad se retiró la boñiga de estiércol, colando el sustrato para separar el estiércol enterrado y las parejas de escarabajos, se eliminaron los granos de arena y tierra del estiércol con una brocha. Luego las muestras de estiércol se colocaron en el horno a 60°C por 4 días para luego estimar su peso seco. Teniendo el peso seco y sabiendo la humedad inicial del estiércol, se estimó la cantidad de material fresco enterrado con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Peso seco de estiércol enterrado}}{100 - \% \text{ humedad de estiércol original}} \times 100 = \text{peso fresco de estiércol enterrado}$$

(ecuación2)

RESULTADOS

Condiciones metereológicas

Durante los meses de abril a octubre la temperatura osciló entre 20 y 36.2°C con un rango de temperatura máxima diaria entre 26.4 y 36.2°C y de mínima diaria entre 20 y 25.2°C (Fig.4A). Las primeras lluvias iniciaron el 10 de abril con una precipitación de 17.8mm. Luego a mediados del mes de mayo se volvieron fuertes, sin mayores variaciones hasta la segunda semana de agosto con una precipitación de 210.2mm el día 29 de julio. Las lluvias terminaron el 24 de octubre (Fig.4B). Aunque la nubosidad se vinculó con los meses más lluviosos, también se observó cuando no hubo precipitación en abril y octubre (Fig. 4C).

Condiciones del habitat

El potrero número 11/12 estuvo dominado por las especies de pasto, "pangola", *Digitariadecumbens*, y "estrella", *Cynodon dactylon*. Estas comenzaron a crecer después de las lluvias de abril. En los meses de mayo a octubre, el pasto mantuvo una altura promedio de 32.5cm, debido al pastoreo del ganado bovino. Al principio de octubre se cerró el potrero, previamente había pastoreo de 8 a 12 vacas lecheras por lo menos una vez por semana. Sin el pastoreo del ganado la hierba creció rápidamente alcanzando una altura promedio de 68cm al finalizar el estudio (Fig. 5A). La humedad promedio del suelo fue aumentando de 12 a 45% durante el período comprendido de abril a octubre. En septiembre y octubre el suelo estaba saturado debido a la falta de drenaje en el potrero (Fig. 5B). La humedad promedio de estiércol fluctuó entre 78 a 85% durante el período del estudio (Fig. 5C).

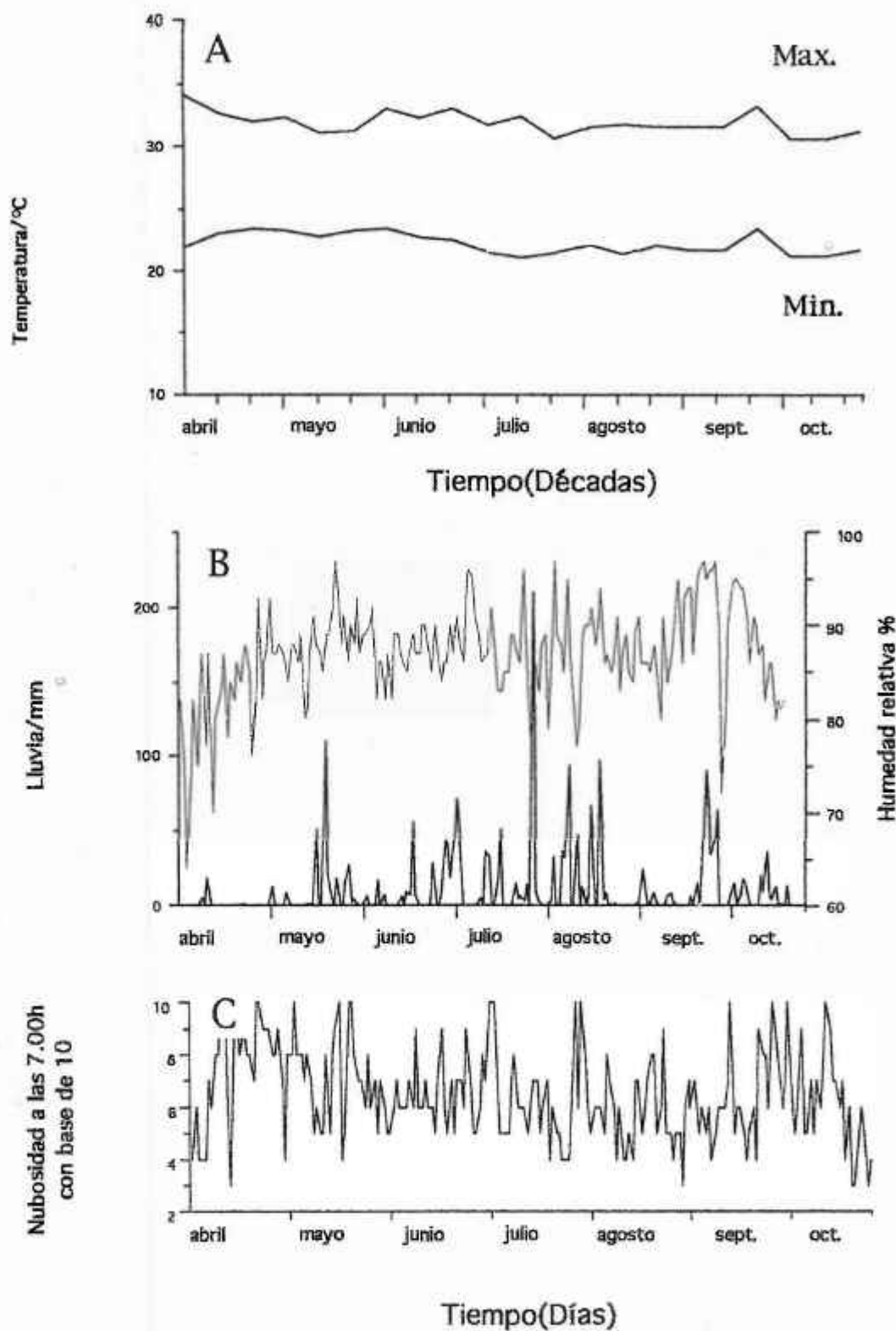


FIG. 4: Condiciones metereológicas en la Estación Experimental "La Providencia" durante el período de estudio (de abril a octubre de 1996) indicando A) temperatura máxima y mínima por décadas, B) precipitación y humedad relativa, y C) nubosidad a las 7.00h. Datos tomados de los archivos de la Estación Meterológica del mismo lugar.

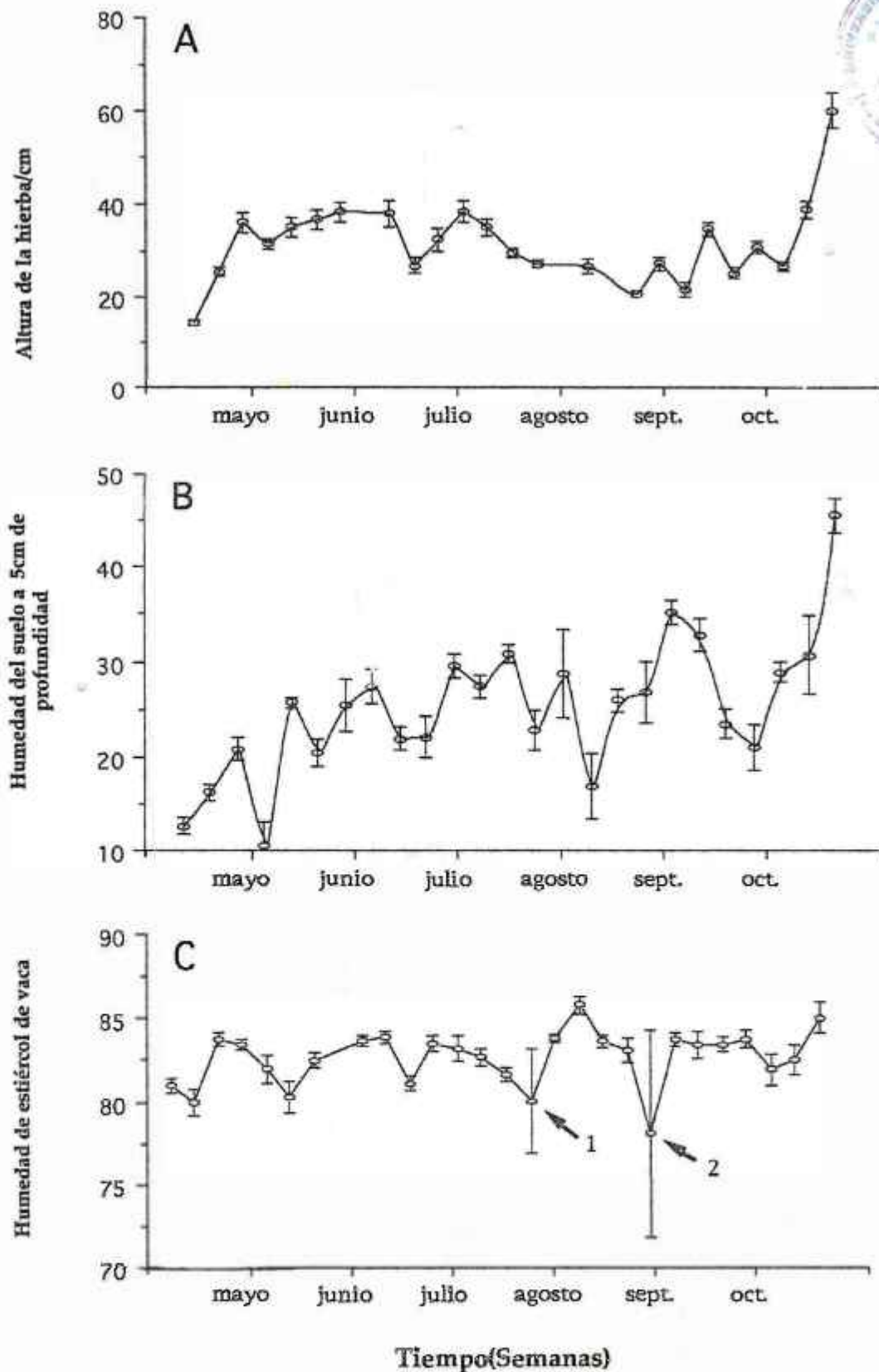


Fig. 5: A) Altura de la hierba (N = 75), B) humedad del suelo en el potrero número 11/12 (N = 10), y C) la humedad del estiércol del ganado bovino (N > 30; para los puntos "1" y "2", N = 5) de abril a octubre de 1996 en la Estación Experimental "La Providencia". Las barras indican el error estandar.



Abundancia relativa y estacionalidad

Se capturaron 4,413 escarabajos coprófagos pertenecientes a 9 especies en las trampas de caída colocadas en el potrero número 11/12. *Phanaeus demon* y *C. lugubris* en contraste con las otras especies fueron muy abundantes. *Dichotomius centralis* no fue muy frecuente en campo abierto colectando solo 2 individuos (Cuadro 1). La mayoría de las especies capturadas fueron paracópridas a excepción de *Aphodius* sp. (endocóprido) y *Canthonindigaceus* (telecóprido).

En marzo no se atrapó *C. lugubris*. Los primeros individuos se capturaron en abril después de las primeras lluvias, alcanzando su máxima abundancia en junio y julio, con un promedio de 58 individuos por trampa durante el período de mayor actividad. Aún entre agosto y octubre cuando finalizó el estudio, la población se mantuvo alta (Fig. 6A). Normalmente no hubo diferencia entre la cantidad de machos y hembras capturadas en cada trampa (Fig. 6B). Sólo se encontró una diferencia significativa la tercera semana de abril (Prueba de t: $gl = 9$, $t = 2.772$, $P = 0.024$), la primera semana de junio (Prueba de t: $gl = 9$, $t = 2.694$, $P = 0.027$) y la primera semana de julio (Prueba de t: $gl = 9$, $t = -3.117$, $P = 0.005$).

Después del inicio de la época lluviosa, a partir de la segunda semana de mayo, *P. demon* inició su actividad, la cual finalizó en la segunda semana de septiembre. Alcanzó un promedio máximo de 180 individuos por trampa con mayor abundancia entre junio y julio (Fig. 7A). Los machos fueron más activos que las hembras capturando en las trampas más machos durante todo el período del estudio. Sin embargo, sólo se encontró una diferencia significativa durante la tercera semana de mayo (Prueba de t: $gl = 9$, $t = -3.095$, $P = 0.015$) y la segunda semana de septiembre (Prueba de t: $gl = 9$, $t = -4.250$, $P = 0.013$) (Fig. 7B). Con base en observaciones de campo se evidenció que la nubosidad influyó en la actividad de la

CUADRO 1: Especies colectadas en cinco trampas de caída, con cebo de estiércol de vaca en el centro del potrero número 11/12, durante abril a octubre de 1996.

Especie	Número de individuos colectados
<i>Aphodius sp.</i>	172
<i>Canthon indigaceus</i>	2
<i>Copris lugubris</i>	1396
<i>Dichotomius carolinus</i>	27
<i>Dichotomius centralis</i>	2
<i>Ontophagus batesi</i>	11
<i>Ontophagus landolti</i>	8
<i>Ontophagus marginicollis</i>	358
<i>Phanaeus demon</i>	2437
TOTAL	4413

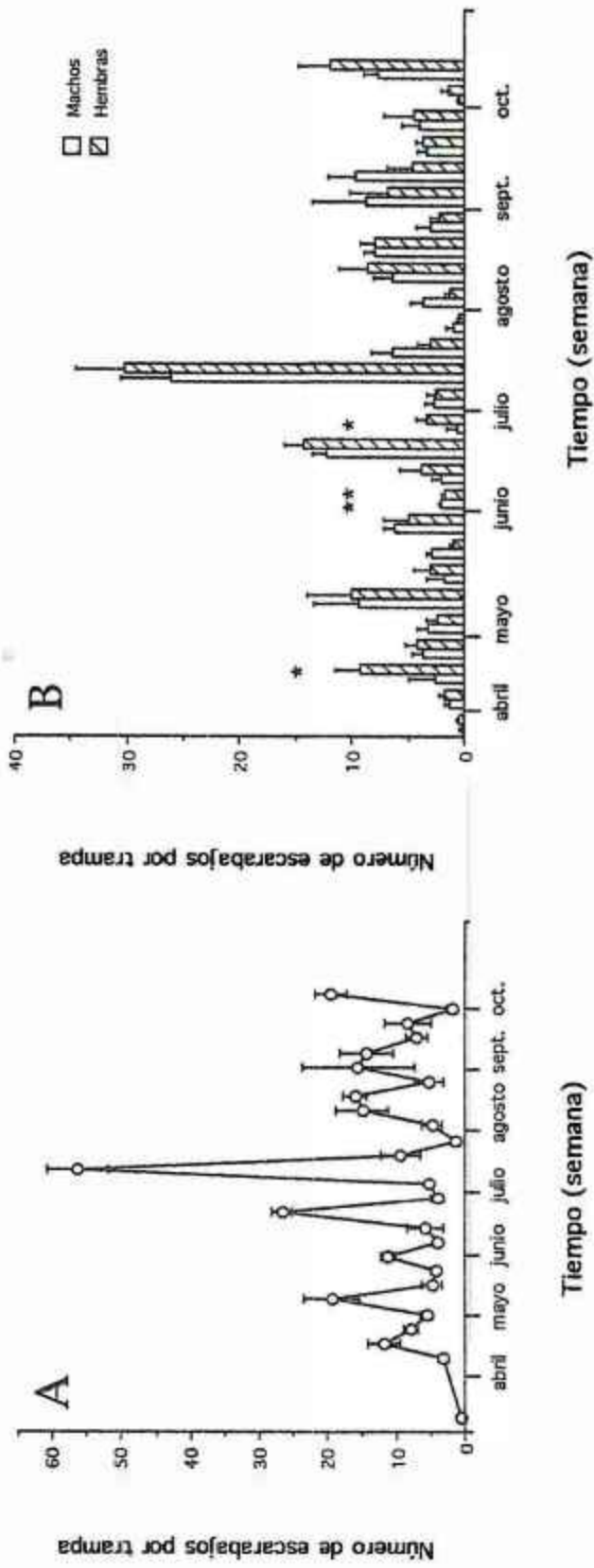


FIG. 6: A) Abundancia de *Copris lugubris* en el potrero número 11/12 durante el periodo de marzo a octubre de 1996 con B) una comparación de la cantidad de machos y hembras capturados en cada semana. Las barras indican el error estandar, "*" $P > 0.05$ "***" $P > 0.005$.

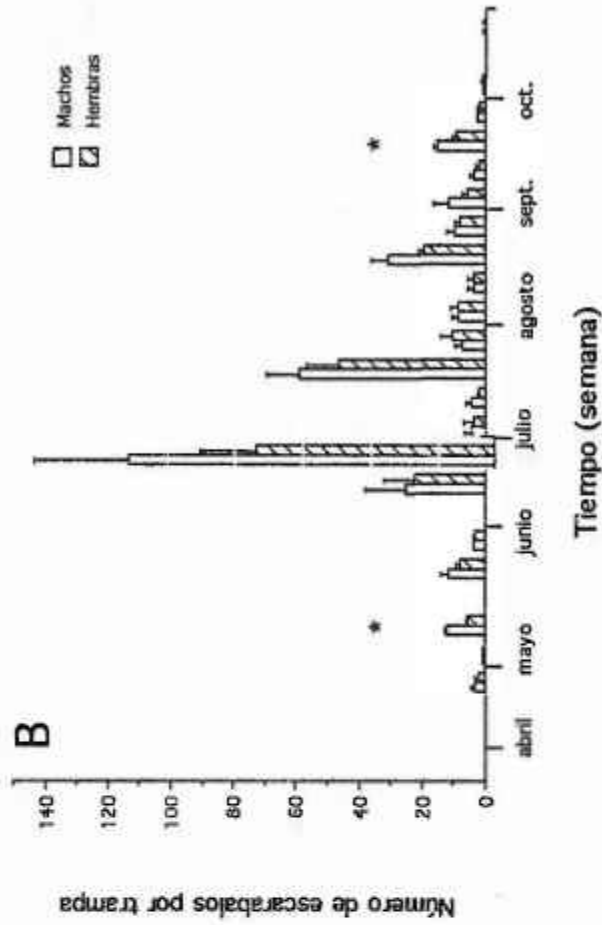
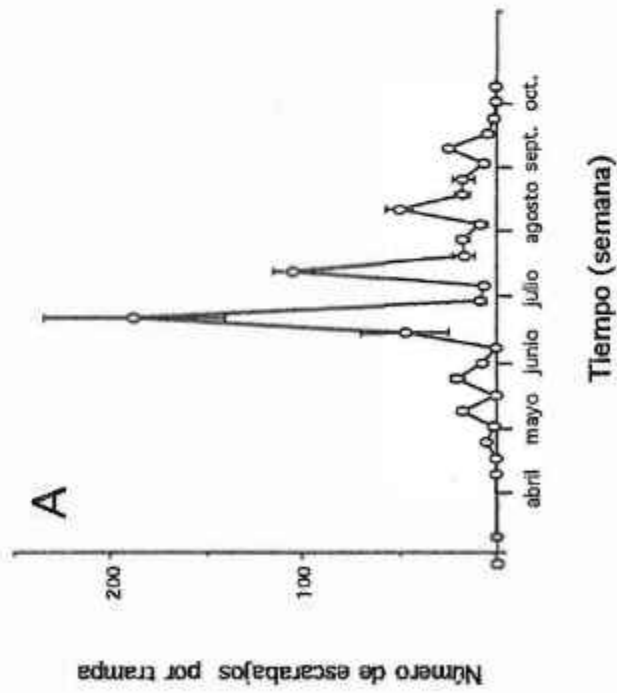


FIG. 7: A) Abundancia de *Phanaeus demon* en el potrero número 11/12 durante el periodo de marzo a octubre de 1996 con B) una comparación de la cantidad de machos y hembras capturados en cada semana. Las barras indican el error estandar, "*" $P > 0.05$.

especie, la cual fue más activa en tiempo de baja nubosidad. *Phanaeus demon* es diurna, activo entre las 9am y 2pm su actividad era más alta en días soleados especialmente si los días anteriores habían sido lluviosos, se observaron durante estos días individuos volando en círculos concéntricos alrededor del cebo aterrizando en el suelo cerca del cebo y caminando en dirección de éste.

Uso de habitat

En el experimento de junio, julio y septiembre se capturaron 1,954 individuos, siendo las especies más abundante *P. demon* y *C. lugubris*. *Dichotomius centralis* fue escaso pero en este experimento se capturaron 75 individuos, esto es más de lo que se capturó en el monitoreo de abundancia descrito anteriormente donde sólo se atraparon 2 individuos. Este incremento en la captura durante el experimento fue debido a la ubicación de las trampas en lugares sombreados, el uso de cebo de estiércol de caballo y la colocación de más trampas (Cuadro 2A).

Los escarabajos llegaron en los primeros dos días tanto al estiércol de vaca como al de caballo y en los diferentes sitios. Hubo poca colonización después de los dos días (Fig. 8). *Phanaeus demon* fue más abundante en campo abierto y *C. lugubris* en la sombra, colonizando el estiércol de vaca después de la primera semana (14 días). La colonización fue alta durante los primeros 7 días solo en la sombra y con estiércol de vaca (Fig. 8C). Aunque apareció en junio, *Dichotomius centralis* fue más abundante en septiembre demostrando una preferencia para lugares sombreados y para el estiércol de caballo (Fig. 8B, C, D).

El cuadro 2B indica los promedios de las capturas de cada especie durante los 14 días con diferentes cebos y ubicaciones de las trampas. *Copris lugubris* resultó significativamente más abundante en la sombra en cada experimento (valores P con



CUADRO 2A: Totales de escarabajos de tres especies colectadas en los experimentos realizados en los meses de junio, julio y septiembre de 1996 con trampas de caída ubicadas en campo abierto (A) o en lugares sombreados (S), y cebadas con estiércol de vaca (V), o de caballo (C) en la Estación Experimental "La Providencia". En junio N = 2 o N = 4 (como se indica), julio N = 5, y en septiembre N = 10.

Especies	junio				julio				septiembre			
	AV ^f	AC ^γ	SV ^f	SC ^γ	AV	AC	SV	SC	AV	AC	SV	SC
<i>Copris lugubris</i>	33	32	176	52	7	4	44	93	120	20	253	56
<i>Phanaeus demon</i>	189	42	24	0	13	8	4	3	275	25	21	1
<i>Dichotomius centralis</i>	0	0	2	2	0	0	0	1	0	16	15	39
Totales	222	74	102	54	20	12	48	97	395	61	289	96

CUADRO 2B: Promedios de captura de *C.lugubris*, *P.demon* y *D.centralis* durante 14 días en los experimentos. El error estandar está presentado en paréntesis.

Condiciones de habitat (Iluminación/tipo de estiércol)	Junio		Julio		Septiembre	
	\bar{x}	ES	\bar{x}	ES	\bar{x}	ES
<i>Copris lugubris</i>						
Abierto vaca	8.25 ^f	(6.24)	1.40	(2.07)	12.00	(8.47)
Abierto caballo	12.50 ^γ	(17.68)	0.80	(1.09)	2.00	(1.05)
Sombra vaca	44.00 ^f	(23.40)	8.40	(7.89)	25.30	(17.33)
Sombra caballo	27.50 ^γ	(12.02)	18.60	(9.86)	5.60	(6.02)
<i>Phanaeus demon</i>						
Abierto vaca	54.75 ^f	(45.28)	2.60	(3.78)	27.50	(16.03)
Abierto caballo	20.50 ^γ	(13.44)	1.60	(2.61)	2.50	(3.63)
Sombra vaca	6.00 ^f	(10.03)	0.80	(0.84)	2.10	(3.93)
Sombra caballo	1.50 ^γ	(2.12)	0.60	(1.34)	0.10	(0.32)
<i>Dichotomius centralis</i>						
Abierto vaca	1.00 ^f	(1.15)	0.00	0.00	0.00	0.00
Abierto caballo	0.00 ^γ	0.00	0.00	0.00	1.60	(2.55)
Sombra vaca	1.75 ^f	(1.50)	0.00	0.00	1.50	(2.76)
Sombra caballo	1.00 ^γ	(1.41)	0.60	(0.55)	3.90	(7.99)

El número de trampas varió en junio debido a la interferencia y destrucción de muestras por ratas en el Insectario de la Sección de Entomología. f: N = 4, γ: N = 2.

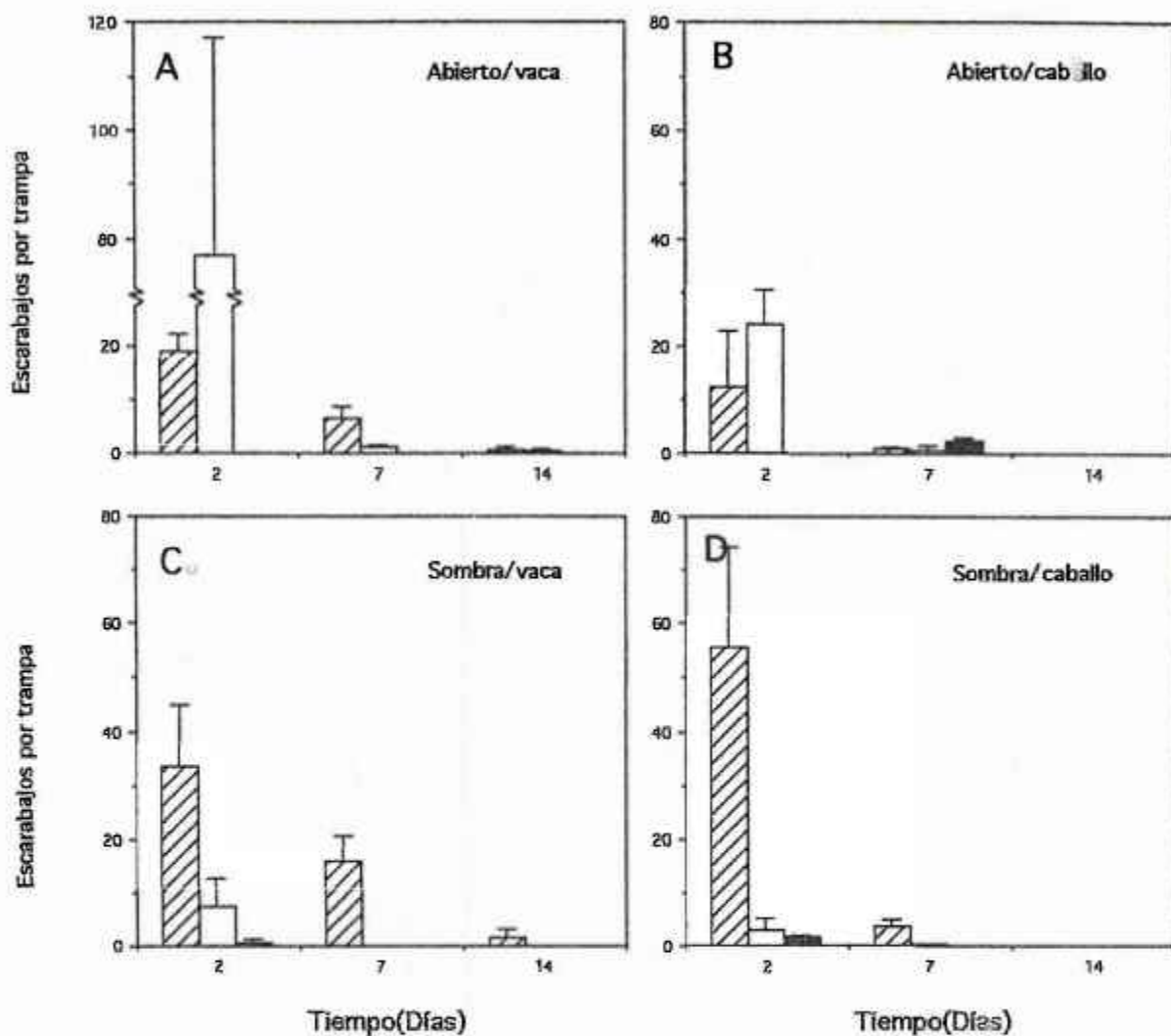


FIG. 8: Colonización de estiércol de vaca (A y C) y caballo (B y D) en campo abierto (A y B) y lugares sombreados (C y D) por *P. demon* (□), *C. lugubris* (▨) y *D. centralis* (■) durante la época lluviosa de 1996 en la Estación Experimental "La Providencia". Las barras indican el error estándar. Observense las escalas. N = 5, excepto el día 2 donde N = 4 para el estiércol de vaca, y N= 2 para el estiércol de caballo.

un rango de 0.0399 a 0.0005) y con una preferencia significativa ($P = 0.0001$) para cebo de vaca en el experimento de septiembre (Cuadro 3A). *Phanaeus demon* demostró una preferencia para estiércol de vaca en campo abierto pero las diferencias solo fueron significativas en septiembre donde hubo más réplicas (Cuadro 3B). *Dichotomius centralis* fue más abundante en la sombra con una preferencia para estiércol de caballo pero las capturas de junio y julio fueron demasiado bajas para permitir un análisis de varianza. En septiembre no se detectó efectos significativos de la ubicación de la trampa y el tipo de cebo sobre colonización por esta especie.

Enterramiento de estiércol

En el laboratorio, el número de parejas de *C. lugubris*, *P. demon* y *D. centralis* que fueron activas, enterrando el estiércol, aumentó para cada especie durante el período de estudio, siendo las especies más exitosas *C. lugubris* y *P. demon*. Un 70% de las parejas de *C. lugubris* y un 80% de *P. demon* estaban activas a los 14 días (Fig. 9). *Dichotomius centralis* no fue exitoso en enterrar el estiércol de vaca, ya que sólo un 45% de las parejas fueron activas en el día 14. *Copris lugubris* construyó túneles y luego almacenó el estiércol en una masa con un promedio de 167.2g antes de las 14 días. Una pareja preparó una masa de 575.9g lo cual indica el potencial considerable de esta especie en el enterramiento del estiércol, después de dos días las parejas empezaron a cortar la masa para formar sus bolas nido (Fig. 10A).

Parejas de *P. demon* enterraron un promedio de 179.8g de estiércol en forma de túneles, una pareja enterró un total de 606.7g durante los 14 días. Al transcurso de los 2 días las parejas empezaron a formar sus bolas nido utilizando el estiércol almacenado en los túneles (Fig. 10C). *Dichotomius centralis* enterró poco estiércol de

CUADRO 3A: Análisis de varianza (ANDEVA) en abundancia de *C.jugubris* con respecto a iluminación y tipo de cebo para los experimentos de junio, julio y septiembre.

Fuente	gl	SC	CM	F	valor P
junio					
Habitat (A)	1	1683.38	1683.38	6.01	0.0399
Cebo (B)	1	108.38	108.38	0.39	0.5513
Interaccion (AB)	1	273.38	273.38	0.98	0.3522
Error	8	2241.75	280.22		
julio					
Habitat (A)	1	768.80	768.80	18.63	0.0005
Cebo (B)	1	115.20	115.20	2.79	0.1142
Interaccion (AB)	1	145.80	145.80	3.53	0.0785
Error	16	660.40	41.28		
septiembre					
Habitat (A)	1	714.03	714.03	6.98	0.0121
Cebo (B)	1	2205.22	2205.22	21.55	0.0001
Interaccion (AB)	1	235.23	235.23	2.30	0.1382
Error	36	3.684.50	102.35		

CUADRO 3B: Análisis de varianza (ANDEVA) en abundancia de *P.demon* con respecto a iluminación y tipo de cebo para el experimento de septiembre. (Prueba de Tukey: abierto-vaca vs abierto-caballo, sombra-vaca y sombra-caballo, $P > 0.05$; sombra-caballo vs sombra-vaca y abierto-caballo, $P > 0.05$).

Fuente	gl	SC	CM	F	valor P
septiembre					
Habitat (A)	1	1932.10	1932.10	27.06	0.0001
Cebo (B)	1	1822.50	1822.50	25.52	0.0001
Interaccion (AB)	1	1322.50	1322.50	18.52	0.0001
Error	36	2570.80	71.41		

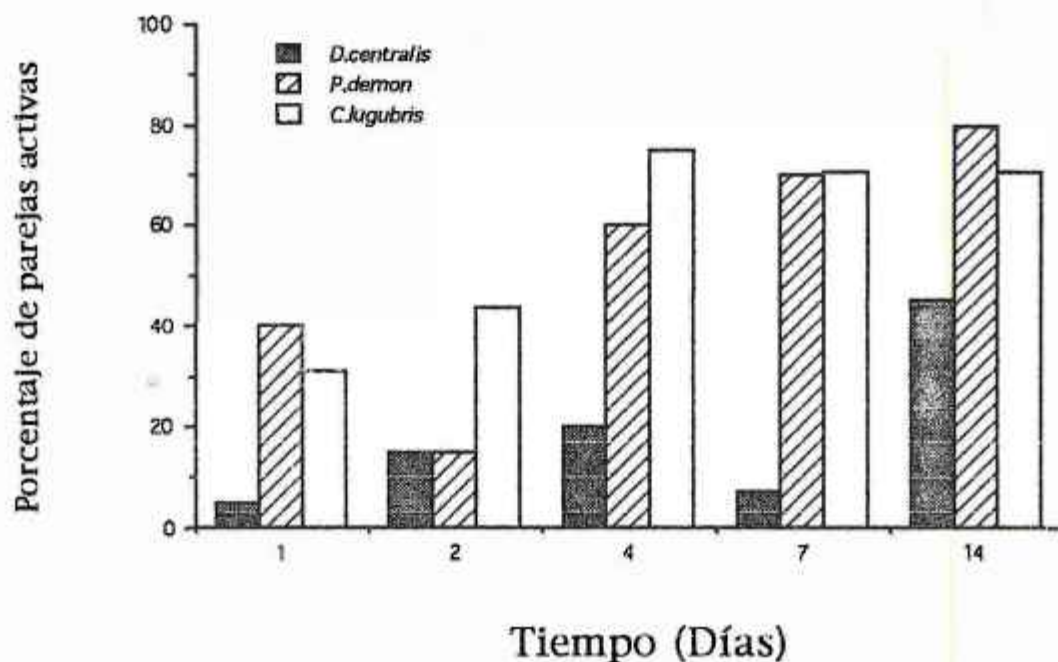


FIG. 9: Porcentaje de parejas de tres especies de escarabajos paracópridos que eran activas durante cinco diferentes períodos en el insectario de la Sección de Entomología de la Escuela de Biología, UES.

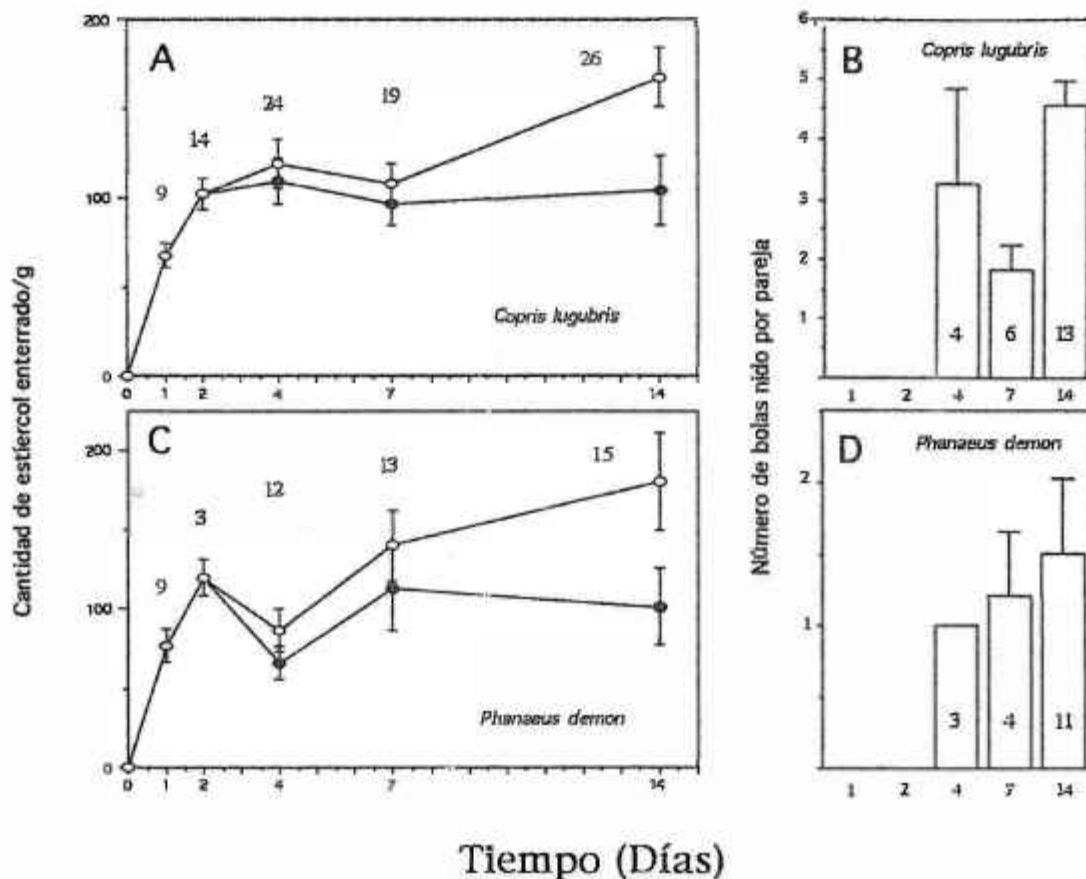


FIG. 10: Enterramiento de estiércol de vaca en la forma de túneles o masas (—○—) y bolas nido (—●—) durante el período de 14 días, por A) *C. lugubris* con B) el número de bolas nido formados y, por C) *P.demon* con D) el número de bolas nido formados. Los números indican el tamaño de cada muestra y las barras indican el error estandar.

vaca con un promedio de 59g por pareja a los 14 días y no hubo formación de bolas nido y por la falta de réplicas que entierran estiércol no se pudo determinar el patrón de acumulación de estiércol enterrado. *Dichotomius centralis* enterró significativamente menos estiércol que las otras dos especies durante los 14 días (ANDEVA: gl 2, F = 3.88, P = 0.0269/Prueba de Tukey; *D. centralis* vs *C. lugubris* y *P. demon*, P < 0.05).

Las bolas nido de *P. demon* y *C. lugubris* fueron muy diferentes. Las de *C. lugubris* en cuanto a sus dimensiones son de 3cm de altura y 2.5cm de diámetro y las de *P. demon* son más grandes con 5.5cm de altura y 5cm de diámetro, contienen significativamente más estiércol que las de *C. lugubris* con 75.38 ± 1.85 g y 23.41 ± 0.36 g respectivamente (Prueba de t: gl = 147, t = 26.299, P = 0.0001). Sin embargo, las dos especies entierran cantidades similares de estiércol en la forma de bolas nido (Fig. 10A y C). *Copris lugubris* formó un promedio de 4.5 bolas nido por pareja (máximo 8 bolas por pareja)(Fig. 10B) y *P. demon* un promedio de 1.5 bolas por pareja (máximo 2 bolas por pareja)(Fig. 10D).



DISCUSIÓN

Las referencias sobre los escarabajos coprófagos de Centroamérica señalan la predominancia de las especies adaptadas para vivir en lugares boscosos (Halfpter, 1961; Matthews, 1962; Howden y Cartwright, 1963; Howden y Young, 1981). En la investigación realizada se encontraron en los potreros de San Luis Talpa sólo nueve especies de escarabajos coprófagos. Estas mismas se han encontrado en lugares de pastoreo de Sonsonate, San Vicente, y Usulután en El Salvador y en Cosigüina en Nicaragua (Horgan, 1996)¹, indicando una baja diversidad de especies coprófagos en los potreros de la costa de El Salvador al compararse con comunidades de coprófagos en pastizales de otras partes del mundo.

Estudios de pastizales del norte y parte central de Europa indican comunidades de 10 a 24 especies, principalmente del género *Aphodius* (Finn *et al.* 1997). Un estudio de la Península Ibérica identificó 55 especies (Avila & Pascual, 1986). En Norte América, Schreiber *et al.* (1987) identifican 29 escarabajos coprófagos en estiércol en Nebraska. Doube (1983) encontró 50 especies en sabana de Sur África. Hay muy pocos estudios de comunidades coprófagas de los pastizales de Centro y Sur América. Sin embargo, en México se han reportado 18 especies en pastizales de Laguna Verde (Halfpter *et al.* 1992) y lo mismo para pastizales de Colombia (Andrades *et al.* 1996).

En potreros del lugar del estudio, las dos especies más abundantes fueron *P. demon* y *C. lugubris*, las cuales parecen ser más tolerantes a cambios realizados por el hombre, que las otras especies, manteniendo densas poblaciones en los potreros y aprovechando el estiércol del ganado bovino y equino como una abundante fuente de

¹ (Horgan, F.G. Comisión de Justicia, Paz y Ecología de la Familia Franciscana Unida y APSO Cooperación Técnica Irlandesa) Ecológo/Entomólogo visitante en la Escuela de Biología de La Universidad de El Salvador. 1996; Especies coprófagas reportadas para El Salvador; Comunicación personal.

alimentación. La abundancia de escarabajos coprófagos está influenciado por las condiciones del habitat y del substrato. En éste la humedad del suelo aumentó con el tiempo, mientras la altura de la hierba y la humedad del estiércol se mantuvo constante. Estos factores son importantes en determinar la colonización por coprófagos (Avila & Pascual, 1986; Dadour & Cook, 1996)

Morón (1984) con relación a la alimentación de estas especies coprófagas, menciona que presentan mandíbulas en forma de hileras (como piene), con lo que trituran y exprimen el estiércol para alimentarse. Un estudio llevado a cabo por Ensminger (1973) al referirse a los elementos nutritivos del alimento consumido por el ganado, menciona que el animal retiene cerca de 20% de esos elementos el resto es eliminado en la forma de estiércol, una tonelada contiene cerca del 5Kg de nitrógeno, 2.5Kg de fósforo y 5Kg de potasio, los cuales son sustancias indispensables para las plantas. Por otro parte, Spedding (1975) plantea que una vaca en pastoreo temporal durante un año produce 13.5kg de nitrógeno en el estiércol excretado. Este estiércol al incorporarse al suelo por *Aphodius* spp. retorna al suelo 12.15kg de nitrógeno con una pérdida de 1.35kg. Cuando estas especies no se encuentran en los potreros sólo se retorna 2.7kg de nitrógeno con una pérdida de 10.8kg, Esto significa que las especies de escarabajo coprófagos al incorporar el estiércol al suelo ayudan a la nutrición del suelo y al mismo tiempo a la fertilización de los pastos.

Un estudio realizado por Janzen (1983) en el Parque Nacional de Santa Rosa en Guanacaste, Costa Rica, (altura 300m, 10°45' a 11°00' N) indica que *C. lugubris* es activo durante la estación lluviosa. La especie se encontró en trampas cebadas con estiércol de caballo tanto en potreros como en el bosque, con alta abundancia en ambos habitat. La especie solo se encontró entre mayo y octubre con pocos

individuos capturados en noviembre y diciembre. Sin embargo, Horgan (1996)¹ ha reportado una alta abundancia de *C. lugubris* en los potreros de San Luis Talpa en noviembre y diciembre, bajando la población en enero y febrero, con una ausencia de individuos durante marzo. Mathews (1962) manifiesta que esta especie es una de las pocas que se mantiene activas durante todo el año. En este estudio, durante el período comprendido entre abril y octubre de 1996, *C. lugubris* estaba presente, con una mayor abundancia en junio y julio. Aún al finalizar la fase de campo en octubre, las poblaciones eran todavía altas.

Comparando este estudio con el que realizó Janzen (1983) en Costa Rica, se encuentra que *C. lugubris* en San Luis Talpa fue más abundante y se mantuvo su actividad por un período más largo. El uso de estiércol de caballo en el experimento de Janzen en los potreros de Costa Rica, pudo haber sido responsable por las bajas densidades encontradas en este sitio. Los resultados obtenidos en este estudio claramente comprueban que *C. lugubris* prefiere estiércol de vaca sobre estiércol de caballo. Las comunidades estudiadas en Costa Rica eran más ricas en especies paracópidas grandes con alta abundancia de *D. yucatanus* y *D. centralis*, los cuales pueden ser competidores de *C. lugubris* (Janzen 1983), mientras, en las comunidades de escarabajos coprófagos en San Luis Talpa existe poca diversidad.

Potencialmente *P. demon* es el competidor más importante para *C. lugubris*. Las demás especies con la excepción de *D. centralis* y *D. carolinus* son de tamaños pequeños por lo que es probable que no compitan significativamente. *Copris lugubris* es una especie nocturna, demostrándose en los resultados una preferencia por parte de la especie por lugares sombreados dentro del sistema del potrero. Janzen (1983) capturó más individuos de *C. lugubris* en la selva que en potreros. También, Peck y

¹ (Horgan, F.G. Comisión de Justicia, Paz y Ecología de la Familia Franciscana Unida y APSO Cooperación Técnica Irlandesa) Ecológo/Entomólogo visitante en la Escuela de Biología de La Universidad de El Salvador. 1996; Especies coprófagas reportadas para El Salvador; Comunicación personal.

Howden (1984) han reportado esta especie en bosques tropicales de Panamá. Por lo tanto, se demuestra que *C. lugubris*, aunque es principalmente una especie de lugares sombreados se ha adaptado para vivir en potreros. Sin embargo, es necesario que alrededor de los pastos se conserve una densa vegetación para que esta especie sobreviva.

Phanaeus demon está activa desde mayo a septiembre. Alcanza su mayor abundancia entre junio y julio. Con respecto al uso de habitat *P. demon* demostró una preferencia por lugares abiertos, raras veces se encontró en lugares sombreados y colonizó preferencialmente el estiércol de vaca. Edmonds (1994) reporta a *P. demon* como una especie de sabana semidesérticas y bosques caducifolios. Esta preferencia para lugares que son naturalmente abiertos posiblemente ha permitido que esta especie se adapte a lugares transformados por el hombre como son los potreros.

Dichotomius centralis es nocturno, se reportó poca abundancia en lugares soleados y se ha demostrado una preferencia para estiércol de caballo. Se notó una abundancia de esta especie en un bosque aislado de la Estación Experimental. En el sitio de estudio, se notó una mayor abundancia de *D. centralis* durante el mes de septiembre y en trampas colocadas en los potreros cercanos al bosque. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Janzen (1983) en Costa Rica, donde trampas colocadas en las selvas capturaron diez veces más individuos de *D. centralis* que los capturados en potreros. En los dos potreros del estudio en Santa Rosa, había mucho más individuos con relación al estudio realizado en San Luis Talpa. Esta diferencia puede ser debido a la cercanía de los potreros costarrisenses a un extenso bosque tropical (20m y 50m de distancia) y el uso del estiércol de caballo (Janzen, 1983). En la localidad de estudio en El Salvador, *D. centralis* demostró una preferencia para el estiércol de caballo. Al parecer la especie no está bien adaptada al ambiente de los potreros. Estudios realizados en México indican que esta especie es

generalista en términos del uso de sustrato, llegando a cebos de carne, fruta y estiércol, pero no se le ha reportado en áreas perturbadas por el hombre, incluyendo cafetales y potreros (Morón 1987; Halfpeter *et al.*, 1992), en consecuencia esta especie no es muy importante para el desarrollo de la ganadería en El Salvador.

En datos obtenidos en el laboratorio, el estiércol de vaca tiene entre el 78 y 85% de agua, este rango de humedad es típico del estiércol de vaca en los trópicos de África (Giller & Doube, 1989) y Australia (MacQueen *et al.* 1986). Aunque Morón (1984) en sus estudios sobre escarabajos menciona que el estiércol de vaca contiene sólo el 30% de agua. En zonas templadas se reporta que el estiércol es más húmedo que en zonas tropicales alcanzando una humedad de 90 a 95% (Gittings 1994). La precipitación influye en la humedad de estiércol en los grandes ranchones de Australia (MacQueen *et al.* 1986) y en animales silvestres en África (Edwards 1991). En San Luis Talpa, el acceso de agua para las vacas probablemente redujo la variabilidad de humedad entre los meses. Expuesto al sol, el estiércol rápidamente pierde agua y hay formación de una capa seca en la superficie de la boñiga lo que influyó en la sucesión (colonización) por parte de las tres especies.

El experimento en el laboratorio mostró que *P. demon* y *C. lugubris* enterraban cerca de 200g de estiércol de vaca para construir sus bolas nido, indicando que estas especies son importantes en la dinámica de ecosistema de potreros. Si la boñiga de estiércol promedio tiene un peso de 1.5kg significa que de 7 a 8 parejas de estos escarabajos son suficiente para incorporar este estiércol al suelo. En los potreros de San Luis Talpa, durante junio y julio, pueden llegar a una sola boñiga de estiércol un promedio de 200 parejas de *P. demon*. Tanto *P. demon* como *C. lugubris* realizan un trabajo considerable en el abonamiento de los pastos y en retirar el estiércol de la superficie del suelo.

Como se muestra en los resultados, *P. demon* y *C. lugubris* forman bolas nido a partir del cuarto día. Una pareja de *C. lugubris* elabora ocho bolas nido con un peso de $24g \pm 0.5g$ de estiércol en cada bola. Parejas de *P. demon* formaron un máximo de dos bolas con un peso de $75g \pm 2g$. Según Morón (1988) una hembra de *C. armatus* construye de 3 a 5 bolas nido y *P. mexicanus* forma una sola bola nido. Esto concuerda con los resultados obtenidos en San Luis Talpa con diferentes especies pero de los mismos dos géneros.

Debido a que el estudio se realizó en condiciones no favorables para las especies (en el laboratorio durante los meses de septiembre y octubre) es posible que las especies hayan enterrado menos estiércol que en el campo. También, el hecho de que las parejas de *P. demon* eran ya viejas puede haber influenciado en la formación de las bolas nido. Septiembre y octubre eran los meses en que la actividad de *P. demon* disminuyó. *Dichotomius centralis* enterró menos estiércol que las otras dos especies, no formó bolas nido ni puso huevos. Al hacer el experimento en otra época del año (más temprano) o con otro substrato (estiércol de caballo) se pudiera esperar resultados muy diferentes. Evaluaciones de la cantidad de estiércol enterrado por *D. carolinus*, otra especie de este género pero con un tamaño corporal casi dos veces que el de *D. centralis*, muestran que esta especie puede procesar hasta 26Kg de excremento por hectárea, para lo cual remueve hasta 157Kg de suelo (Morón, 1988).

Existe poca información sobre los escarabajos coprófagos de potreros centroamericanos (Janzen 1983), por lo tanto, es importante continuar investigaciones sobre dichas comunidades. Este estudio indica la importancia de las especies *P. demon* y *C. lugubris* en los potreros tropicales de la costa de El Salvador, enfatizando la necesidad de mantener lugares boscosos cerca de los pastos para aumentar poblaciones de ellas.

CONCLUSIONES

1. *Phanaeus demon* y *C. lugubris* fueron los escarabajos coprófagos más abundantes en los potreros estudiados y enterraron grandes cantidades de estiércol de vaca, el cual contiene: potasio, fósforo y nitrógeno, siendo útil como abono para el suelo. Estos ayudan en el crecimiento del pasto que es la fuente de alimentación del ganado. Por lo tanto, estos insectos son muy benéficos para la ganadería, conservando nutrientes y así se reducen los costos de fertilización química en los potreros.
2. En lo particular *P. demon* es importante porque tolera los lugares abiertos, en cambio *C. lugubris* es más adaptado a los lugares sombreados. En potreros de vegetación mixta, con sombra estas dos especies manejan la mayoría del estiércol depositado.
3. Cada una de las tres especies estudiadas emergieron en diferentes tiempos: *C. lugubris* emerge en abril y mayo estando presente hasta enero, *P. demon* en mayo y fue abundante hasta septiembre y *D. centralis* no es abundante en potreros abiertos pero si en lugares sombreados durante junio y septiembre. La precipitación influye en la conducta y la actividad de las especies.
4. *Phanaeus demon* sólo coloniza el estiércol de vaca en los primeros dos días en campo abierto. Así también, *C. lugubris* coloniza el estiércol de vaca principalmente en los primeros dos días, pero este puede llegar después de los 7 días. En la sombra, *C. lugubris* continúa llegando en grandes cantidades durante la primera semana. Con estiércol de caballo *C. lugubris* nunca llegó después de 7 días. Los resultados demuestran la importancia de la

humedad de estiércol para aumentar la colonización durante un período más largo.

5. *Phanaeus demon* y *C. lugubris* pueden procesar aproximadamente 50g de estiércol en un día, y si consideramos que en una manzana de potrero alberga 400 parejas de estas escarabajos, se estima que pueden llegar a procesar 20Kg de estiércol diario llegando a abonar más eficientemente el suelo. Las hembras de *C. lugubris* construyen de 3 a 8 bolas nido y las de *P. demon* solamente 2 bolas nido pero ambas especies entierran cantidades similares de estiércol, las bolas nido de *P. demon* son casi tres veces el tamaño de los de *C. lugubris*.
6. Se concluye que las especies de escarabajos coprófagos presentes en los potreros salvadoreños desempeñan un importante trabajo en el reciclaje del estiércol el cual contiene nutrientes que ayudan a mejorar el suelo, evitando así la destrucción del medio ambiente.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario continuar estudios sobre la importancia de las comunidades de escarabajos de estiércol en nuestra país, ya que existe poca información y es necesario conocer acerca de la ecología y el comportamiento de estas especies dentro de los potreros y así encontrar mecanismos adecuados para conservar las pocas especies coprófagos nativas que habitan tanto en los bosques como en los potreros.
2. Es importante informar a los productores ganaderos del papel esencial que estas especies coprófagas desempeñan dentro del ecosistema de los potreros, ya que muchos los consideran como plaga.
3. Se recomienda que a los alrededores de los potreros se mantenga una densa vegetación para que las especies como *D. centralis* y *C. lugubris* pueden sobrevivir en estos lugares, debido a que ellos prefieren lugares sombreados.
4. Es importante continuar las investigaciones que cuantifiquen la cantidad de estiércol que puede enterrar cada una de las especies reportadas para el país y estudiar más detalladamente su utilidad en la conservación de suelos y su actividad en diferentes microambientes.
5. El éxito de esta investigación es el de aportar información que servirá en futuras investigaciones para un buen manejo y conservación de las especies de escarabajos coprófagos reportadas y para el mejoramiento de los potreros. No es necesario introducir nuevas especies de escarabajos coprófagos en la costa, ya que las pocas especies que se encuentran en los potreros manejan un buen porcentaje del estiércol presente. Sin embargo, este

estudio será útil para examinar los efectos de *D. gazella* sobre la comunidad de escarabajos coprófagos cuando llegue al país.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE, C.,M.,G., GARCIA, G.,A., & F. FERNÁNDEZ 1996. Insectos de Columbia. Editora Guadalupe Ld. pp 98 - 101.
- AVILA, J.M. & F. PASCUAL 1986. Contribución al estudio de los escarabeidos coprófagos de Sierra Nevada II. Relaciones con la vertiente. Naturaleza del suelo y el grado de dureza, humedad y vegetación del sustrato (Coleoptera, Scarabaeoidea). Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomología, 77, Vol. III ppl4.
- BERRY, P.A. 1957. Lista de insectos clasificados de El Salvador. Boletín Técnico N°21. Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador.
- BLUME, R.,R. & A. AGA 1978. *Onthophagus gazella* F.: Progress of experimental release in south Texas, en XII Congreso Nacional de Entomología, Folia Entomológica Mexicana, Número 39 - 40, México D.F. pp 190 - 192.
- BORNEMISSZA, G.F. 1976. The Australian dung beetle project 1965-1975. The Australian Meat Research Comittee Review, 30: 1 - 30.
- CAÑAS REYES, V.M. & M.D.E.J. OSORIO TORRES. 1991. Clasificación de tierras con fines de riego de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Tesis para optar a Ingeniero Agrónomo. pp 32-59.



- DADOUR, I.,R. & D.F. COOK 1996. Survival and reproduction in the Scarabaeid dung beetle *Onthophagus binodis* (Coleoptera: Scarabaeidae) on dung produced by cattle on grain diets in feedlots. *Environmental Entomology* 25(5): 1026-1031.
- DOUBE, B.,M. 1983. The habitat preference of some bovine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in Hluhluwe Game Reserve, South Africa. *Bulletin of Entomological Research*. 73, 357 - 371.
- DOUBE, B.,M., GILLER, P.S., & F. MOOLA 1988. Dung burial strategies of some South African coprine and onitine dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Ecological Entomology* 13: 251 - 261.
- EDMONDS, W.D. 1994. Revision of *Phanaeus* Macleay, a new world genus of Scarabaeine dung beetes (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Serial Publications of the Natural History Museum of Los Angeles County*. Número 443, 1-105.
- EDWARDS, P.B. 1991. Seasonal variation in the dung of African grazing mammals, and its consequences for coprophagous insects. *Functional Ecology* 5: 617 - 628..
- ENSMINGER, M.E. 1973. Producción bovino para carne. Editorial Florida, Buenos Aires. pp 262 - 263.

- ESTRADA, A. & R. COATES-ESTRADA 1991. Howler monkeys (*Alouatta palliata*), dung beetles (Scarabaeidae) and seed dispersal: ecological interactions in the tropical rainforest of Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 7: 459- 474.
- FINN, J., GITTINGS, T. & P.S. GILLER 1997. *Aphodius* dung beetle assemblage stability at different spatial and temporal scales. Correspondencia no publicado.
- GILLER, P.S. & B.M. DOUBE 1989. Experimental analysis of inter and intraspecific competition in dung beetle communities. *Journal of Animal Ecology*, 58: 129 - 142.
- GITTINGS, T. 1994. The community ecology of *Aphodius* dung beetles. Teses Doctoral de la Universidad de Cork, Irlanda.
- HALFFTER, G. 1961. Monografía de las especies norteamericanas del genero *Canthon* Hoffsg. (Coleopt., Scarab.). *Ciencia, Revista Hispano Americana de Ciencias Puras y Aplicadas*, Vol XX, Número 9 -12. México D.F., pp 225 - 320.
- HALFFTER, G., FAVILA & HALFFTER V.M.A. 1992. A comparative study of the structure of a scarab guild in a Mexican tropical rainforest and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana*. Número 84: pp 151 - 156.

- HOWDEN, H.F. & O.L. CARTWRIGHT 1963. Scarab Beetles of the genus *Onthophagus* Latrille North of Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae). Proceedings of the United States Museum, Vol. 114, Número 3467, Smithsonian Institution, Washington D.C. pp 21- 24 y 91 - 98.
- HOWDEN, H.F. 1964. The Geotrupinae of North and Central America. Memoirs of The Entomological Society of Canada, Número 39.
- HOWDEN, H.F., & O.P. YOUNG 1981. Panamanian Scarabaeinae: Taxonomy, distribution, and habits (Coleoptera: Scarabaeidae). Contributions of the American Entomological Institute, Vol. 18, Número 1.
- JANZEN, D.H. 1983. Seasonal changes in abundance of large nocturnal dung beetles (Scarabaeidae) in a Costa Rican deciduous forest and adjacent pasture. *Oikos* 41: 274- 283.
- KOHLMANN, B. 1994. A preliminary study of the invasion and dispersal of *Digitonthophagus gazella* (Fabricius, 1787) in México (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Acta Zoológica Mexicana (I.N.S.)* 61: 35 - 42.
- LAGOS, J.A. 1977. Árboles del Campo Experimental. Departamento de Fitotécnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. Editorial Universitaria.



- MACQUEEN, A., WALLACE, M.M.H., & B.M. DOUBE 1986. Seasonal changes in the favourability of cattle dung in central Queensland for three species of dung-breeding insects. *Journal of the Australian Entomological Society*, 25: 23 - 29.
- MATTHEWS, E.G. 1962. A revision of the genus *Copris* Müller of the Western Hemisphere (Coleoptera: Scarabaeidae). *Entomologica Americana*, Vol. XLI.
- MCILROY, R.J. 1980. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Editorial Limusa, 2ª Ed. pp 169.
- MORÓN RIOS, M.A. 1984. Escarabajos: 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología, Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. pp 132.
- MORÓN, M.A. 1987. The Necrophagous scarabaeinae beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) from a coffee plantation in Chiapas, México: Habits and Phenology. *The Coleopterists Bulletin*, 41 (3): 225 - 232.
- MORÓN, M.A. 1988. Entomología Práctica. Instituto de Ecología, México D.F., pp 110 - 116.
- PARSONS, J.J. 1976. Forest to pasture: Development or destruction. *Revista de Biología Tropical*, 24 Suplemento 1, 121 - 139.

- PECK, S.B., & H.F. HOWDEN 1984. Response of a dung beetle guild to different sizes of dung bait in a Panamanian rainforest. *Biotropica* 16 (3): 235 - 238.
- PIERA, F.M., & J.M. LOBO 1995. Diversity and ecological role of dung beetles in Iberian grassland biomes, en *Farming on the Edge: The Nature of Traditional Farming in Europe*, ed. D.I. McCracken, E.M. Bignel y S.E. Wenlock. Peterborough, Joint Nature Conservation Committee. pp 147-153.
- SCHREIBER, E.T., CAMPBELL, J.B., BOXLER, D.J., & J.J. PETERSEN 1987. Comparison of beetles collected from the dung of cattle untreated and treated with Fenvalerate ear tags and pastured on two range types in western Nebraska. *Environmental Entomology*. 16 (5): 1135 - 1140.
- SPEEDING, C.R.W. 1975. *The Biology of Agricultural Systems* Academic Press Inc. (Londres). pp 55.
- TURCIOS GONZALEZ, M. 1980. Clasificación por géneros, de los Scarabaeidae existentes en el Museo Entomológico de la Facultad de Ciencias Agronomicas de La Universidad de El Salvador. Tesis para optar a Ingeniero Agrónomo.
- TYNDALE-BISCOE, M., WALLACE, M.,M.,H. & J.M. WALKER 1981. An ecological study of an Australian dung beetle, *Onthophagus granulatus*

Boheman (Coleoptera: Scarabaeidae), using physiological age-grading techniques. *Bulletin of Entomological Research* 71: 137 - 138.



ANEXOS

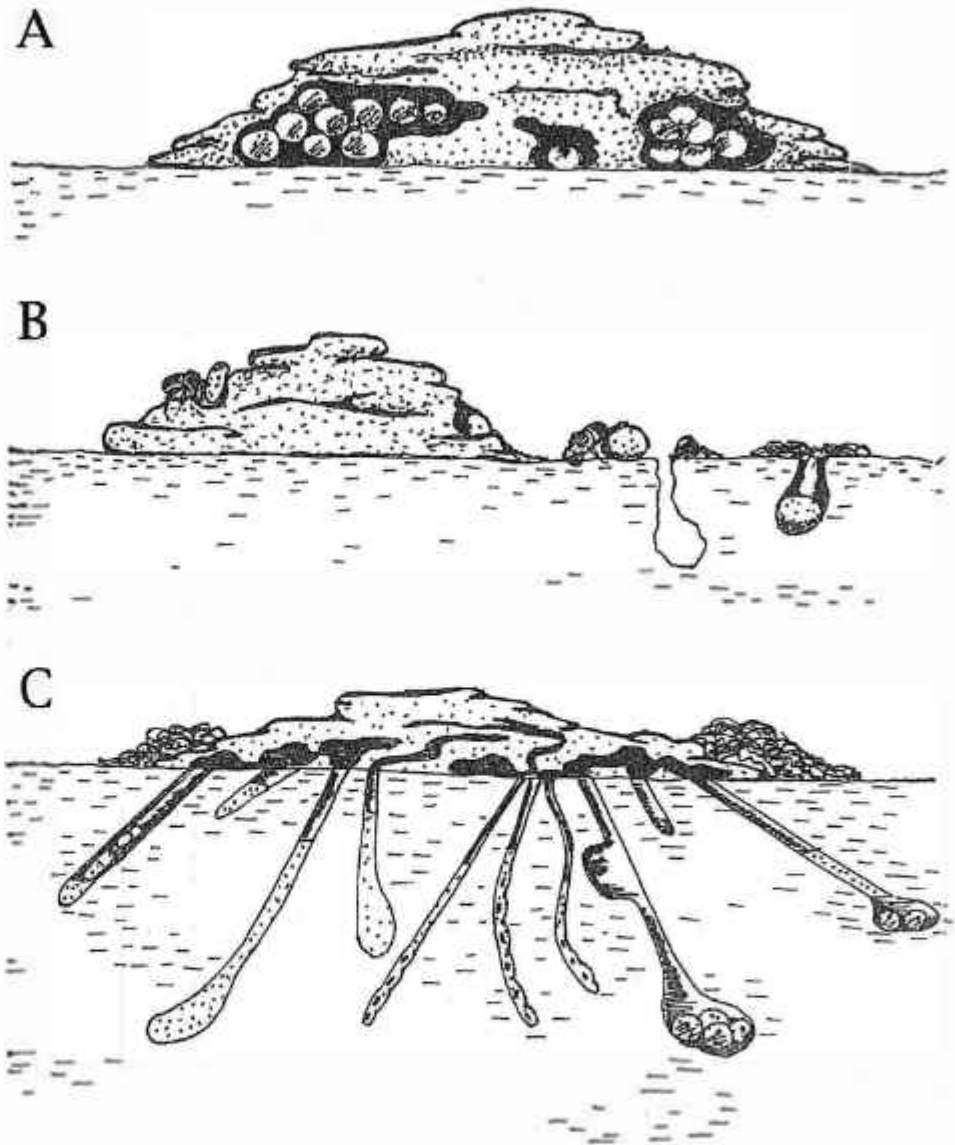


FIG. 11: Los nidos de A) Endocópridos, B) Telecópridos y C) Paracópridos (dibujó F.Horgan).

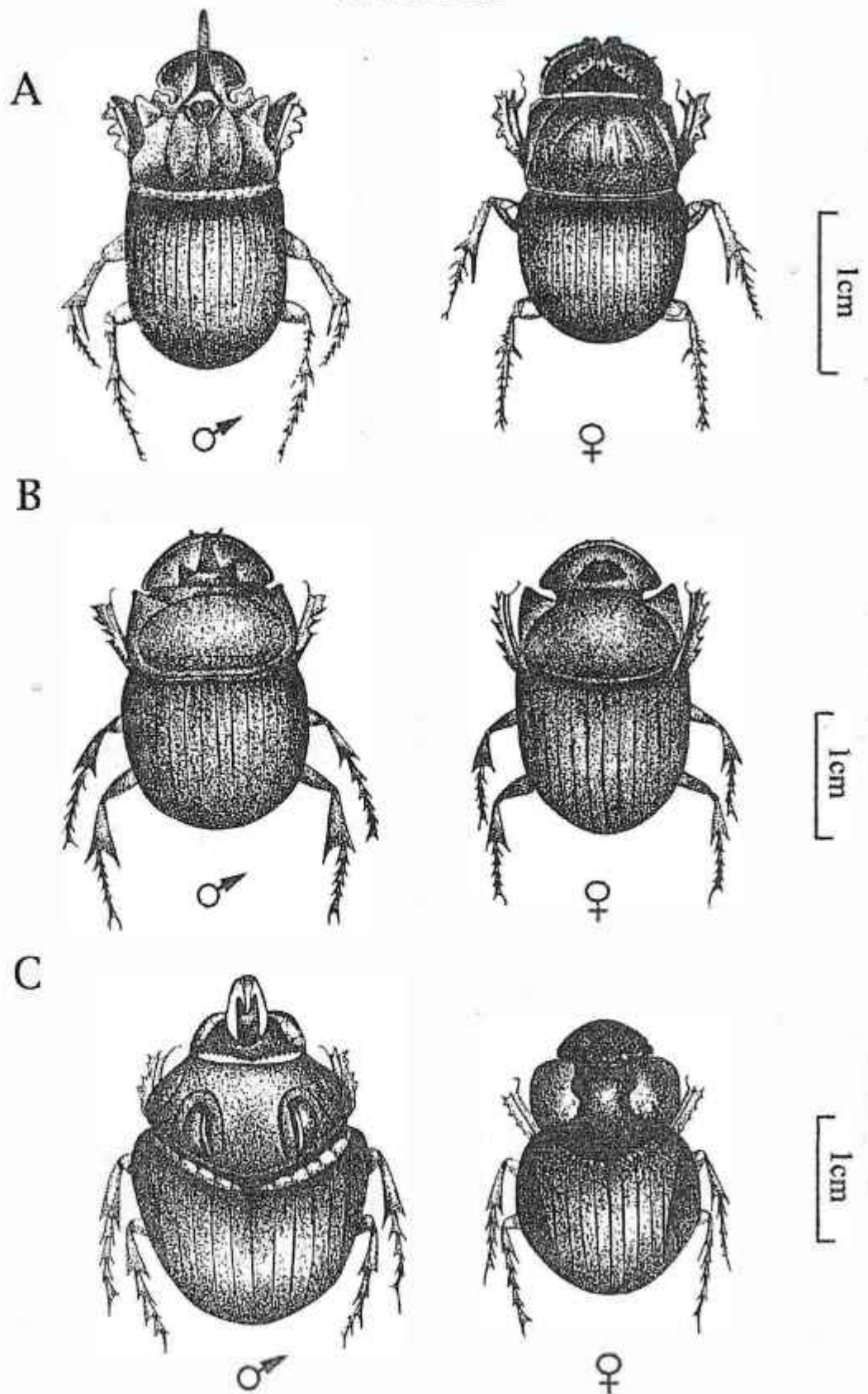


FIG. 12: Los tres paracópridos: A) *Copris lugubris*, B) *Dichotomius centralis* y C) *Phanaeus demon* coleccionados entre abril y octubre de 1996 en el potrero 11/12 de la Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia" (dibujó René Rivera).

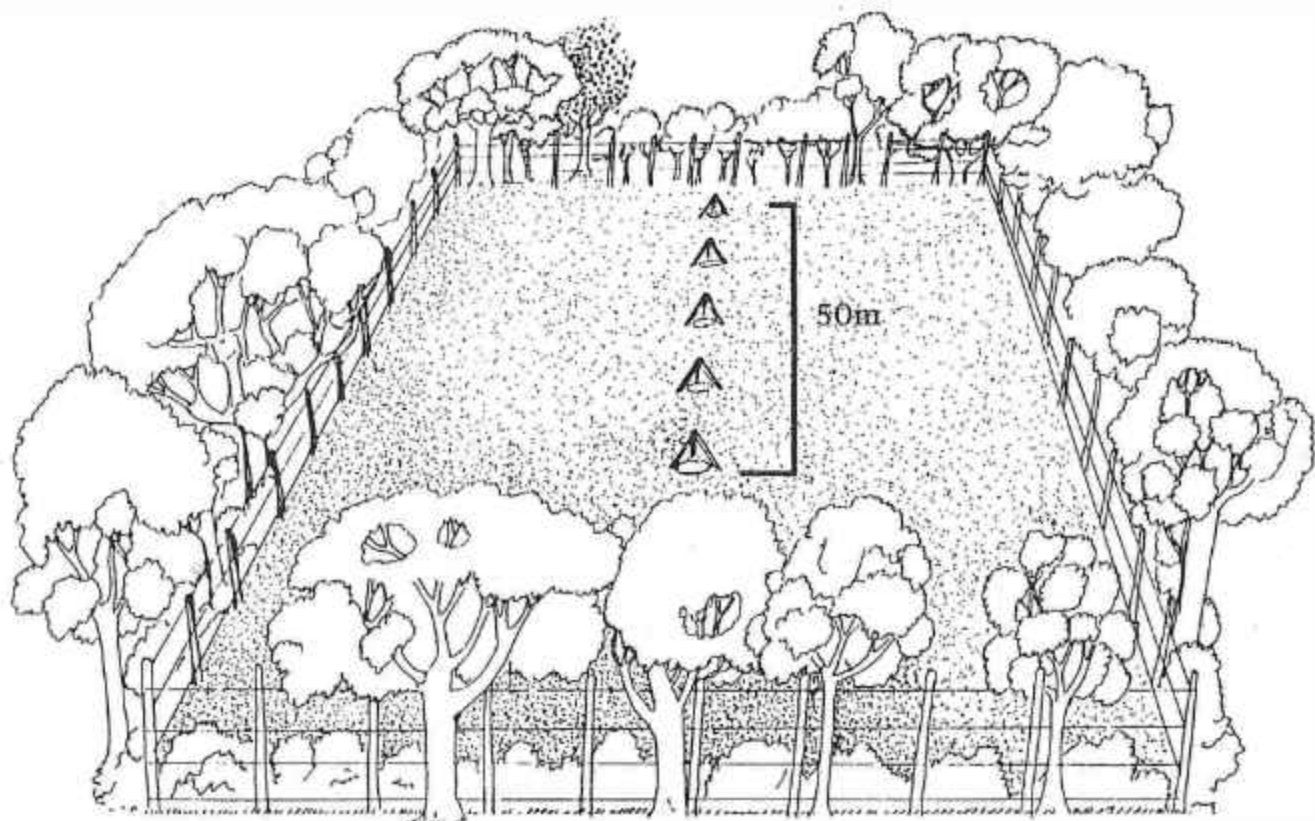


FIG. 13: Ubicación de trampas de caída en campo abierto para la captura de escarabajos de estiércol en el monitoreo de abundancia relativa realizado del 11 de abril al 16 de octubre de 1996 en el potrero 11/12 de la Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia"(dibujo René Rivera).