

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



COMPETENCIA INTERESPECÍFICA COMO
FACTOR DETERMINANTE DE LA DISTRIBUCIÓN
Y ABUNDANCIA DE *Dichotomius carolinus colonicus*
(Say, 1835) EN EL SALVADOR

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

RENÉ FUENTES MORÁN

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO DE 1998

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



COMPETENCIA INTERESPECÍFICA COMO
FACTOR DETERMINANTE DE LA DISTRIBUCIÓN
Y ABUNDANCIA DE *Dichotomius carolinus colonicus*
(Say, 1835) EN EL SALVADOR

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

RENÉ FUENTES MORÁN

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO DE 1998

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



TRABAJO DE GRADUACIÓN:

COMPETENCIA INTERESPECÍFICA COMO
FACTOR DETERMINANTE DE LA DISTRIBUCIÓN
Y ABUNDANCIA DE *Dichotomius carolinus colonicus*
(Say, 1835) EN EL SALVADOR

Presentado por:

RENÉ FUENTES MORÁN

Para Optar al Grado de:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

ASESOR: M.Sc. Finbarr G. Horgan

ASESOR ADJUNTO: Licda. Marta Noemí de Rosales

Ciudad Universitaria, San Salvador, Julio de 1998

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



TRABAJO DE GRADUACIÓN:

COMPETENCIA INTERESPECÍFICA COMO
FACTOR DETERMINANTE DE LA DISTRIBUCIÓN
Y ABUNDANCIA DE *Dichotomius carolinus colonicus*
(Say, 1835) EN EL SALVADOR

Presentado por:

RENÉ FUENTES MORÁN

Para Optar al Grado de:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

ASESOR: M.Sc. Finbarr G. Horgan

ASESOR ADJUNTO: Licda. Marta Noemí de Rosales

Ciudad Universitaria, San Salvador, Julio de 1998

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR
DR. JOSÉ BENJAMÍN LÓPEZ GUILLÉN

SECRETARIO GENERAL
LIC. ENNIO ARTURO LUNA

FISCAL
DR. JOSÉ HERNÁN VARGAS CAÑAS

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
MATEMÁTICA
DECANO
M.en C. JOSÉ FRANCISCO MARROQUÍN

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA
M.Sc. FRANCISCO ANTONIO CHICAS BATRES

CIUDAD UNIVERSITARIA, SAN SALVADOR, JULIO DE 1998

INDICE

UES BIBLIOTECA FAC
C.C. N.N. Y MM



INVENTARIO: 19200499

DIDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
LISTA DE CUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN	x
1. INTRODUCCION.....	1
2. MATERIALES Y METODOS	9
2.1. Ubicación y Descripción de Lugares de Muestreo.....	9
2.1.1. Parque Walter Thilo Deininger.....	9
2.1.2. Estación Experimental y de Práctica “La Providencia”.....	12
2.1.3. “La Planta” Jocoaitique	12
2.1.4. Cerro Perquín, Perquín	16
2.2. Fase de Campo.....	16
2.2.1. Comunidades Coprófagas.....	16
2.2.2. Estacionalidad de <i>D. carolinus</i>	18
2.2.3. Abundancia relativa de <i>D. carolinus</i>	20
2.2.4. Diversidad de Comunidades Coprófagas.....	20
2.3. Fase de Laboratorio.....	22
2.3.1. Preparación de Medio para Mantenimiento de Escarabajos ...	22
2.3.2. Preparación de Estiércol para el Experimento de Laboratorio.	22
2.3.3. Humedad de Estiércol	23
2.3.4. Competencia Intraespecífica	23
2.3.5. Peso Fresco de Estiércol Enterrada.....	25
2.3.6. Competencia Interespecífica.....	25

2.3.7. Analisis de Datos	26
3. RESULTADOS	28
3.1. Comunidades Coprófagas	28
3.2. Abundancia y Estacionalidad de <i>D. carolinus</i>	35
3.3. Competencia Intraespecífica	39
3.4. Competencia Interespecífica.....	42
4. DISCUSION.....	47
5. CONCLUSIONES.....	56
6. RECOMENDACIONES.....	57
7. LITERATURA CITADA.....	58
ANEXOS	

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO:

Por haberme permitido coronar mis estudios de educación superior.

A MIS PADRES RAFAEL FUENTES Y SARA MORAN:

Por el apoyo incondicional que me dieron durante todo mi preparación académica.

A MIS HERMANOS; RAFAEL, ROGER, SILVIA Y MARVIN:

Por apoyarme para continuar con mis estudios.

A MI CUÑADA, DINORA Y MIS SOBRINOS; DARWIN, DENNIS Y RAFITA.

A MIS AMIGOS:

Que de una u otra manera colaboraron en la realización del presente estudio.

AGRADECIMIENTOS

MIS MÁS SINCEROS AGRADECIMIENTOS A LAS PERSONAS Y ENTIDADES SIGUIENTES:

Al M.Sc. Finbarr Gabriel Horgan: por haber dedicado parte de su valioso tiempo en forma desinteresada para la realización del presente. Así como por el apoyo y preparación recibida durante la investigación.

APSO Cooperación Técnica Irlandesa y La Familia Franciscana Unida: por el apoyo dado para la realización del presente estudio.

Al Ing. Leopoldo Serrano Cervantes: por sus valiosos aportes y colaboración desinteresada en la investigación. Además, por haber permitido la incorporación del presente estudio en la Iª Conferencia de Agricultura Sostenible, y al mismo tiempo a MON TRES (España), por el financiamiento para la inscripción en dicho certámen.

A la Licda. Vilma Valencia Durán: por haber proporcionado en forma desinteresada datos valiosos de su trabajo de graduación y haber prestado su documento final para poseer un patrón de escritura sobre escarabajos de estiércol.

Al Ing. Angel Solís del Instituto de Biodiversidad de Costa Rica (InBio) y al Lic. Enio Cano de la Universidad del Valle de Guatemala, por su colaboración en la identificación de las especies.

Al Ing. Carlos Aguirre: por su colaboración prestada en La Estación “La Providencia”, San Luís Talpa (Departamento de La Paz)).

Al Ing. Carlos Escobar del Instituto Salvadoreño de Turismo (ISTU): por la autorización para la realización de los muestreos en el Parque Walter Thilo Deninger, y así permitir las comparaciones con los otros sitios en estudio.

Al Sr. Enrique Amaya y su hijo: por permitir el uso de su propiedad, ubicada en el Cantón El Rodeo, Jurisdicción de Jocoaitique, Departamento de Morazán.

Al M.Sc. Rafael Vega: por su colaboración al haber participado como observador y por sus evaluaciones en la escritura del documento.

A la M.Sc. Marta Zetino: por permitir la utilización del equipo de laboratorio de la Sección de Estudios Acuáticos de la Escuela de Biología.

A la Licda. Marta Noemí de Rosales: por su tiempo proporcionado como Asesora adjunta de la investigación.

Al Ing. René Villacorta del Jardín Botánico "La Laguna", quien colaboró en la preparación de un anteproyecto de investigación sobre mariposas.

A Osear Sandoval Preza: por permitir la utilización de su computadora para digitar el documento final.

A Clara Cody: por haber proporcionado alojamiento en algunas ocasiones en Perquín.

A mis amigos: Pedro, Nelly, Julio, Aracely, Silvia y Patricia por la colaboración que me proporcionaron durante la investigación.

René Fuentes Morán

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1	Especies colectadas en seis muestreos con cinco trampas de caída con cebos de estiércol de vaca y cinco de estiércol de caballo, en los cuatro sitios de muestreo, desde mayo a agosto de 1997.....	29
Cuadro 2	Especies colectadas en cinco muestreos con cinco trampas de caída con cinco cebos de estiércol de vaca y cinco de estiércol de caballo, en los cuatro sitios de muestreo, desde junio a agosto de 1997.....	30
Cuadro 3	Indices de biodiversidad por zona de estudio y tipo de cebo.....	33
Cuadro 4	Coefficiente de similitud entre las zonas de muestreos. Campo Experimental “La Providencia”, San Luis Talpa (C), Parque Walter Thilo Deininger, La Libertad (D), “La Planta”, jurisdicción de Jocoaitique, Morazán (J), Cerro Perquín, Perquín, Morazán (P) desde junio a agosto de 1997.....	36
Cuadro 5	Análisis de Varianza (ANDEVA) en abundancia de <i>Dichotomius carolinus colonicus</i> durante los meses de junio a agosto de 1997, con respecto a lugar y tipo de cebo.....	40

Cuadro 6	Analisis de Varianza (ANDEVA) en experimentos de competencia intra e interespecífica con tres especies de escarabajos coprófagos en el Insectario de la Escuela de Biología (UES) durante julio y agosto de 1997.....	45
----------	---	----

LISTA DE FIGURAS

- FIG. 1 Mapa de El Salvador donde se muestran los cuatro sitios utilizados para el estudio.....10
- FIG. 2 Ubicación del Parque Walter Thilo Deininger, Departamento de la Libertad. Vegetación de tipo Bosque subperennifolio, altura desde 7 m.s.n.m. a 297 m.s.n.m., sin escala.....11
- FIG. 3 Mapa de la Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia" de la Facultad de Ciencias Agronómicas indicando la ubicación de las trampas de caída usadas en el monitoreo de diversidad de comunidades coprófagas entre mayo y agosto de 1997.....13
- FIG. 4 Ubicación de La Planta, Departamento de Morazán. Vegetación de tipo pastizal, altura desde 700 m.s.n.m., sin escala.....15
- FIG. 5 Ubicación de Cerro Perquín, Departamento de Morazán. Altura 1300 m.s.n.m. .Vegetación predominante "pinos" y "ciprés". Sin escaá.....17 ✓

FIG.6	Trampa de caída utilizada para la captura de escarabajos de estiércol.....	19
FIG. 7	Jaula utilizada en los experimentos de competencia intra- e interespecífica.....	24
FIG.8	Forma de enterramiento de estiércol por las tres especies estudiadas, como se observó en el laboratorio; A) túneles de <i>Phanaeus demon</i> , B) enterramiento en forma de masa de <i>Copris lugubris</i> y C) túneles de <i>Dichotomius carolinus</i>	27
FIG.9	Acumulación de especies nuevas por viaje (día/mes: del año 1997), capturadas en 10 trampas de caída para los 5 muestreos en cada sitio.....	31
FIG. 10	Abundancia relativa por rango (es decir en orden de abundancia) de especies coprófagas en 5 trampas de caída con cebos de estiércol de caballo y 5 con estiércol de vaca, durante los meses de junio a agosto de 1997.....	34
FIG. 11	Similaridades entre comunidades coprófagas en dos sustratos de colonización en cuatro lugares de estudio en El Salvador: Los datos están tomados de cinco viajes de campo realizados entre junio y agosto de 1997.....	37

- FIG. 12 Abundancia relativa de *D. carolinus* en San Luis Talpa , Deininger , La Planta y Cerro Perquín con cebo de estiércol de caballo y de vaca. N = 5 en cada lugar y con cada cebo.....38
- FIG. 13 Abundancia temporal de *D. carolinus* en 6 muestreos realizados entre mayo y agosto de 1997 en A) Cerro Perquín, B) La Planta, C) Parque W.T. Deininger y D) San Luis Talpa con cebos de estiércol de caballo y de vaca N = 5.....41
- FIG. 14 Cantidades de estiércol enterrados por *D. carolinus* y *C. lugubris* en experimentos de competencia intraespecífica (Sólo/densidad varia)(N = 10) y de competencia interespecífica (N = 5) A) cambiando las densidades de *C. lugubris* con la densidad de *D. carolinus* constante (4 parejas) y C) cambiando las densidades de *D. carolinus* con la densidad de *C. lugubris* constante (4 parejas). B) y D) indican las cantidades enterradas por pareja en los mismos experimentos.....43
- FIG. 15 Cantidades de estiércol enterrados por *D. carolinus* y *P. demon* en experimentos de competencia intraespecífica (Sólo/densidad varia)(N = 10) y de competencia interespecífica (N = 5) A) cambiando las densidades de *P. demon* con la densidad de *D. carolinus* constante (4 parejas) y C) cambiando las

densidades de *D. carolinus* con la densidad de *P. demon* constante (4 parejas). B) y D) indican las cantidades enterradas por pareja en los mismos experimentos.....44

ANEXOS

- 1: Hoja de cálculo elaborado en Excel para Macintosh y utilizada en la fase de campo para la toma de datos sobre escarabajos coprófagos en 1997 (#DIV/0! indica los resultados de las aplicaciones de fórmulas)
- 2: Formas de calcular los diferentes tipos de Indices de diversidad e igualddad para el estudio

RESUMEN

A partir de junio a agosto de 1997, se compararon las comunidades coprófagas del Parque Walter Thilo Deininger (La Libertad), Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia" (La Paz), La Planta en Jocoaitique y Cerro Perquín en Perquín (Morazán); con 5 trampas de caída con estiércol de vaca y 5 con estiércol de caballo, con 24 horas de captura para cada trampa en cada lugar.

Se identificaron un número de 21 especies. El lugar con mayor número de individuos era el Parque Deininger y además es el que posee la mayor diversidad de especies de escarabajos. La especie *Dichotomius carolinus colonicus* se encuentra en cada sitio, pero es más abundante en Cerro Perquín, y ésta no posee preferencia por el tipo de estiércol (vaca o caballo). Además, esta especie presenta dos tiempos de mayor abundancia, el primero en junio y el segundo en agosto.

Se evaluó competencia inter e intraespecífica entre las especies *D. carolinus* y *Phanaeus demon* y entre *D. carolinus* y *Copris lugubris*. Estos se colocaron con diferentes densidades en recipientes plásticos que contenían arena y tierra y 1.5 kg. de estiércol de vaca y fueron revisados a los cuatro días de experimentación.

Se observó competencia intraespecífica en todas las especies en las densidades medias hasta la combinación de cuatro parejas, aunque *D. carolinus* enterró tres veces más estiércol (600 g) que *P. demon* y *C. lugubris* (200 g).

En competencia interespecífica se observó que *D. carolinus* mantuvo la cantidad de estiércol enterrada aún en presencia de los individuos de *C. lugubris* y *P. demon*. Sin embargo, en las densidades mayores se observó una disminución de estiércol enterrado por *D. carolinus* en la presencia de los competidores en su mayor densidad, sin ser muy objetiva esta disminución.

INTRODUCCIÓN

Para conservar la Biodiversidad de las áreas naturales de nuestro país, deben implementarse programas de desarrollo sostenible que conlleven como finalidad, armonizar el desarrollo con la conservación. La región centroamericana está considerada como la primera a nivel mundial en implementar planes específicos en materia de salud, ambiente y desarrollo sostenible, a través de la primera Conferencia Centroamericana sobre Ecología y Salud (Adames, 1997).

La definición original de desarrollo sostenible que surgió de la Comisión Brundtland en 1983, explica que “este deberá satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer las propias”, la humanidad debe tomar conciencia que los recursos naturales son finitos y que el futuro de los hombres dependerá de que se logren armonizar con la naturaleza y cambiar sus actuales patrones de consumo (Adames, 1997). Por lo tanto, los modelos de desarrollo sostenible deben basarse en tres principios básicos: lo económico, ecológico y social. El primero de ellos se basa en el concepto sustentable de optimización y eficiencia de los pocos recursos existentes; el segundo basa su esfuerzo en la estabilidad de los sistemas físicos y biológicos, haciendo énfasis en conservar la elasticidad y dinámica de los sistemas; y por último el enfoque social busca mantener la estabilidad de los sistemas sociales y culturales. Para Adames (1997), los programas de desarrollo sostenible deben sustentarse en cuatro componentes: primero el hombre, segundo la aplicación de nuevas tecnologías desde la perspectiva ambiental, tercero debe hacerse una verdadera valorización ecológica del medio ambiente y por último deben incluir todos aquellos sectores que conforman la sociedad civil.

Según Kremen *et al.* (1994) de 36 programas integrados de conservación y

desarrollo revisados, sólo 5 han demostrado una relación positiva entre los esfuerzos de desarrollo y la conservación de los recursos biológicos amenazados. Es necesario e indispensable realizar evaluaciones de estos proyectos, los cuales en la mayoría de casos se realizan a través de los monitoreos ecológicos. Estos monitoreos deben proporcionar la información objetiva sobre la eficiencia y deficiencia de los programas integrados de conservación y desarrollo, y al mismo tiempo deben de identificar las condiciones iniciales verdaderas de las áreas naturales y de las áreas aledañas con alteraciones antropogénicas. Las estrategias a usar en inventarios de recursos para la preservación de ecosistemas, exigen la clasificación y caracterización de los puntos críticos del ecosistema (Boyle, 1989).

Di Castri *et al.* (1992) explican que la implementación exitosa de monitoreos ecológicos, requiere la elección de especies indicadoras por medio de criterios específicos identificados por el investigador con base en su experiencia previa y en los objetivos de la investigación, recomendando al mismo tiempo a los Artrópodos de las clases Aracnida e Insecta, y citando a las “mariposas” como buenas indicadoras de biodiversidad y de alteraciones antropogénicas. El mismo autor afirma que los “escarabajos de estiércol”, son de los mejores grupos de invertebrados utilizados para implementar inventarios y monitoreos de biodiversidad, por las razones siguientes:

- a) Por constituir un grupo taxonómicamente homogéneo;
- b) Están presentes en todas las áreas forestales de las regiones tropicales de todo el mundo;
- e) Por la función que desempeñan al consumir las excretas producidas por los grandes vertebrados;
- d) Han sido bien estudiados taxonómicamente y ecológicamente;
- e) La existencia de competidores especialistas en todas las regiones del mundo;
- f) Los métodos de captura son baratos;

- g) La captura de éstos no afecta los ecosistemas;
- h) Son fáciles de capturar;
- i) Existen estudios en diferentes partes del mundo;
- j) Han sido estudiados para usarlos como indicadores y
- k) Son fáciles para preparar muestras y para la identificación a través de los diferentes manuales de taxonomía existentes en todo el mundo.

A nivel Centroamericano se están desarrollando estudios de monitoreos ecológicos en la Reserva la Amistad en Costa Rica (Ehrlich *et al.*, 1995), para investigar los efectos de la agricultura y el manejo del bosque sobre la diversidad de “aves” y “mariposas”. De igual forma en la Reserva de la Biosfera Maya en Guatemala, se desarrolla un programa de monitoreo de fauna en áreas protegidas y perturbadas, utilizando “mariposas” y “escarabajos de estiércol” como indicadores representativos de la diversidad total (Austin *et al.*, 1995), encontrándose mayor diversidad en lugares menos perturbados (Cano, comunicación personal, 1998¹). El Instituto Smithsonian ha establecido parcelas permanentes de monitoreos en varios países, incluyendo la Reserva de la Biosfera del Beni (Bolivia), Reserva de la Biosfera del Manu (Perú), Reserva de la Biosfera de Luquillo (Puerto Rico) y en la Reserva de la Biosfera del Smoky Mountains en los Estados Unidos (Dallmeier, 1989).

También, en sistemas de manejo de cafetales tradicionales con sombra, y modernos sin sombra, se está monitoreando el efecto de cambios en el manejo sobre la diversidad de plantas e insectos en Costa Rica, notándose una reducción marcada en la diversidad de hormigas en sistemas modernos (Rolh *et al.*, 1994, Perfecto *et al.*, (1995)). Greenberg *et al.* (1997) utilizaron diferentes especies de pájaros para monitorear el efecto del manejo en los cafetales de la zona central de Guatemala, también notándose una reducción en la diversidad de éstas. En Nicaragua, algunos

¹Cano, E. (1998) Taxónomo/Investigador de la Universidad del Valle, Guatemala; especies coprófagos encontrados en El Petén, Guatemala, comunicación personal.

investigadores utilizan plantas en general para los monitoreos ecológicos (Salick *et al.*, 1995). En El Salvador, Salguero *et al.* (1978) realizaron un análisis preliminar de la vegetación arbórea en zonas de disturbios en el Cerro Verde.

En diferentes países de América Latina como México, El Salvador y Colombia, los estudios de comunidades acuáticas han servido para evaluar perturbaciones y diversidad (Vásquez, *et al.*, 1990, Gallardo-Delgado *et al.*, 1994, Molina y Vargas, 1994). Molina y Vargas (1994) estudiaron Anélidos poliquetos y sus cambios a lo largo de un gradiente de densidad y sedimento en el Estero de Jaltepeque en El Salvador mediante el cual observaron una disminución considerable en la diversidad de especies del lugar.

Es de suma importancia estudiar los efectos de perturbaciones en una sola especie como indicador, analizando la distribución y abundancia de la especie, ya que, regularmente factores antropogénicos influyen sobre la población de ésta, provocando en muchos casos la disminución de sus poblaciones en términos espaciales o numéricos, por ejemplo, durante 20 años La Bastille (1991), documentó la reducción y extinción eventual del “zumbador” (*Podilymbus gigas*) del Lago de Atitlán en Guatemala. Un caso similar se ha observado con los “pichiches” (*Dendrosyigma autumnalis*), de la Laguna El Jocotal, en El Salvador, los cuales sufrieron una disminución poblacional durante los 80's antes de que se impulsó un programa de conservación (Navarrete 1994). Garree & Radnai (1996), utilizaron “tabaco” para medir los niveles de contaminación en Francia, concluyendo que las plantas donde existe mayor contaminación atmosférica presenta diferentes tonalidades de colores en sus hojas.

Dentro de los factores antropogénicos, que afectan las distribuciones y abundancias de especies están: disminución de hábitat, contaminación de aire y agua, cacería, sobre-explotación de poblaciones e introducción de especies exóticas (Boyle, 1989). Para Krebs (1990), los factores bióticos como son la depredación,

enfermedades y competencia intraespecífica e interespecífica son algunos de los factores responsables de la regulación poblacional, por otra parte, los factores independientes de la densidad establecen el nivel del equilibrio poblacional (densidad promedio), dentro del ecosistema, por esta razón los equilibrios varían regionalmente y algunas veces temporalmente.

El crecimiento de una población en el campo no es continuo, ya que, muchas especies presentan un patrón de crecimiento poblacional en la estación más favorable para ellas (estacionalidad). Los organismos se encuentran formando parte de un ecosistema compartido con otras especies (plantas y animales), pero en muchos de los casos, las especies de un área no se verán afectadas por la presencia o ausencia de otras especies. Las interacciones que se dan entre las especies dentro de los ecosistemas pueden tener diferentes resultados, ya sea en forma de interacciones positivas como mutualismo y comensalismo o interacciones negativas como competencia y depredación (Krebs, 1990). La competencia entre las especies es una de las interacciones negativas más importantes, ya que este factor puede regular la densidad poblacional de las especies y provocar en algunos casos extremos, la extinción de una especie por presión de otras. Las perturbaciones antropogénicas pueden cambiar las dinámicas poblacionales de especies y la presión interespecífica de una especie sobre un competidor menos fuerte, resultando en la pérdida local de la especie débil (Cambefort, 1991).

La competencia es “la interacción de individuos de la misma especie (intraespecífica) o de especies diferentes (interespecífica), que utilizan el mismo recurso, el cual suele existir en cantidades limitadas. Si hay dos especies que utilizan un mismo recurso, con el transcurso del tiempo una de ellas expulsa a la otra; proponiendo al mismo tiempo que es inverosímil que las dos especies sean equivalentes (Margaleff, 1981; Krebs, 1990; Curtis & Barnes, 1993). Birch, en Krebs (1990), reconoce que existen dos tipos de competencia, definiendo la primera como

competencia por recurso, la cual se dá cuando un número de individuos (de la misma especie o de diferentes especies) utilizan recursos comunes, cuyas existencias son limitadas y la segunda forma llamada competencia por interferencia, en donde un organismo que busca un recurso daña a otro en el proceso, incluso si el recurso no es escaso.

La competencia puede darse por los recursos existentes en el hábitat, por ejemplo las plantas compiten entre ellas mismas por la luz, el agua, los nutrientes y polinizadores. En los animales esta competencia aparece por el alimento, agua, pareja sexual y espacio territorial para evitar la exclusión de especies por competencia, las especies similares dividen los recursos, utilizando diferentes partes de ellos (Margaleff, 1995). Estudios de ecología de dos especies de aves: "cormorán grande" (*Phalacrocorax carbo*) y "cormorán moñudo" (*Phalacrocorax aristotelis*) que poseen igual hábito alimenticio (pescado) y que viven en los acantilados, demostraron que las especies no compiten por alimento, debido a que la primera especie se alimenta en los estuarios y la segunda en mar abierto, comprobando en el mismo estudio que ambas especies compiten por los lugares de anidación (Lack, (1944-1945), citado en Krebs, 1990). MacArthur (1972), demostró que en los Bosques Boreales de Nueva Inglaterra, viven dos especies de aves del género *Dendroica* de igual tamaño corporal, y que se alimentaban de insectos, pero que éstas especies no se eliminaban una a la otra porque ambas se alimentaban en diferentes partes de los árboles, la primera en las copas de los árboles y la segunda en la parte media de los mismos.

Los Coleópteros han sido muy utilizados en estudios de competencia, Park (1948) citado en Krebs (1990) realizó estudios de competencia con dos especies de escarabajos: *Tribolium castaneum* y *T. confusum*, cultivados en harina, observando que *T. confusum* domina a *T. castaneum* (66 de 74 casos) independientemente de la cantidad de espacio en el cultivo. Giller & Doube (1989), demostraron competencia sesgada entre especies coprófagas en el campo y en el laboratorio.

En los pastizales de la costa de El Salvador, se han reportado 10 especies de escarabajos que toleran las condiciones de campo abierto (Valencia, 1997), entre estas especies se encuentra *Dichotomius carolinus colonicus* (Say, 1835), la cual tiene una gran importancia para el país, ya que:

1) Se ha adaptado al nuevo paisaje tropical el cual está dominado por pastos africanos, incluyendo, *Cynodon plectostachyus* y *Digitaria decumbens*, las dos especies de hierba más comunes en El Salvador;

2) Tiene un gran tamaño corporal, siendo la especie más grande que se encuentra en el estiércol de ganado y en consecuencia la más eficiente en el enterramiento del estiércol;

3) Tiene una amplia distribución en el país, encontrándolo en la mayoría de hábitats y en una gran gama de elevaciones topográficas.

Howden & Young (1981) afirman que *D. carolinus* se encuentran distribuido en los Estados Unidos, México, Belice, Guatemala, El Salvador, Costa Rica y Panamá, y que dicha especie es más abundante en el verano y en elevaciones moderadas en áreas forestales.

La distribución de *D. carolinus* es interesante porque es una de las pocas especies que se encuentran en los bosques de "pino", en las alturas de 700 a 1800 m.s.n.m.. Horgan² (comunicación personal, 1998) reportó la presencia de sólo 5 especies en las alturas de Morazán los cuales son *Copris lugubris* (Boheman), *Ontophagus* sp., *Phanaeus eximius* (Bates), *Dichotomius centralis* y *D. carolinus*, de las cuales la última es la más abundante en términos de individuos y biomasa. *D. carolinus* tiende a ser 80 veces más abundante en las regiones altas del país que en la costa pacífica.

En la costa, *D. carolinus* se encuentra como parte de una comunidad coprófaga

² Horgan, F.G. (1998) (Comisión de Justicia, Paz y Ecología de la Familia Franciscana Unidad y APSO Cooperación Técnica Irlandesa) Ecológo/Entomólogo cooperador ad-honorem en la Escuela de Biología de La UES. Especies coprófagos reportadas para El Salvador, comunicación personal.

más diversa que en los bosques de altura. En las comunidades de pastizales en la costa, casi todas las especies tienen abundancias similares, siendo las más importantes *Phanaeus demon* (Laporte-Castelnau), y *C. lugubris* para dicha área geográfica. La distribución y abundancia de *D. carolinus* sugiere que existe una fuerte competencia entre ésta y las demás especies en la costa, mientras que en las montañas llega a ser la especie más abundante en la comunidad debido a la falta de competencia.

En el presente estudio se explica la distribución y la diferencia de abundancia temporal y relativa de *D. carolinus* tomando en cuenta cuatro lugares: dos áreas de pasto con estiércol de vaca y caballo (Estación Experimental “La Providencia” y “La Planta”) y dos áreas de bosque (Cerro Perquín y Parque Walter Thilo Deininger). Además, se examina la diversidad de las comunidades en los cuatro lugares para identificar posibles especies competidores y se estudia competencia intraespecífica e interespecífica entre las especies *D. carolinus*, *C. lugubris*, y *P. demon*.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1: Ubicación y Descripción de Lugares de Muestreos

En el presente estudio se seleccionaron cuatro sitios de muestreo: Parque Walter Thilo Deininger, Estación Experimental y de Prácticas “La Providencia”, “La Planta”, y el Cerro Perquín (Fig. 1). En cada uno de los sitios se realizaron seis muestreos, desarrollados entre la última semana de mayo y la primera de agosto de 1997.

2.1.1: Parque Walter Thilo Deininger

El Parque Walter Thilo Deininger está ubicado en la zona del litoral salvadoreño, en el municipio de La Libertad, cantón San Diego, Departamento de La Libertad a 35 Km. de San Salvador. Sus coordenadas son 13° 31' LN y 89° 16' LO . Posee una altura que varía desde los 7 m.s.n.m. a los 297 m.s.n.m. en la parte más alta. La estación meteorológica más cercana se ubica en el Cantón San Diego a 1.5 Km. al sur este del Parque, la cual reporta una precipitación pluvial promedio anual de 1,755 mm., y una temperatura promedio anual de 26.4 °C. (Ministerio de Agricultura y Ganadería 1986). El Parque posee una extensión de 1,047 hectáreas, los suelos varían entre profundos y superficiales, encontrándose el suelo más fértil en los terrenos planos adyacentes al río Amayo y la Quebrada Chanseñora (Witsberger *et al.*, 1982). La zona que se utilizó para realizar el muestreo se ubica a la orilla del Río Amayo (Fig. 2), la cual se caracteriza por presentar vegetación de tipo arbustiva y un estrato arbóreo, observándose las especies siguientes: “caulote”, *Guazuma ulmifolia* (Fam. Esterculiaceae), “conacaste”, *Enterolobium cyclocarpun* (Fam. Mimosaceae), “cordoncillo”, *Piper escuintlae* (Fam. Piperaceae), “chichicaston”, *Miriocarpa*

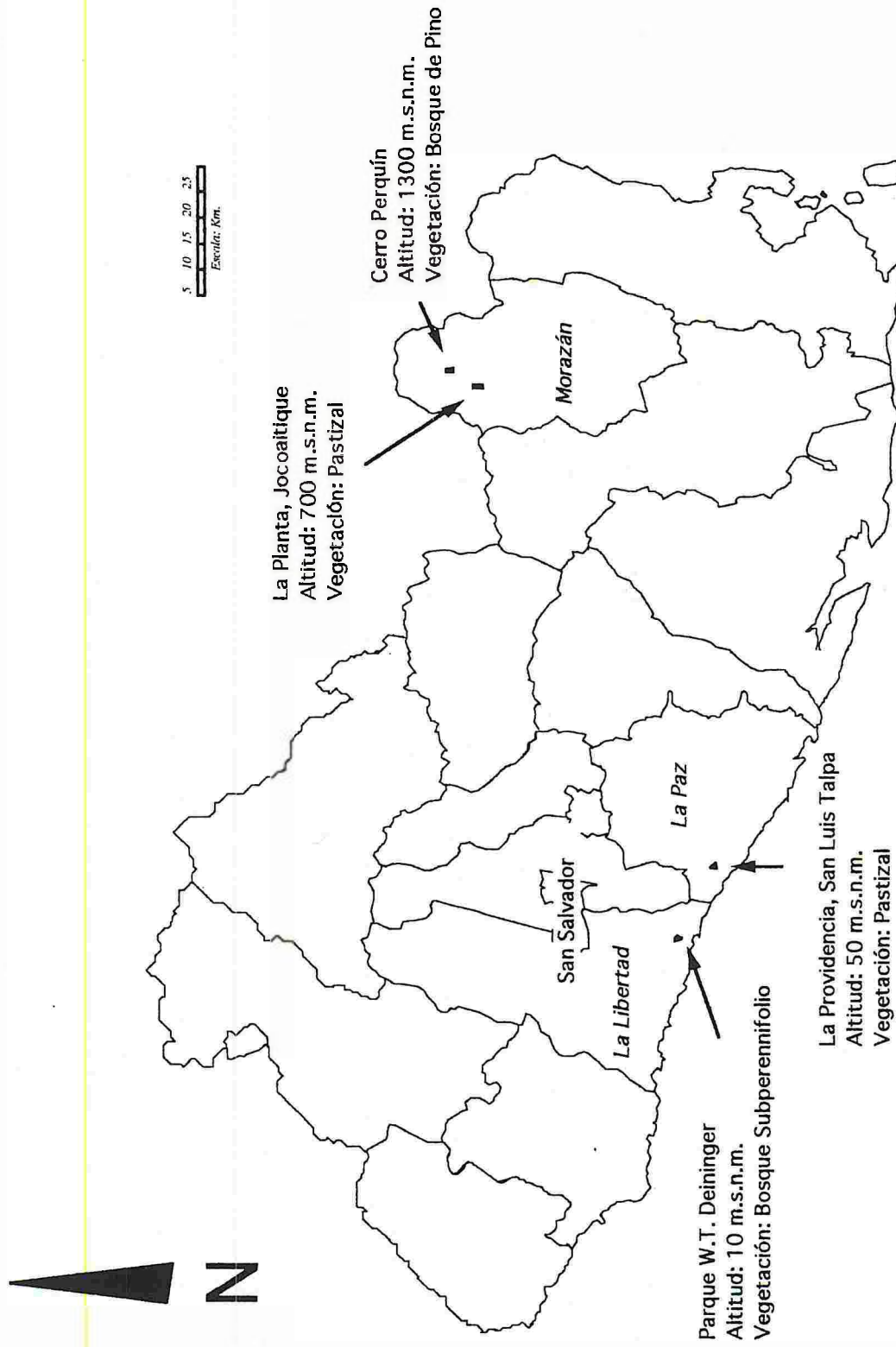


FIG. 1: Mapa de El Salvador donde se muestran los cuatro sitios utilizados para el estudio.

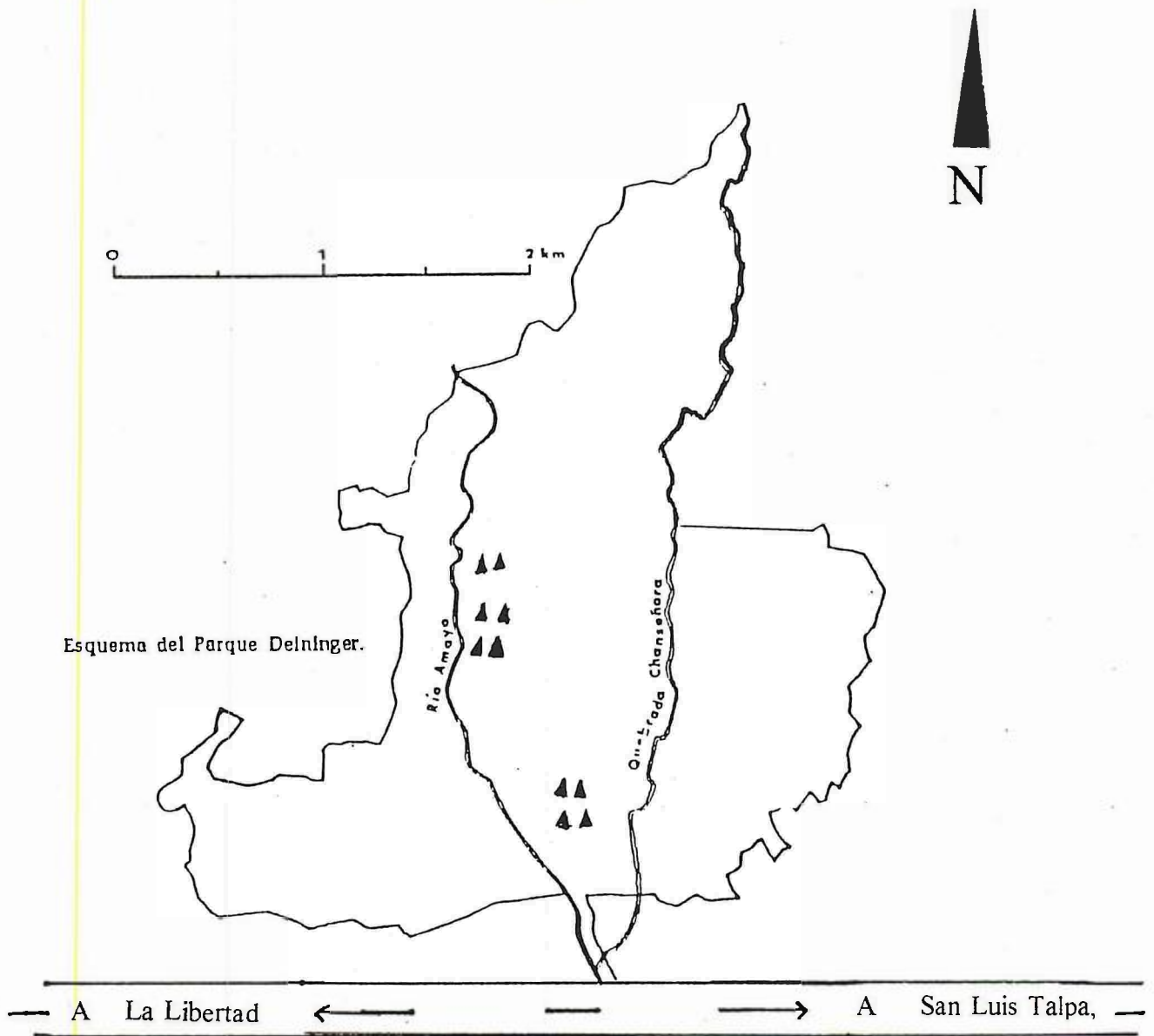


FIG.2 Ubicación del Parque Walter Thilo Deinger, Departamento de La Libertad. Vegetación del tipo Bosque subperennifolio. altura desde 7 m.s.n.m. a 297 m.s.n.m.. ▲ significa la ubicación de las trampas en el lugar. Sin escala.

longipes liebm (Fam. Urticaceae), “chichicaste”, *Urera baccifera*, (Fam. Urticaceae), “cojn”, *Stemadenia donnell-smithi* (Fam. Apocinaceae), “huesito”, *Allophylus occidentalis*, (Fam. Sapindaceae), “guachipilin”, *Diphysa robinoides*, (Fam. Leguminosea), “guarumo”, *Cecropia peltata*, (Fam. Moraceae) “árbol de fuego”, *Delonix regia*, (Fam. Caesalpiniaceae) y “volador”, *Terminalia oblonga*, (Fam. Combretaceae) (Lagos, 1987) entre otros.

2.1.2: Estación Experimental y de Practicas “La Providencia”

La Estación Experimental y de Prácticas “La Providencia”, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, se ubica en el cantón Tecualhuya ,jurisdicción de San Luis Talpa, en el Departamento de La Paz, a 36 Km. de San Salvador, con una altura promedio de 50 m.s.n.m.. Sus coordenadas geográficas son 13° 20' 30'' N y 89° 05' 08'' W (Cañas Reyes & Osorio Torres, 1991) con una precipitación pluvial promedio anual de 1,720 mm.(Ministerio de Agricultura y Ganaderia, 1986).

La Estación Experimental consta de 143 hectáreas, de las cuales 26 son utilizadas para pastoreo de ganado vacuno para la producción de leche y carne, con vegetación de pasto “pangola” *Digitaria dicumbens* y “estrella” *Cynodon plectostachyus*, ambas especies introducidas a Centro América provenientes de África (Fig. 3)(McIlroy, 1980).

2.1.3: “La Planta”, Jocoaitique

El tercer sitio de muestreo es conocida como “La Planta”, debido a la presencia de una subestación de distribución de energía eléctrica por el rumbo norte. La Planta se localiza en el cantón El Rodeo a 1.5 Km. al este de la ciudad de Jocoaitique. Sus

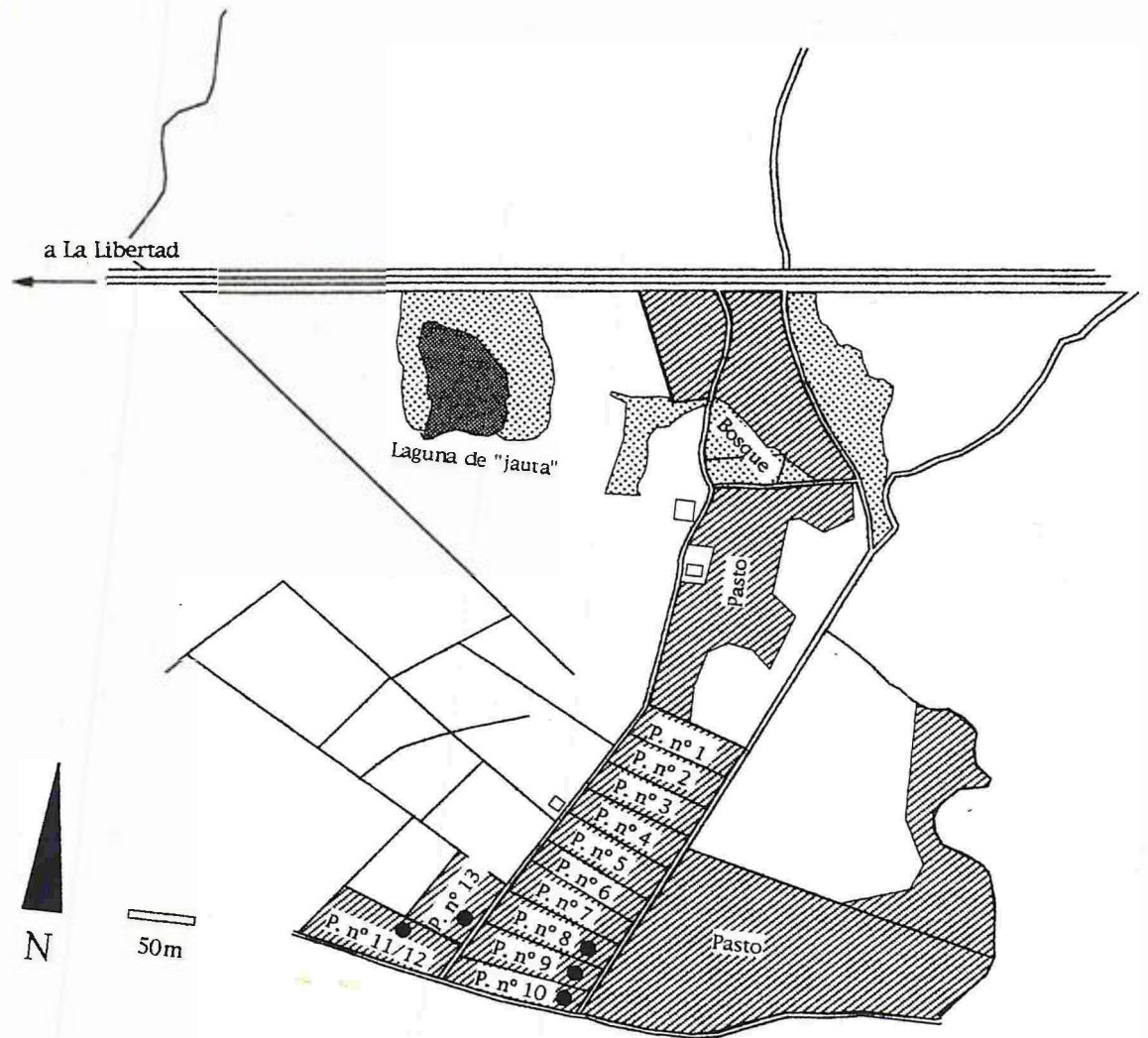


FIG. 3: Mapa de la Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia" de la Facultad de Ciencias Agronómicas indicando la ubicación de las trampas de caída usadas en el monitoreo de diversidad de comunidades coprófagas entre mayo y agosto de 1997. Levantado por Ing. Hector A. Marroquin Arevalo.

coordenadas son 13° 54' 29" N y 88° 08' 47" W (Ministerio de Obras Públicas, 1986) (Fig. 4). Posee una altura promedio de 700 m.s.n.m.. La estación meteorológica más cercana se encuentra ubicada en la población de Joateca, la cual reporta una temperatura promedio anual de 23.0°C y una precipitación anual de 2,044 mm (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1986).

El lugar se caracteriza por ser utilizado exclusivamente para pastoreo de ganado vacuno; encontrándose pasto del tipo "zacate estrella", *Cynodon plectostachyus*. Además dentro de la zona se encuentran árboles de "amate" *Ficus* sp. (Fam. Moraceae) y gran cantidad de "chaparro", *Curatella americana*, (Fam. Dilleniaceae). La población de ganado vacuno es de 20 vacas y un caballo, los cuales utilizan el lugar diariamente para pastoreo.

En cuanto a la vegetación que rodea "La Planta", se observan a una distancia de 200 metros rumbo este el primer parche de vegetación densa, el cual está formado por un área de cultivo de 1,000 m² de "yuca", *Manihot esculenta*, delimitado de por medio con "La Planta" por la Carretera CA.7 que conduce a los poblados de Perquín, Torola, Arambala, Joateca y San Fernando. Posteriormente al cultivo se encuentran las especies vegetales siguientes: "amate", *Ficus* sp. (Fam. Moraceae), "bambú", *Bambusa vulgaris* (Fam. Gramineae) "sirin", *Conostegia xalapensis* (Fam. Mimosaceae), "guayabo", *Psidium guajava*, (Fam. Myrtaceae), "jocote", *Spondias purpurea* (Fam. Anacardiaceae) y "quebracho", *Lysiloma divaricatum* (Fam. Leguminosae) entre otros. Al oeste se encuentra rodeado por una hondonada con pendiente fuerte y aproximadamente a 2 km. del lugar, se observan los primeros parches de vegetación densa de árboles e inmediatamente se localiza la población de Jocoaitique.

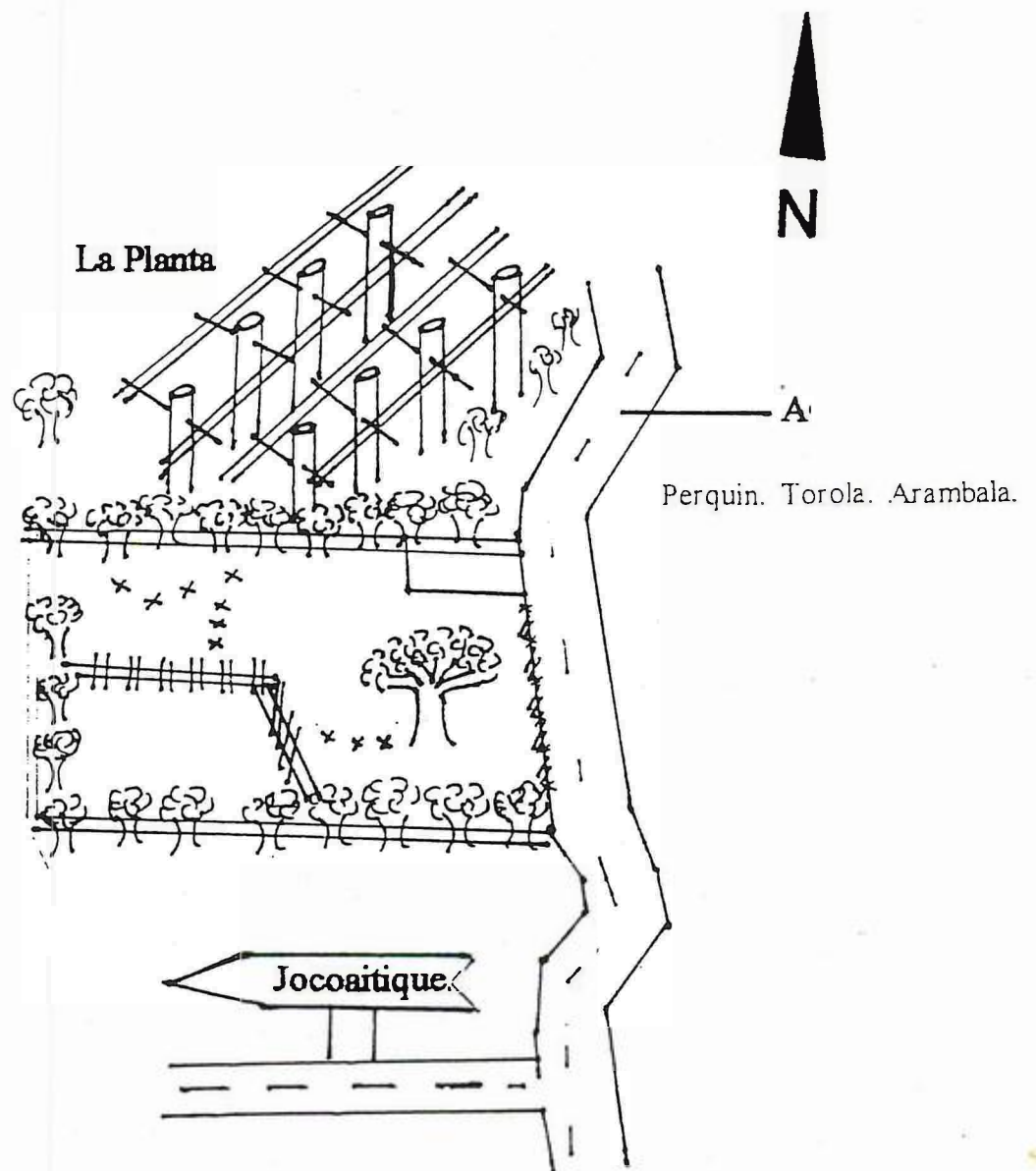


FIG.4 Ubicación de La Planta, Jurisdicción de Jocoaitique, Departamento de Morazán. Vegetación del tipo pastizal. altura desde 700 m.s.n.m. Las X significa la ubicación de las trampas en el lugar. sin escala,

2.1.4: Cerro Perquín, Perquín

La cuarta área de estudio se encuentra en el Cerro Perquín a una distancia de 600 metros al noroeste del pueblo de Perquín. Sus coordenadas son: 13° 57.05' N y 88° 09.07' W con una elevación de 1,300 m.s.n.m.. Presenta una precipitación anual promedio de 2,540 mm. y una temperatura promedio anual de 20.6 °C, sus suelos son de tipo limo arcillo (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1986). En cuanto a su vegetación, el lugar se caracteriza por presentar pequeños parches desprovistos de vegetación y en su mayor parte está cubierto de “pinos”, *Pinus oocarpa* (Fam. Pinaceae), “ciprés”, *Cupressus lusitanica*, (Fam. Cupressaceae) y un estrato arbustivo poco denso. Parte del lugar es utilizado para el pastoreo de 4 caballos y 2 vacas que permanecen en el cerro (Fig. 5).

2.2: Fase de Campo

2.2.1: Comunidades Coprófagas

Las comunidades coprófagas de escarabajos se compararon tomando un número de 5 muestreos en cada una de las áreas en estudio, comprendidos entre los meses de junio a agosto de 1997. En cada una de las zonas se colocó un número de 10 trampas de caída, tipo Tyndale-Biscoe *et al.* (1981), las cuales se construyeron utilizando depósitos plásticos (gaseosa) con capacidad de 2 litros, éstas fueron ubicadas en los sitios de muestreo basándose en los criterios siguientes: 2 lugares con pasto (Campo Experimental y de Prácticas “La Providencia”, San Luis Talpa y “La Planta”, Jocoaitique) y 2 lugares con bosque (Parque Walter Thilo Deininger y en Cerro Perquín).

Para atraer a los escarabajos se utilizaron cebos de estiércol de vaca o de

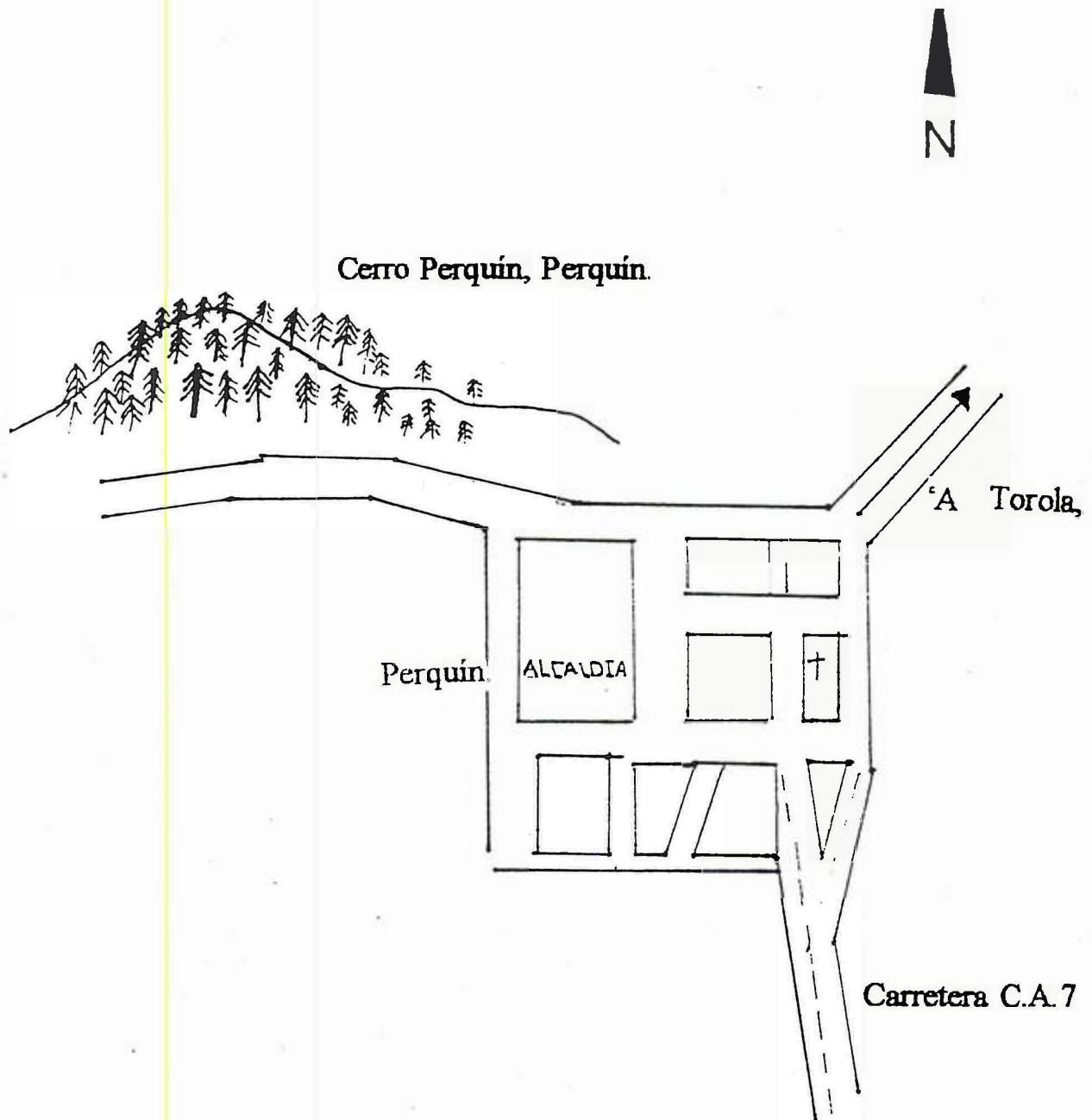


FIG 5. Ubicación de Cerro Perquín, Departamento de Morazán. Altura 1300 m.s.n.m.. Vegetación predominante "pinos" y "ciprés". Sin escala.

caballo, los cuales se prepararon con estiércol fresco homogeneizado, y posteriormente se pusieron en retazos de tela de mosquitero, para luego ser colgados a un trípode de varas de "bambú" que se colocaron sobre las trampas (Fig. 6). Estos cebos fueron puestos en el orden siguiente: trampas 1, 3, 5, 7 y 9 con cebos de estiércol de vaca; trampas 2, 4, 6, 8 y 10 con cebos de estiércol de caballo en todos los lugares. Los cebos fueron colocados antes de las 11 a.m. durante cada período de muestreo y se dejaron por un tiempo de 24 horas. Luego de este período se procedió a revisar las trampas para identificar y estimar la presencia y abundancia de especies coprófagas. El registro de datos se realizó utilizando una hoja de recopilación de datos previamente elaborada (ANEXO 1).

Posteriormente se liberaron todos los escarabajos, excepto los individuos de *D. carolinus*, *P. demon* y *C. lugubris*, los cuales se trasladaron vivos en depósitos plásticos hacia el Insectario de la Sección de Entomología de la Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, para ser utilizados en la fase de laboratorio.

2.2.2: Estacionalidad de *D. carolinus*

Para determinar la estacionalidad de *D. carolinus*, se tomaron en cuenta los datos obtenidos en seis muestreos para cada sitio, los cuales se realizaron entre el 21 de mayo al 10 de agosto de 1997, en Parque Deininger y Estación Experimental "La Providencia"; y entre el 7 de junio y 10 de agosto del mismo año, en Cerro Perquín y "La Planta". A partir del 14 de junio los datos del Parque Walter Thilo Deininger y La Estación Experimental fueron obtenidos en la misma fecha en que se realizaron los muestreos en los demás sitios, para que éstos fueran más confiables y así poseer datos con las mismas condiciones ambientales. Para lograr muestrear los cuatro sitios en el mismo día se obtuvo el apoyo de Horgan quien se encontraba realizando un estudio entomológico en varios sitios de la costa incluyendo el Parque Deininger y Comalapa.

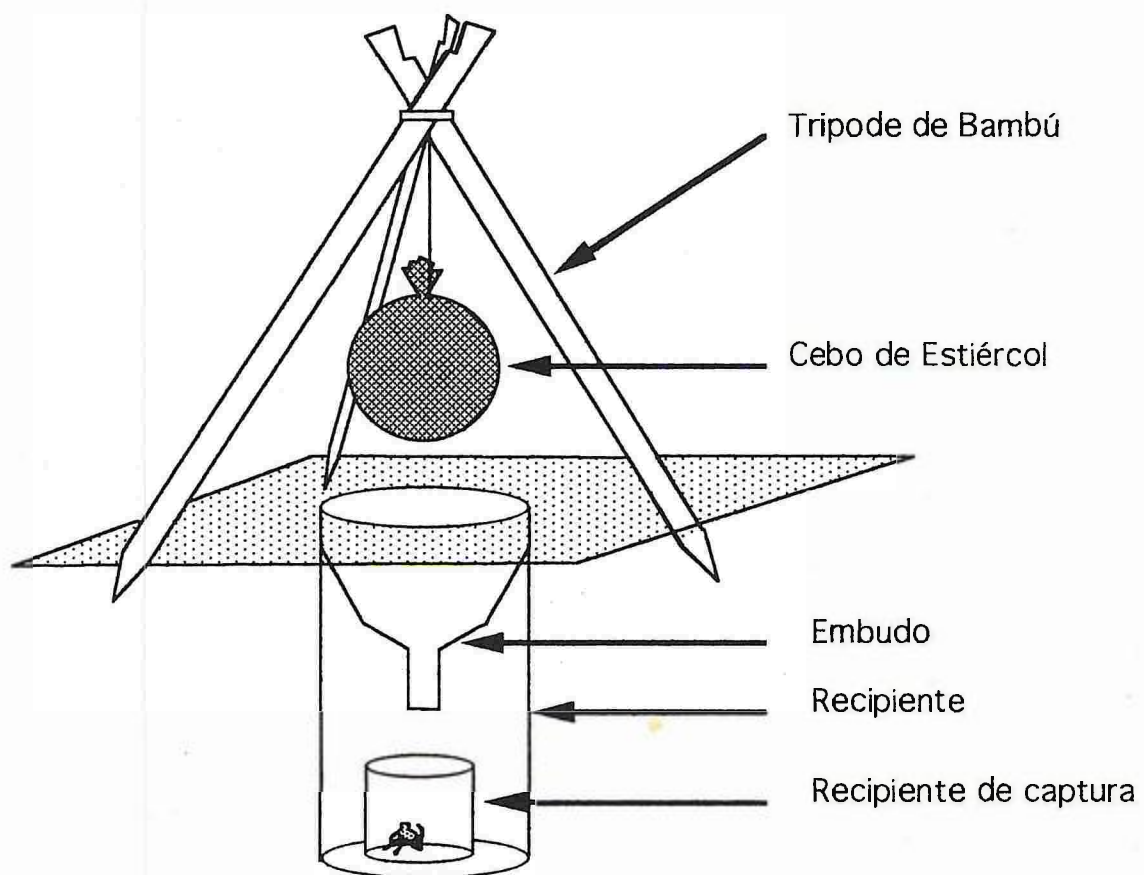


FIG. 6: Trampa de caída utilizada para la captura de escarabajos de estiércol. Obsérvese la elaboración del recipiente y embudo de una botella plástica de 2lt. de gaseosa.

2.2.3: Abundancia Relativa de *D. carolinus*

En la determinación de la abundancia relativa se utilizaron los datos obtenidos de cinco muestreos, para asegurar igualdad de esfuerzo empleado en cada uno de los muestreos para cada sitio teniendo así, el mismo número de trampas en cada lugar a partir del 14 de junio al 10 de agosto de 1997.

Se examinó el efecto del hábitat (sitio) y cebo (tipo de estiércol), sobre la abundancia de *D. carolinus*, por medio de Análisis de Varianza (ANDEVA) de doble entrada con hábitat como primer nivel y tipo de estiércol como segundo nivel utilizando el paquete estadístico Statview para Macintosh.

2.2.4: Diversidad de Comunidades Coprófagas

La diversidad de las comunidades de escarabajos de estiércol en los diferentes sitios de muestreos y con los dos tipos de cebo, se investigó aplicando los siguientes Indices de Diversidad (Ludwig y Reynolds, 1988; López, 1989):

Shannon Weiner:

$$H = -\sum (n_i / N) \ln (n_i / N)$$

Donde 'H' = Índice de Diversidad, 'ni' = Número de individuos capturados por cada especie y tipo de cebo en cinco muestreos y 'N' = Número total de todos los individuos capturados de todas las especies por lugar y tipo de cebo.

Simpson:

$$D = 1 - \sum (N_i / N)$$

Donde 'D' = Índice de Diversidad, 'Ni' = Número total de todos los individuos capturados por cada especie en los cinco muestreos, 'N' = Número total de todos los individuos capturados de todas las especies por lugar y tipo de cebo.

Los Índices de Hill:

$$\text{Hill } 0 = s$$

Donde 's' es el número de especies de cada lugar;

$$\text{Hill } 1 = \ln H$$

Donde 'H' es el Índice de Diversidad de Shannon Weiner.

$$\text{Hill } 2 = \frac{1}{D}$$

Donde 'D' es el Índice de Diversidad de Simpson.

Para comparar los cuatro sitios de estudio se utilizó el Coeficiente de Similitud propuesto por Sorensen (López, 1989), que se expresa de la forma siguiente:

$$C_s = \frac{2W}{a+b}$$

Donde 'Cs' = Coeficiente de Similitud, 'a' = Número total de individuos de todas las especies de la comunidad en el sitio 1, 'b' = Número total de individuos de todas las especies de la comunidad en el sitio 2, 'W' = Número más bajo de individuos de todas las especies presentes en ambas comunidades.

La Igualdad de distribución de las especies en las muestras se analizó por el método de Pielou (Ludwig y Reynolds, 1988):

Igualdad de Pielou (J'):

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\ln(s)}$$

Donde 's' es el total de especies en cada sitio, y 'H' es el Índice de Diversidad de Shannon Weiner con un máximo H'_{\max} cuando cada especie está representado por un sólo individuo. Para información sobre la aplicación de los índices ver ANEXO 2.

2.3: Fase de Laboratorio

2.3.1: Preparación de Medio para Mantenimiento de Escarabajos

Se prepararon tres depósitos plásticos, los cuales contenían tierra y arena compactada que sirvieron como sustrato de anidación. En estos depósitos se colocaron los escarabajos capturados durante los muestreos. Además se les colocó estiércol fresco cada dos días para que se mantuvieran activos hasta su utilización en la fase de laboratorio.

2.3.2: Preparación de Estiércol para el Experimento de Laboratorio

Se obtuvo estiércol fresco de un establo del municipio de Tonacatepeque en el departamento de San Salvador, éste se homogeneizó por completo y luego se procedió a dividirlo en cantidades de 1.5 kg. con una balanza semi-analítica. Posteriormente se colocó en bolsas plásticas de 5 libras y se nombró el estiércol como sustratos (número

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), representando 7 días de colección del estiércol, por último se puso en un congelador con temperatura de congelación por 4 días para matar huevos de mosca o ácaros en el estiércol. Antes de iniciar el experimento en el laboratorio, se sacaron del congelador las bolsas con estiércol congelado para deshielarlos y usarlos en la fase de laboratorio para los ensayos en el estudio de competencia intra e interespecífica.

2.3.3: Humedad de Estiércol

El estiércol utilizado para el experimento, se pesó en balanza de tipo semi-analítica y luego se colocó en una estufa a 60°C para su secado. La humedad del estiércol se calculó utilizando la fórmula siguiente:

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

2.3.4: Competencia Intraespecífica

Para determinar la competencia intraespecífica entre parejas de *D. carolinus*, y *P. demon* y entre *D. carolinus* y *C. lugubris*, se utilizó la metodología propuesta por Giller & Doube (1989), utilizando los individuos capturados en cada muestreo, los cuales se colocaron en recipientes plásticos de 35 cm x 17 cm x 18 cm, que contenía una mezcla de tierra con arena compactada (razón tierra: arena, 1:3) y 1.5 kg. de estiércol de ganado vacuno el cual se preparó como se explicó anteriormente, y se cubrió con tela de mosquitero asegurada con bandas de hule (Fig. 7). Las cantidades de escarabajos usadas fueron 1, 2, 4, 8, y 16 parejas con 10 replicas para cada proporción. Cada experimento se dejó por un período de 4 días, luego se procedió a

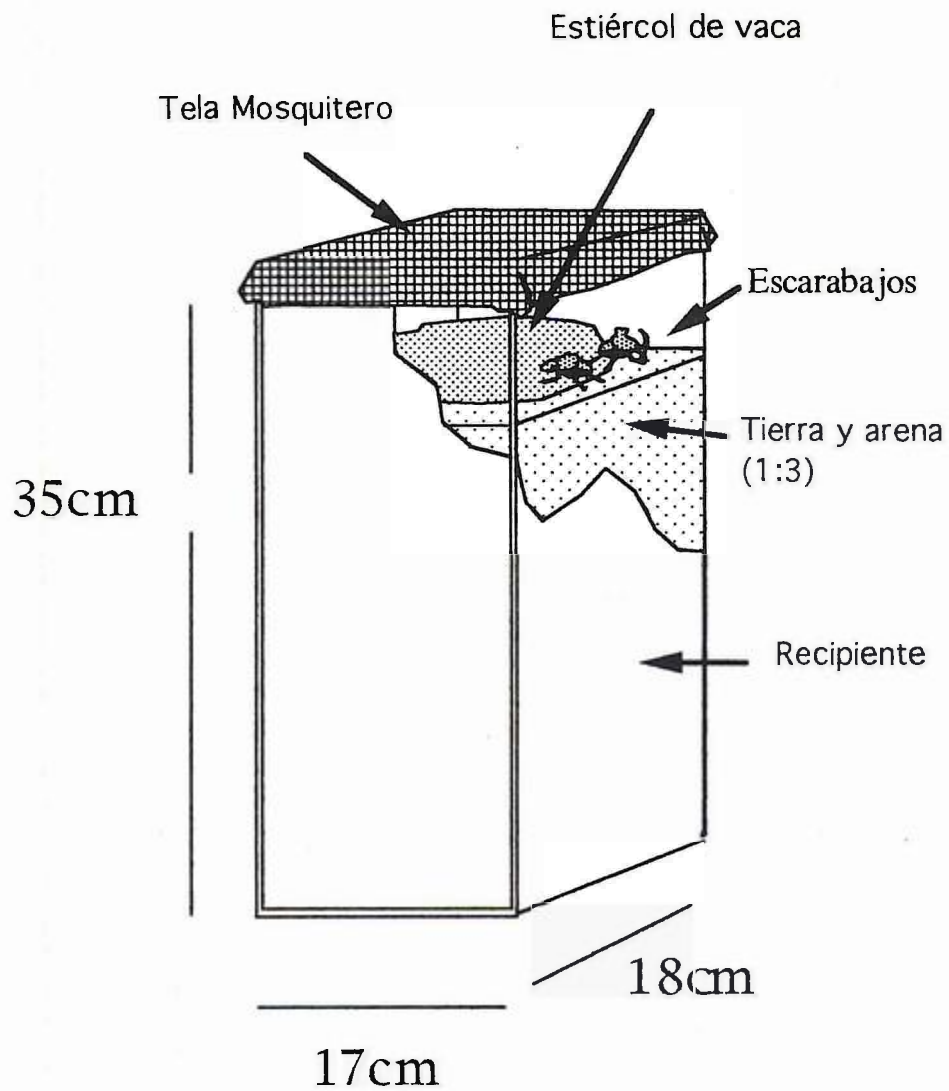


FIG. 7: Jaula utilizada en los experimentos de competencia intra- e interespecífica.

revisar cada recipiente, separando el estiércol no utilizado por los escarabajos, para después colar la tierra de los recipientes a través de malla metálica número 4 en donde quedaban solamente el estiércol enterrado y los individuos que en el se encontraban. Posteriormente, se limpió el estiércol separando la tierra y envolviéndolo en papel aluminio con su respectiva ficha de información, para ser secado en una estufa a 60°C, y finalizando el proceso con el peso del estiércol en balanza de tipo analítica.

2.3.5: Peso Fresco del Estiércol Enterrado

Después de llegar a un peso constante del estiércol seco, se procedió a calcular el peso fresco del estiércol enterrado, utilizando la humedad inicial del estiércol y el peso final seco, con la fórmula siguiente:

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

2.3.6: Competencia Interespecífica

Para la determinación de competencia interespecífica, se continuó con la metodología de Giller & Doube, (1989) preparando los recipientes plásticos de igual forma que los usados para la fase de competencia intraespecífica; luego se colocaron 1.5 kg. de estiércol y se introdujeron las parejas de escarabajos en las combinaciones siguientes:

<i>D. carolinus</i> :	1p	2p	4p	8p	4p	4p	4p	4p
<i>C. lugubris</i> o <i>P.demon</i> :	4p	4p	4p	4p	1p	2p	8p	16p

Para cada una de las combinaciones se llevaron a cabo un número de 5 réplicas, las cuales fueron revisadas a los 4 días de iniciado el experimento. La revisión de los recipientes se hizo de igual forma que en competencia intraespecífica; separando el estiércol no enterrado y colocando la tierra en la malla para colarla, luego se procedió a separar el estiércol enterrado por cada especie, la forma de enterramiento del estiércol de cada especie difiere mucho entre las especies *D. carolinus*, *P. demon* y *C. lugubris* (Fig. 8). *Copris lugubris* entierra el estiércol en forma de una masa, mientras que *P. demon* y *D. carolinus* hacen túneles de estiércol (ver también Valencia, 1997). Los túneles de *D. carolinus* son más gruesos y alrededor siempre hay una capa de estiércol mezclada con tierra; el estiércol enterrado tiende a ser más seco en *D. carolinus*. Después de separar el estiércol, se envolvió en papel aluminio y se puso a secar en una estufa a 60°C hasta un peso constante, para luego ser pesado y así determinar la cantidad de estiércol enterrado por cada especie y su equivalencia en peso fresco de estiércol.

2.3.7: Análisis de Datos

Para la fase de laboratorio, se gráfico la cantidad de estiércol enterrada en diferentes densidades y en diferente especies. Se aplicó una curva de distribución con el programa de computadora Cricket Graph para Macintosh. Además se utilizó el Análisis de Varianza (ANDEVA) de una entrada para comparar las cantidades de estiércol enterradas por parejas en diferentes densidades.

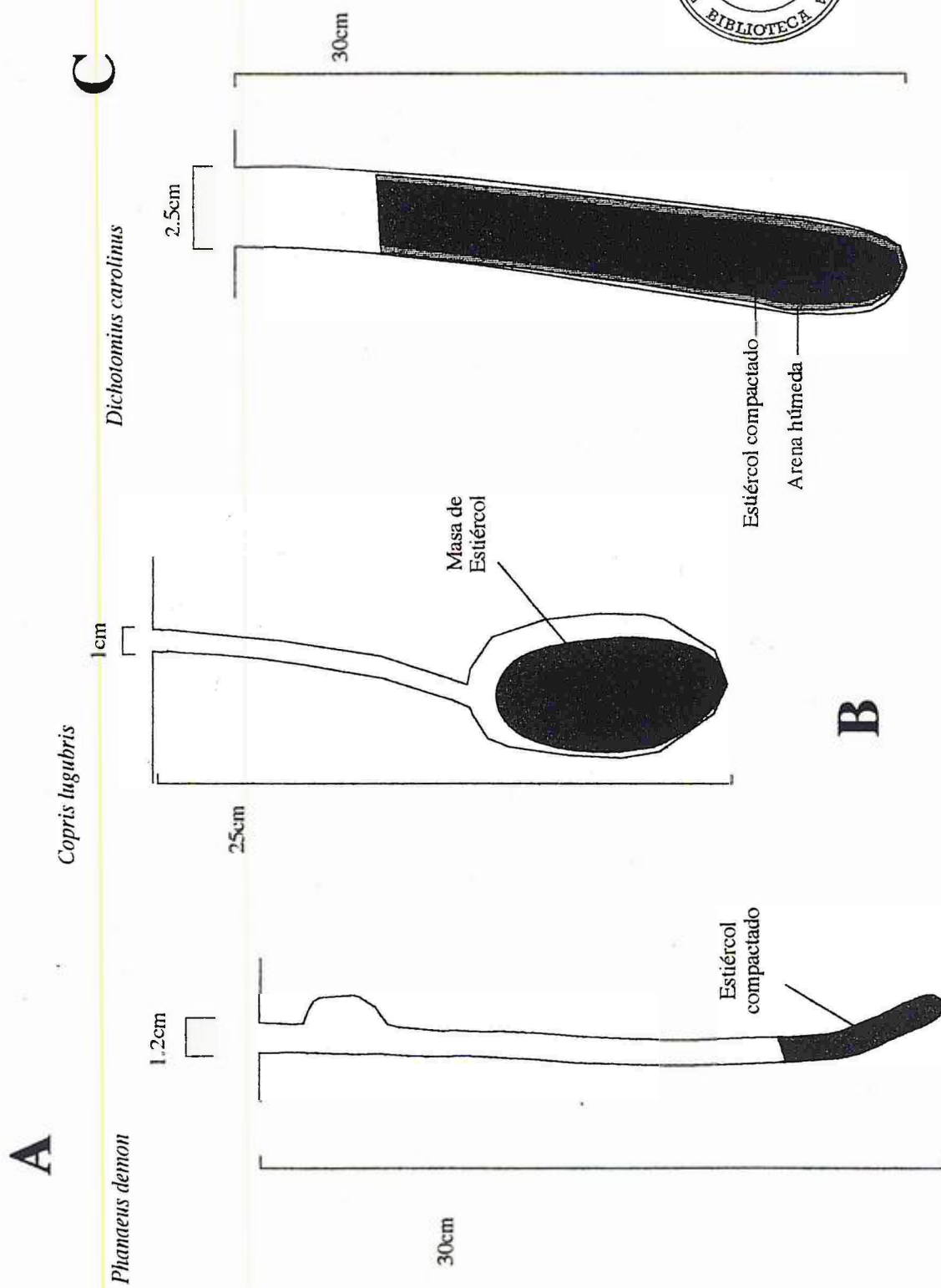


FIG. 8. Forma de enterramiento de estiércol por las tres especies estudiadas, como se observó en el laboratorio: A) túneles de *Phanaeus demon*, B) enterramiento en forma de masa de *Copris lugubris* y C) túneles de *Dichotomius carolinus*.

3 RESULTADOS

3.1: Comunidades Coprófagas

Se realizaron un número de seis muestreos, en los cuales se incluye el viaje de ensayo realizado en el mes de mayo donde el número de trampas por lugar no era igual. En estos seis muestreos, se capturaron un número total para todos los sitios de colecta de 5,941 escarabajos, pertenecientes a 23 especies diferentes (Cuadro 1). Para el análisis de resultados se utilizaron sólo los datos obtenidos de cinco muestreos con la finalidad de asegurar igualdad de esfuerzo y de trabajo, para todos los lugares (N=10 trampas en cada sitio) y que los resultados fueran más equitativamente comparables. Con base a esta criterio se reportan 4,914 escarabajos de 21 especies diferentes las cuales fueron capturadas entre los meses de junio a agosto de 1997. El Parque Walter Thilo Deininger, presenta la mayor abundancia de individuos capturados con 2,315 escarabajos; seguido por el Cerro Perquín con 1,365; Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia" con 828 y "La Planta" con 411 individuos (Cuadro 2).

En cuanto a la diversidad en el Parque Deininger se reportan 16 especies encontrándose en el primer muestreo 10 especies y obteniendo el mayor número en el tercer viaje, manteniéndose constante en los demás muestreos (Fig. 9a); para el Campo Experimental y de Prácticas "La Providencia" se identificaron 8 especies, las cuales todos se habían identificado en los primeros dos viajes (Fig. 9b). En "La Planta", se reportan 8 especies alcanzando la máxima diversidad de especies en el quinto viaje (Fig. 9c) y en Cerro Perquín se mantuvo constante con 6 especies durante los muestreos 2, 3 y 4, alcanzando el mayor número de especies en el quinto muestreo con un total de 7 especies (Fig. 9d).

Cuadro 1. Especies colectadas en seis muestreos con trampas de caída con cebos de estiércol de vaca y de estiércol de caballo, en los cuatro sitios de muestreo, desde mayo a agosto de 1997.

sp.	LUGAR		LA PROVIDENCIA		DEINGER		PLANTA		PERQUIN		TOTALES
	C.V.	C.C.	D.V.	D.C.	J.V.	J.C.	P.V.	P.C.			
<i>Agomopus lampros</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Aphodius # 1</i>	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	13
<i>Aphodius # 2</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Aphodius # 3</i>	0	0	0	0	0	0	6	4	0	0	10
<i>Aphodius # 4</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Ateuchus rodriguez</i>	0	0	47	39	0	0	0	0	0	0	86
<i>Canthon cyanellus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Canthon indigaceus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Canthon viridis meridionalis</i>	0	0	10	13	0	0	0	0	0	0	23
<i>Copris lugubris</i>	164	94	34	28	188	181	8	6	8	6	703
<i>Coprophanaeus telamon</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Dichotomius carolinus</i>	4	11	44	15	39	22	183	208	208	208	526
<i>Dichotomius centralis</i>	0	2	44	71	4	4	27	67	67	67	219
<i>Dichotomius yucatanus</i>	0	0	257	205	0	0	0	0	0	0	462
<i>Onthophagus sp.</i>	12	6	369	276	95	119	665	339	339	339	1881
<i>Onthophagus championi</i>	0	0	734	105	0	0	0	0	0	0	839
<i>Onthophagus hopfneri</i>	0	0	112	97	0	0	0	0	0	0	209
<i>Onthophagus landolti</i>	4	8	10	11	0	0	0	0	0	0	33
<i>Onthophagus marginicollis</i>	77	71	0	0	1	2	0	0	0	0	151
<i>Phanaeus demon</i>	245	147	0	0	0	0	0	0	0	0	392
<i>Phanaeus endymion</i>	0	0	3	5	0	0	1	0	1	0	9
<i>Phanaeus eximius</i>	0	0	25	102	104	142	0	0	0	0	373
<i>Phanaeus wagneri</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phanaeus guatemalensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
TOTALES	513	345	1695	969	438	474	886	620	620	620	5941

C.V. = Estiércol de vaca en "La Providencia"

C.C. = Estiércol de caballo en "La Providencia"

D.V. = Estiércol de vaca en Deinger

D.C. = Estiércol de caballo en Deinger

J.V. = Estiércol de vaca en "La Planta"

J.C. = Estiércol de caballo en "La Planta"

P.V. = Estiércol de vaca en Perquin

P.C. = Estiércol de caballo en Perquin

Cuadro 2. Especies colectadas en cinco muestreos con cinco trampas de caída con cebos de estiércol de vaca y cinco de estiércol de caballo, en los cuatro sitios de muestreo, desde julio a agosto de 1997:

SP.	LUGAR	LA PROVIDENCIA		DEININGER		PLANTA		PERQUIN		TOTALES
		C.V.	C.C.	D.V.	D.C.	J.V.	J.C.	P.V.	P.C.	
<i>Agomopus lampros</i>		0	0	1	1	0	0	0	0	2
<i>Aphodius # 1</i>		7	6	0	0	0	0	0	0	13
<i>Aphodius # 2</i>		0	0	4	0	0	0	0	0	4
<i>Atenuchus rodriguezii</i>		0	0	47	39	0	0	0	0	86
<i>Canthon cyanellus</i>		0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Canthon indigaceus</i>		0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Canthon viridis meridionalis</i>		0	0	10	13	0	0	0	0	23
<i>Copris lugubris</i>		162	87	34	28	63	29	8	6	417
<i>Coprophanaeus telamon</i>		0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Dichotomius carolinus</i>		1	5	37	14	14	16	175	205	467
<i>Dichotomius centralis</i>		0	2	43	71	4	4	27	67	218
<i>Dichotomius yucatanus</i>		0	0	187	201	0	0	0	0	388
<i>Onthophagus sp.</i>		1	6	271	254	88	90	556	314	1881
<i>Onthophagus championi</i>		0	0	604	104	0	0	0	0	708
<i>Onthophagus hopfneri</i>		0	0	112	97	0	0	0	0	209
<i>Onthophagus landolti</i>		4	8	8	3	0	0	0	0	23
<i>Onthophagus marginicollis</i>		77	71	0	0	1	0	0	0	149
<i>Phanaeus demon</i>		240	141	0	0	0	0	0	0	381
<i>Phanaeus endymion</i>		0	0	3	5	0	0	1	0	9
<i>Phanaeus eximius</i>		0	0	1	101	28	72	0	0	222
<i>Phanaeus wagneri</i>		0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Phanaeus guatemalensis</i>		0	0	0	0	0	1	0	0	1
TOTAL		502	326	1383	932	199	212	768	592	4914

C.V. = Estiércol de vaca en "La Providencia"

J.V. = Estiércol de vaca en "La Planta"

C.C. = Estiércol de caballo en "La Providencia"

J.C. = Estiércol de caballo en "La Planta"

D.V. = Estiércol de vaca en Deininger

P.V. = Estiércol de vaca en Perquin

D.C. = Estiércol de caballo en Deininger

P.C. = Estiércol de caballo en Perquin

Número de Especies

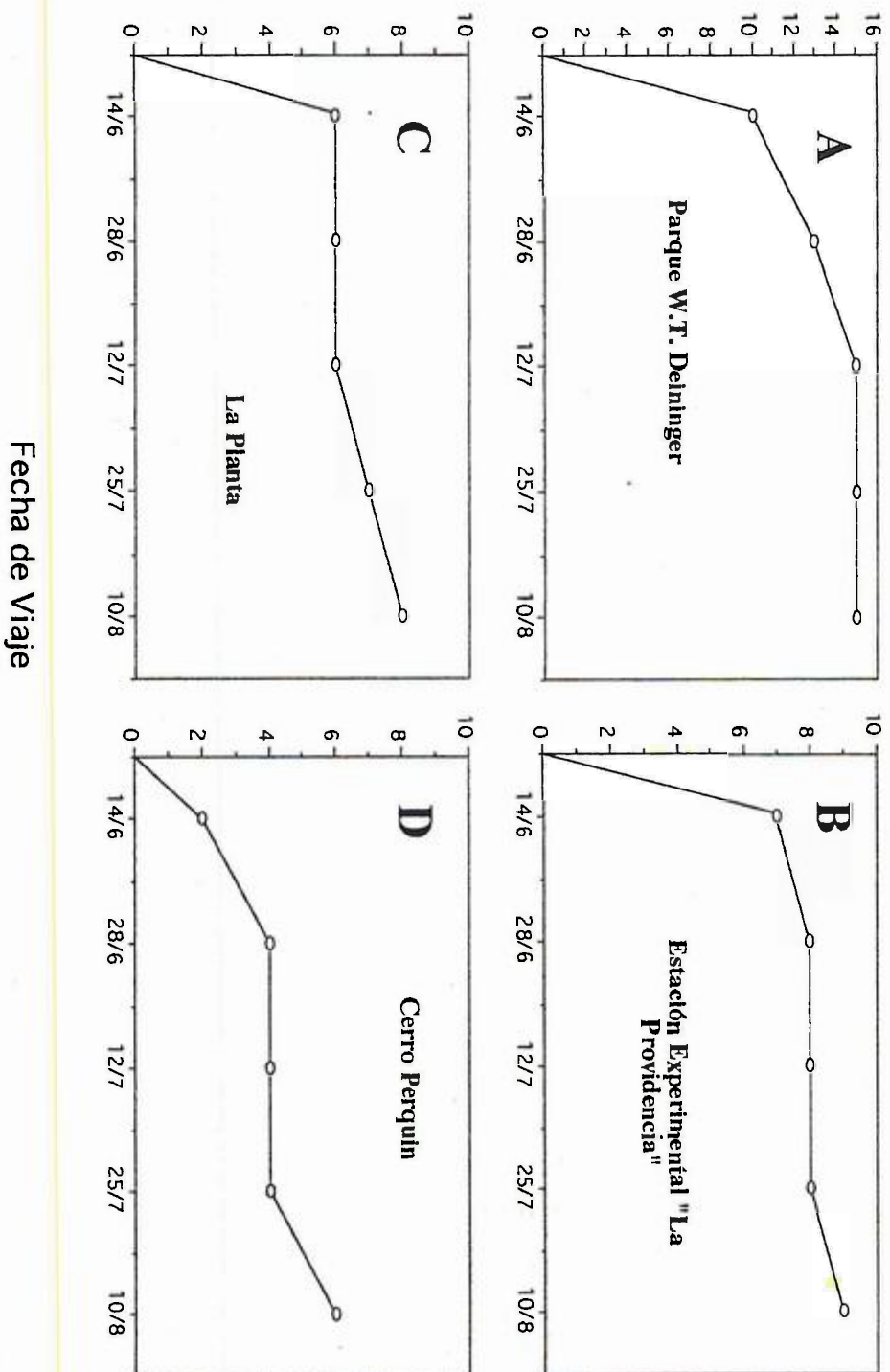


FIG. 9: Acumulación de especies nuevas por viaje (día/mes: del año 1997), capturadas en 10 trampas de caída para los 5 muestreos en cada sitio.

En cuanto a diversidad el Índice de Shannon Weiner nos indica que Parque Deininger es el sitio que posee la mayor diversidad de especies de escarabajos al presentar los valores más altos ($H' = 1.736$ en estiércol de vaca y $H' = 2.024$ en estiércol de caballo), lo cual confirma la presencia de 15 especies de escarabajos (Cuadro 3) estos resultados son confirmados por los Índices 0 y 1 de Hill y Simpson (Simpson (D) = 0.742 en Deininger con cebo de estiércol de vaca y $D = 0.835$ con cebo de estiércol de caballo, Hill 0 = 15 ; Hill 1 = 0.552 con cebos de estiércol de vaca y 0.705 en cebos de estiércol de caballo) (Cuadro 3). En contraste a lo anterior el Cerro Perquín es designado el sitio menos diverso por poseer el valor más bajo del Índice de Shannon Weiner. ($H' = 0.753$ en cebos de vaca y $H' = 0.997$ en cebos de caballo). Los resultados obtenidos con el recíproco del Índice de Simpson (o sea el Índice 2 de Hill) demuestran el opuesto, ya que, los valores obtenidos con este Índice indican que los lugares con menor número de especies son los sitios de mayor diversidad de escarabajos (Hill 2 = 1.350 en Deininger con estiércol de vaca y 1.198 en cebos de estiércol de caballo) (Cuadro 3). Dichos resultados no son los esperados, comprobando que el Índice 2 de Hill no es muy apropiado para comunidades donde una sola especie domina sobre todas las demás. La figura 10 indica la distribución de las especies en las diferentes comunidades, las relaciones entre el rango de abundancia y las abundancias relativas de cada especie demuestran la dominancia de pocas especies en cada lugar sólo el Parque Deininger tiende hacia igualdad. Este está corroborado con los valores de Igualdad de Pielou (J') los cuales son bajos para todos los casos (entre 0.26 y 0.72) menos el Parque Deininger (0.90 y 0.77) (Cuadro 3). Para cada uno de los sitios de estudio se observa que no existe dominancia de una especie sobre las demás, si no que, existe un grupo de varias especies dominando en cada sitio.

Para determinar la semejanza entre las comunidades en los dos tipos de estiércol y en los diferentes sitios de muestreos, se determinó el Coeficiente de

Cuadro 3. Índices de Biodiversidad por zona de estudio y tipo de cebo.

LUGAR; CEBO	INDICES SHANNON WEINER (H)	SIMPSON (D)	J	HILL 0 S	HILL 1 ln (H)	HILL 2 1/D
DEININGER, (V)	1.736	0.742	0.900	15	0.552	1.350
DEININGER, (C)	2.024	0.835	0.770	14	0.705	1.198
LA PROVIDENCIA, (V)	1.200	0.644	0.260	7	0.182	1.500
LA PROVIDENCIA, (C)	1.380	0.693	0.660	8	0.322	1.440
LA PLANTA, (V)	1.319	0.680	0.680	7	0.277	1.470
LA PLANTA, (C)	1.298	0.680	0.720	7	0.261	1.470
PERQUÍN, (V)	0.753	0.420	0.420	6	-0.284	2.380
PERQUÍN, (C)	0.997	0.586	0.720	6	-0.003	1.700

(V): Estiércol de vaca

(C): Estiércol de caballo

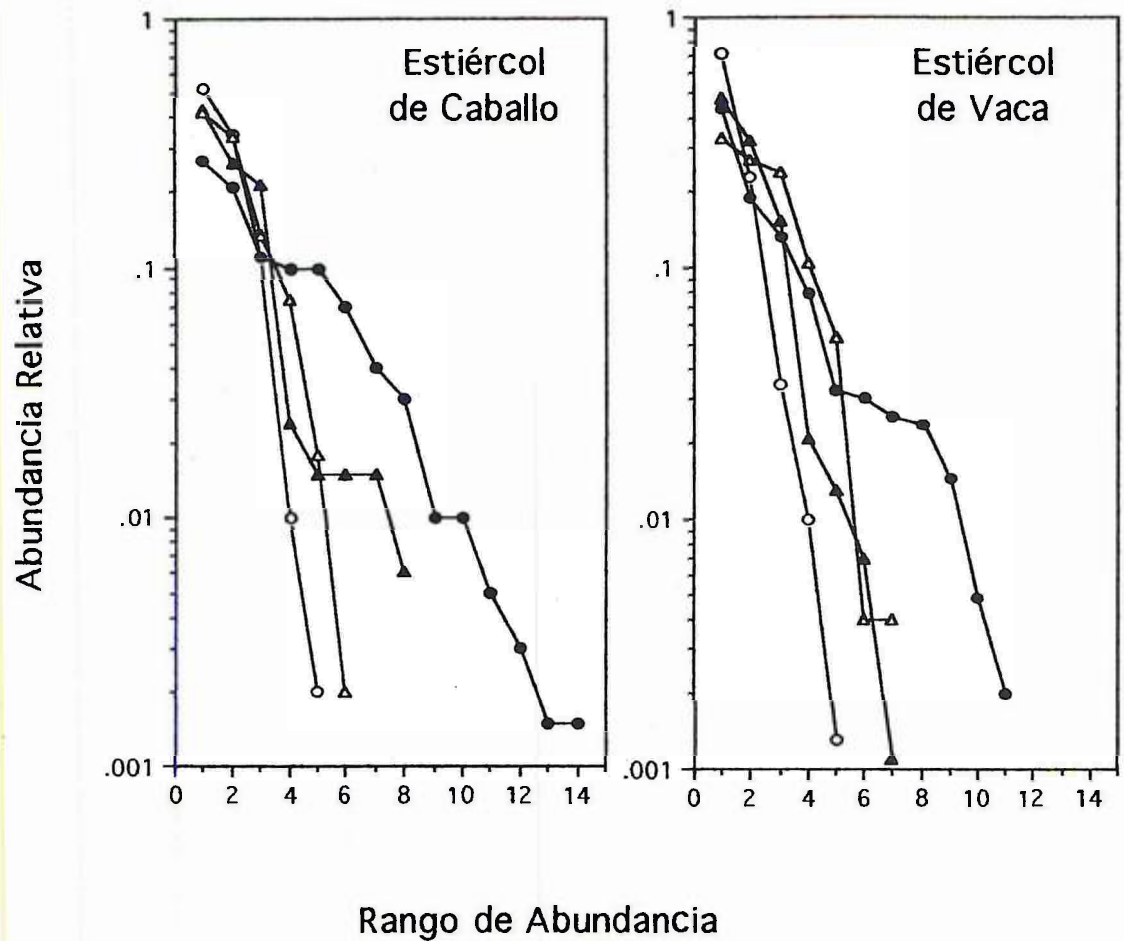


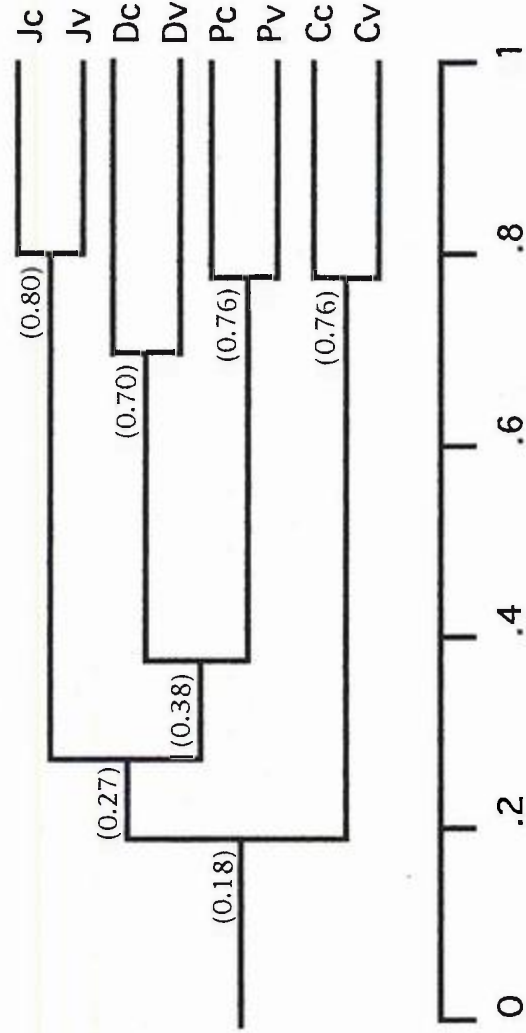
FIG. 10: Abundancia relativa por rango (es decir en orden de abundancia) de especies coprófagas en 5 trampas de caída con cebos de estiércol de caballo y 5 con estiércol de vaca, durante los meses de junio a agosto de 1997. [● Deininger, ▲ Comalapa, ○ La Planta y △ Cerro Perquin].

Similitud (Cuadro 4), el cual nos indica que las comunidades más similares siempre se obtuvieron en trampas con diferentes cebos pero que se localizan en el mismo lugar (Jocoaitique estiércol de vaca y caballo= 0.80; Deininger estiércol de vaca y caballo= 0.70; Perquín estiércol de vaca y caballo = 0.76 y La Providencia (san Luis Talpa) estiércol de vaca y caballo = 0.76). Los valores más bajos fueron obtenidos en las comparaciones de sitios con pasto (Campo Experimental) con lugares boscosos (San Luis Talpa y los demás sitios, Coeficiente de Similitud 'Cs' = 0.18 y "La Planta" y los lugares boscosos, Cs = 0.27)(Fig. 11).

Según el Coeficiente de Similitud, los sitios con las comunidades más similares son Parque Deininger y Cerro Perquín (Cs = 0.38) basados en el hecho de que comparten 5 especies de las cuales *Onthophagus* sp. es muy común en ambos lugares y *D. carolinus* alcanza los valores más altos en abundancia. El máximo número que comparten son 5 especies mientras Perquín comparte sólo 3 y 4 especies con el Campo Experimental y "La Planta" respectivamente (Cuadro 2).

3.2: Abundancia y Estacionalidad de *D. carolinus*

La figura 12 indica las abundancias relativas de *D. carolinus* en los cuatro sitios y en dos tipos de estiércol. La diferencia entre el número de individuos capturados en las trampas cebadas con estiércol de vaca en comparación con los capturados en estiércol de caballo es mínima mientras hubo grandes diferencias entre abundancias en los cuatro sitios. Las diferencias entre el número de individuos de *D. carolinus colonicus* capturados con estiércol de caballo en comparación con estiércol de vaca en todos los sitios no fueron significativas (ANDEVA; $gl = 1$, $P = 0.7719$). *Dichotomius carolinus* fue más abundante en Cerro Perquín donde reportan un número de 391 escarabajos capturados en los dos tipos de estiércol (Pv/Pc; Cuadro 2), comparado con "La Planta", con 61 individuos en ambos tipo de cebos (Jv/Jc; Cuadro



Coeficiente de Similitud

FIG. 11: Similitudes entre comunidades coprófagas en dos sustratos de colonización (estiércol de vaca [v] y de caballo [c]) en cuatro lugares de estudio en El Salvador: (C) San Luis Tajpa, La Paz, (D) Parque W.T. Deinger, La Libertad, (J) La Planta, Morazán y (P) Cerro Perquin, Morazán. Los datos están tomados de cinco viajes de campo realizados entre junio y agosto de 1997.

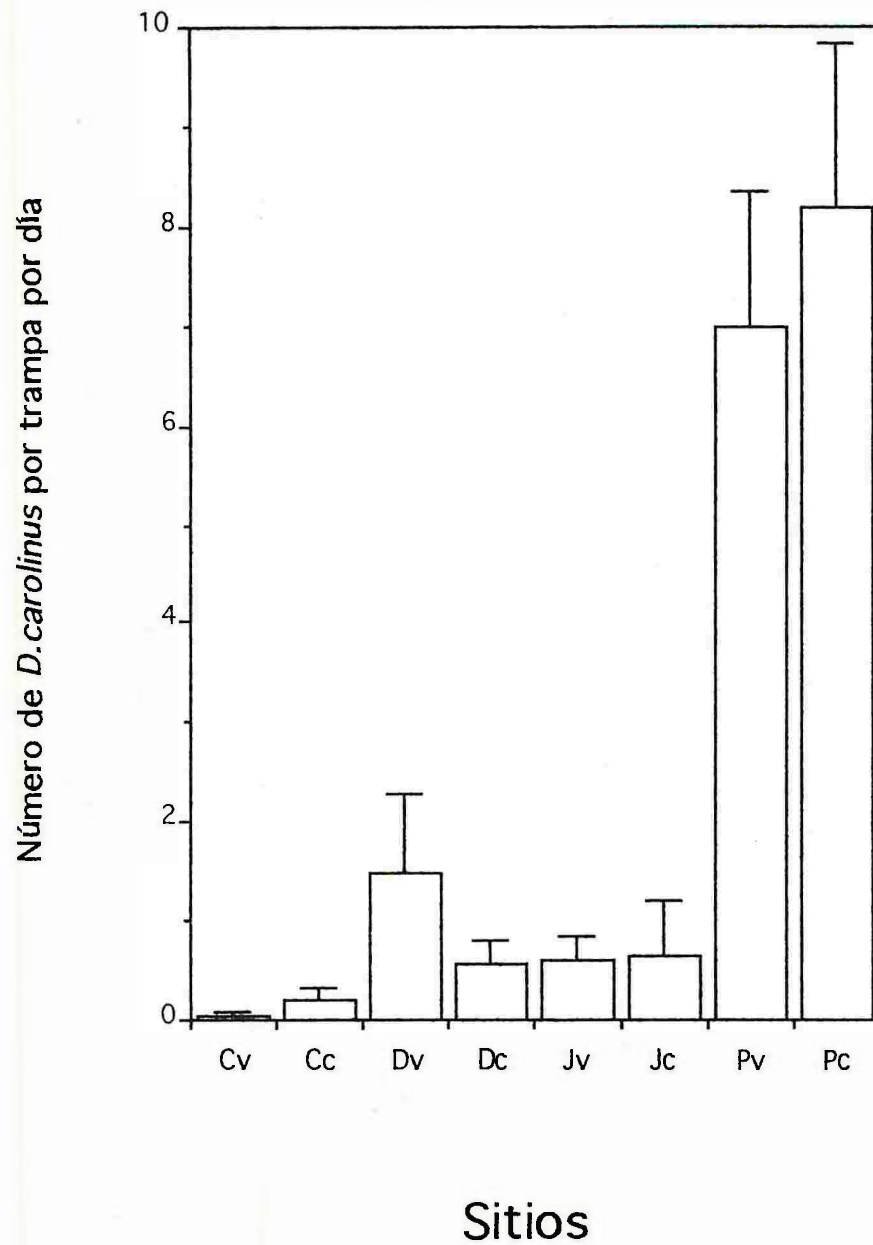


FIG. 12: Abundancia relativa de *D. carolinus* en San Luis Talpa (C), Deininger (D), La Planta (J) y Cerro Perquín (P) con cebo de estiércol de caballo (c) y de vaca (v). N = 5 en cada lugar y con cada cebo. Barras indican error estándar.

2), Deininger con 59 escarabajos (Dv/Dc; Cuadro 2) y el Campo Experimental con 15 escarabajos (Cv/Cc; Cuadro 2) ya que el sitio afecta significativamente sobre la abundancia de esta especie (ANDEVA: $gl = 3$, $P = 0.0001$; Cuadro 5).

Los valores de abundancia relativa temporal obtenida nos muestran que existe una distribución de tipo bimodal (Fig. 13), ya que, en cada lugar se presentan 2 puntos de alta abundancia en diferentes fechas en la forma siguiente: en Cerro Perquín se reportan en trampas con estiércol de caballo la máxima abundancia en los meses de mayo a junio, disminuyendo para junio y julio y aumentando de nuevo en agosto; trampas con estiércol de vaca presentan mayor abundancia a mediados de junio para luego disminuir en julio y aumentar en el mes de agosto (Fig. 13a); "La Planta" reporta lo siguiente: trampas con estiércol de caballo tienen máxima abundancia en junio con una tendencia a disminuir en julio y una leve recuperación para la última semana de julio y llegando a 0 individuos en agosto (Fig. 13b); Parque Deininger presenta mayor abundancia en trampas con estiércol de caballo en el mes de junio y julio disminuyendo esta en agosto; en trampas con estiércol de vaca la mayor abundancia se obtuvo de mayo a junio disminuyendo de junio a julio y aumentando de nuevo en agosto (Fig. 13c). La Estación Experimental y de Prácticas "La Providencia" reportó mayor abundancia en mayo, disminuyendo en junio y julio y recuperándose en el mes de agosto (Fig. 13d).

3.3: Competencia Intraespecífica

Se observó competencia intraespecífica en todas las especies a densidades medias en los depósitos de experimentación y con 1.5 kg. de estiércol. Los patrones eran muy similares ya que las especies aumentaron la cantidad de estiércol enterrado a medida que se aumentaron las densidades hasta un punto de cuatro parejas, a partir de la cual se observó aplanamiento del patrón en una curva logística (no se aumento la

Cuadro 5. Análisis de Varianza (ANDEVA) en abundancia de *Dichotomius carolinus colonicus* durante los meses de junio a agosto de 1997, con respecto a lugar y tipo de cebo

f fuente	gl	SC	CM	F	Valor P
Lugar (A)	3	9313.317	3104.439	83.872	0.0001
Cebo (C)	1	3.164	3.164	0.085	0.7719
Interacción (A)	3	134.717	47.906	1.294	0.2932
Error	1184.45	37.014			

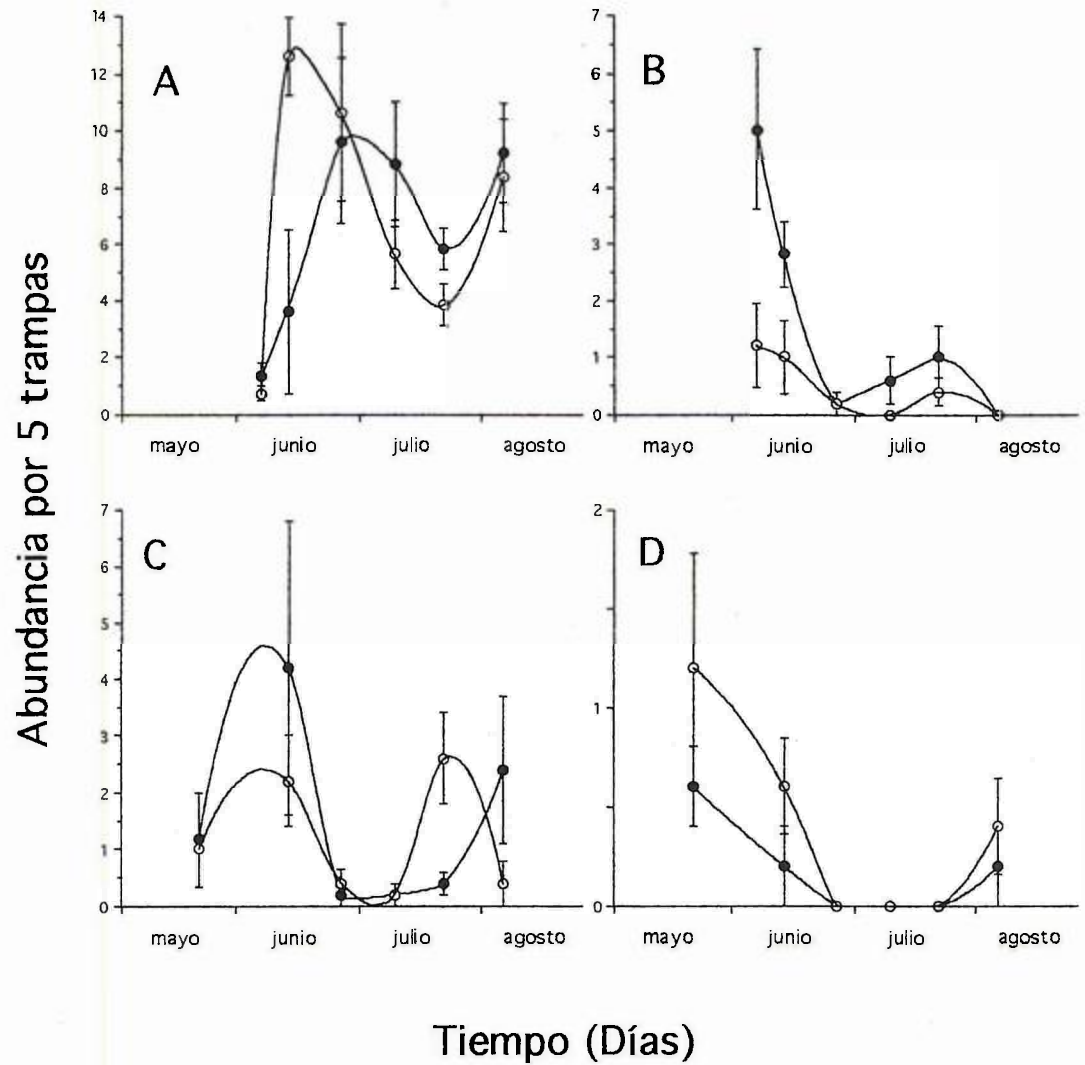


FIG. 13: Abundancia temporal de *D. carolinus* en 6 muestreos realizados entre mayo y agosto de 1997 en A) Cerro Perquín, B) La Planta, C) Parque W.T. Deininger y D) San Luis Talpa con cebos de estiércol de caballo ○ y de vaca ● N = 5; Barras indican el error estándar.

cantidad a pesar de aumentar la densidad en cada depósito) (Figs. 14 y 15). Para *P. demon* y *C. lugubris* las cantidades enterradas en diferentes densidades difieren significativamente (ANDEVA: $gl = 4$, $F_{4,41} = 3.925$, $P = 0.0087$ en *C. lugubris* (Fig. 14a) y $gl = 4$, $F_{4,45} = 4.324$, $P = 0.0048$ en *P. demon* (Fig. 15a)) (ver Cuadro 6). En experimentos de *D. carolinus* no se notó diferencias significativas (Figs. 14.c y 15.c), sin embargo, las cantidades de estiércol enterrado por la especie en presencia de *P. demon* (Fig. 15.c) indicaron una diferencia significativa en las cantidades de estiércol enterrado a diferentes densidades demostrando competencia intraespecífica de *D. carolinus* (ANDEVA: $gl = 3$, $F_{3,16} = 5.787$, $P = 0.0071$) (Cuadro 6). Es interesante que todas las especies demostraron competencia intraespecífica a partir de cuatro parejas a pesar de que *D. carolinus* entierra tres veces la cantidad de las otras dos especies (600 y 200 g respectivamente). En términos de cantidades de estiércol enterrado por parejas de las diferentes especies hubo una disminución en cada caso al aumentar las densidades en los recipientes (Fig. 14 b y d; Fig. 15 b y d).

3.4: Competencia Interespecífica

Los resultados indican que *D. carolinus* es el competidor más fuerte en experimentos de competencia con las otras dos especies. En experimentos con *D. carolinus* en diferentes densidades y las otras especies con sus densidades constantes, se notó una disminución de las cantidades de estiércol enterradas por *P. demon* y *C. lugubris*, mientras *D. carolinus* mantuvo sus patrones normales (competencia intraespecífica es más fuerte que interespecífica para *D. carolinus*). Los patrones son más claros en experimentos con *P. demon* (Fig. 15) que en los experimentos con *C. lugubris* (Fig. 14). Sin embargo, hubo una disminución en las cantidades de estiércol enterradas por *C. lugubris* en la presencia de *D. carolinus colonicus*, mientras esa especie continuó enterrando grandes cantidades de estiércol a pesar de la presencia del

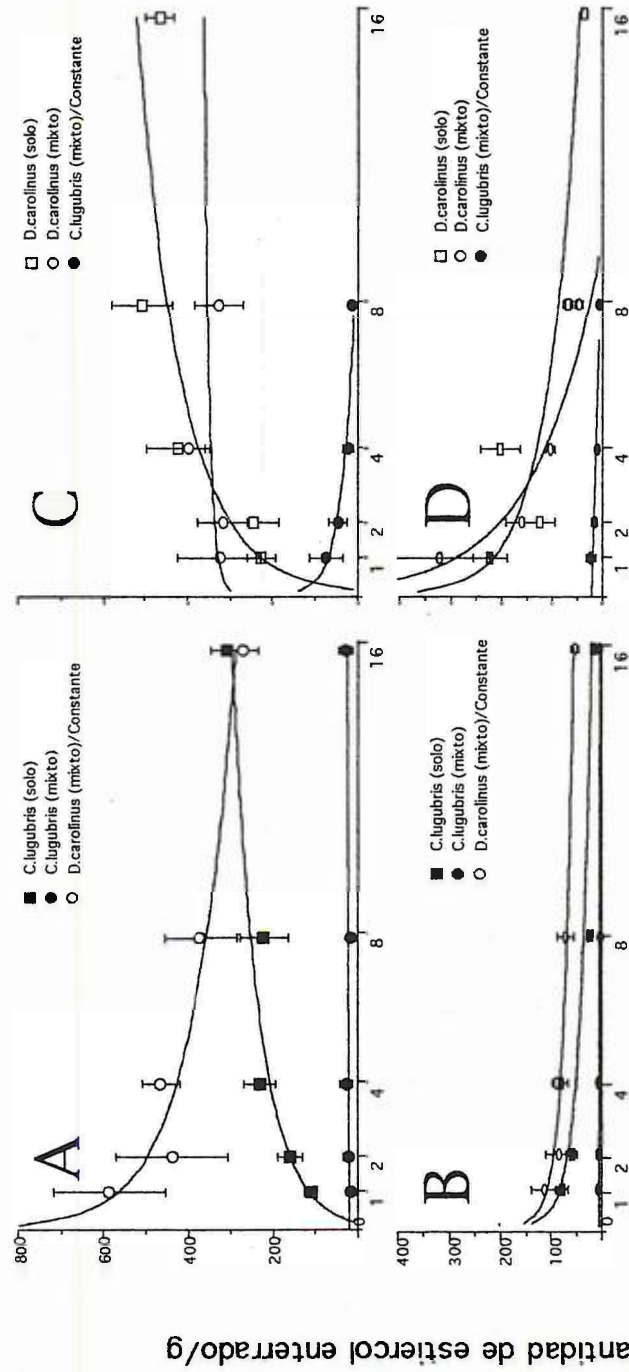
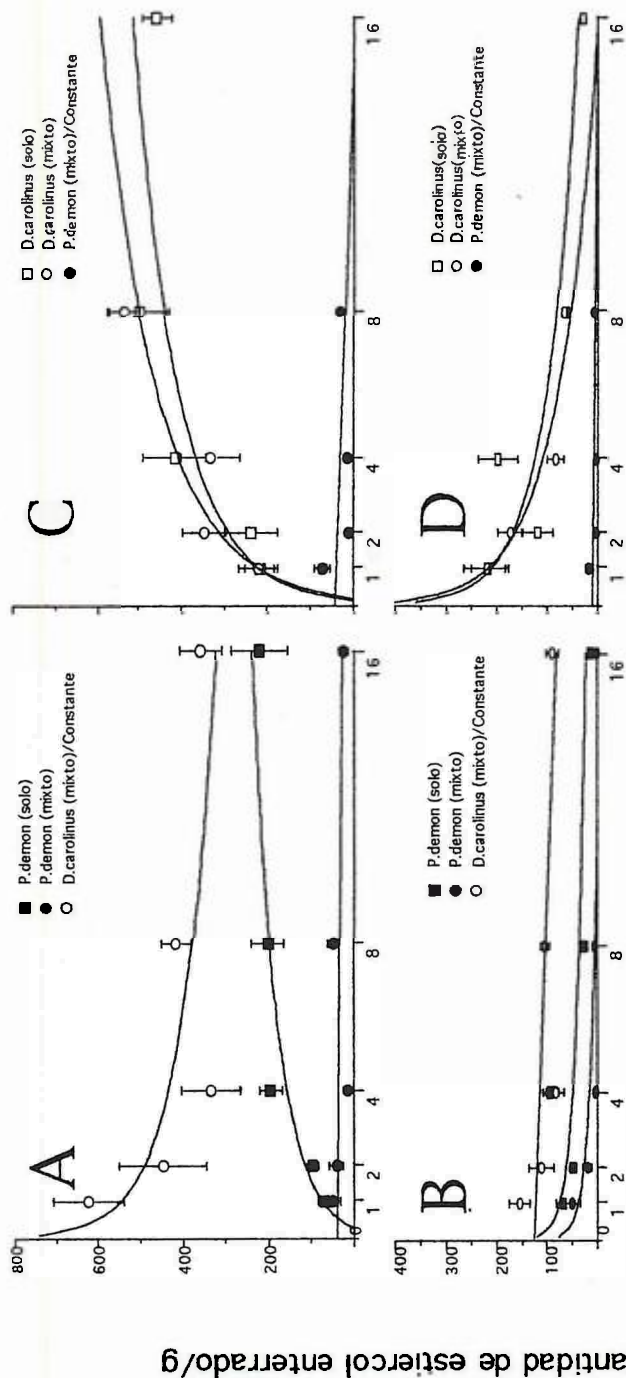


FIG. 14. Cantidades de estiércol enterrados por *D. carolinus* y *C. lugubris* en experimentos de competencia intraespecífica (Sólo/densidad varia)(N = 10) y de competencia interespecífica (N = 5) A) cambiando las densidades de *C. lugubris* con la densidad de *D. carolinus* constante (4 parejas) y C) cambiando las densidades de *D. carolinus* con la densidad de *C. lugubris* constante (4 parejas). B) y D) indican las cantidades enterrados por pareja en los mismos experimentos. Barras indican el error estandar.



Densidad

FIG. 15. Cantidades de estiércol enterrados por *D. carolinus* y *P. demon* en experimentos de competencia intraespecífica (Sólo/densidad varia)(N = 10) y de competencia interespecífica (N = 5) A) cambiando las densidades de *P. demon* con la densidad de *D. carolinus* constante (4 parejas) y C) cambiando las densidades de *D. carolinus* con la densidad de *P. demon* constante (4 parejas). B) y D) indican las cantidades enterrados por pareja en los mismos experimentos. Barras indican el error estándar.

Cuadro 6. Analisis de Varianza (ANDEVA) en experimentos de competencia intra e interespecífica con tres especies de escarabajos coprófagos en el Insectario de la Escuela de Biología (UES) durante julio y agosto de 1997. (competencia interespecífica, N = 5; competencia intraespecífica, N= 10).

Especie		Estadistic-F	Valor-P	
Competencia Intraespecífica				
<i>D. carollnus</i>		F _{4,37}	3.822	0.1070
<i>P. demon</i>		F _{4,45}	4.324	0.0048
<i>C. lugubrls</i>		F _{4,41}	3.925	0.0087
Competencia Interespecífica				
<i>D. carollnus</i> vs <i>P. demon</i>				
<i>D. carollnus</i>		F _{3,16}	5.787	0.0071
<i>P. demon</i>	Constante	F _{3,16}	6.053	0.0059
<i>D. carollnus</i>	Constante	F _{4,24}	2.492	0.0700
<i>P. demon</i>		F _{4,24}	1.340	0.2839
<i>D. carollnus</i> vs <i>C. lugubrls</i>				
<i>D. carollnus</i>		F _{3,20}	0.858	0.4788
<i>C. lugubrls</i>	Constante	F _{3,20}	1.740	0.1911
<i>D. carollnus</i>	Constante	F _{4,24}	1.544	0.2214
<i>C. lugubrls</i>		F _{4,24}	0.237	0.9145

primero. *Dichotomius carolinus* en densidades constantes enterró similares cantidades de estiércol, aunque en ambos casos de competencia se notó una leve disminución de estiércol enterrado con 16 parejas del competidor (tanto con *P. demon* como *C. lugubris*), lo cual puede indicar interferencia física entre esa especie y su competidor específico. Sin embargo, esto no tuvo efecto significativo (Figs. 14 y 15).

4 DISCUSIÓN

En El Salvador, se desconoce mucho sobre la biología y ecología de los escarabajos de estiércol y la función que estos desempeñan en los pastizales y bosques del país. Hasta la fecha los estudios sobre los escarabajos coprófagos son muy pocos en el país. Los escarabajos de Centroamérica están más adaptados para vivir en lugares boscosos (Halffter, 1961; Matthews, 1962; Howden y Cartwright, 1963; Howden y Young, 1981), por lo que se supone que con la deforestación hay una pérdida en la diversidad de estos. Sin embargo la población continúa con el afán de convertir áreas de bosque en sitios de pastoreo sin darse cuenta que con esta práctica disminuye la diversidad de escarabajos sin conocerse cual es el efecto que esto pueden tener sobre la productividad en los agroecosistemas.

En el presente estudio se identificó un número de 23 especies de escarabajos coprófagos, de las cuales 20 se localizan en bosque de la costa en Parque Walter Thilo Deininger, las únicas que no se identificaron en el Parque son *Onthophagus marginicollis*, y *Aphodius* sp. 1, las cuales aparecieron en dos pastos, uno de ellos localizado en Cantón El Rodeo, Jurisdicción de Jocoaitique (700 m.s.n.m.), y *Phanaeus demon* que sólo se encontró en la Estación Experimental "La Providencia". Estas tres especies probablemente han sido beneficiadas por las actividades humanas en crear pastizales, mientras la mayoría de especies sufren reducciones de territorios. Por su parte Horgan¹ (comunicación personal, 1998) reporta 28 especies para el Parque Deininger capturadas en trampas con cebos de estiércol de vaca, fruta, y carne; y 10 especies en la Estación "La Providencia". Además el mismo autor afirma que con estas especies el número reportado para el país es de 46 especies pertenecientes a 17

¹Horgan, F.G. (1998) (Comisión de Justicia, Paz y Ecología de la Familia Franciscana Unida y APSO Cooperación Técnica Irlandesa) Ecológo/ Entomólogo cooperador ad-honorem en la Escuela de Biología de la UES. Especies coprófagos reportados para El Salvador, comunicación personal.

géneros. En Colombia, Escobar & Medina (1996) confirman la existencia de 11 géneros con 19 especies en la Reserva Natural La Planada. Los mismos autores dicen que hasta el momento se registran 220 especies, agrupadas en 23 géneros en Colombia, lo cual corresponde al 33 % de los 70 géneros reportados para el Neotrópico.

De las 23 especies reportadas en este estudio, 18 pertenecen a los lugares de bosque (Perquín y Parque Deininger) siendo las especies más abundantes *Onthophagus* sp. (1881, individuos) de los cuales el 87.66% se encuentran en bosque; *O. championi* (839 individuos) donde el 100% se capturaron en bosque y *D. carolinus* (450 individuos) capturando el 85.55% en bosque. Escobar & Medina (1996) capturaron un número de 14 especies de escarabajos en hábitat con cobertura vegetal (bosque primario y secundario), y 16 especies en pastos, aunque la mayoría de las especies disminuyeron drásticamente en términos de abundancia. En Palenque (Chiapas, México), se comparó diferentes hábitats en una selva tropical húmeda estudiando la parte central de la selva y el borde de ésta, encontrando mayor número de especies de escarabajos estercoleros (26) en la parte central de la selva. Halfpter *et al.* (1986) identificaron 21 especies entre enero a diciembre en la Estación Biológica "Los Tuxtlas". Morón y Lobo (1993) realizaron una comparación de las comunidades coprófagas en las Reservas de la Biosfera Los Tuxtlas y La Michilia, registrando 45 especies para la Reserva Los Tuxtlas y 29 especies en La Michilia. Al observar los resultados obtenidos y compararlos con diferentes estudios se observa que en los lugares que poseen mucha vegetación la diversidad de escarabajos tiende a ser más alta. Al respecto Peck y Forsyth (1982), Doube (1991) y Cambefort, (1991), afirman que la densidad de la vegetación son factores que pueden influir en la riqueza y abundancia de las especies.

Para los lugares de pasto se capturaron un número de 11 especies, de las cuales solamente 4 fueron identificadas exclusivamente en pasto y las restantes se reportaron

también en los bosques, haciendo suponer que la diversidad de especies está estrechamente relacionada con la vegetación.

Escobar & Medina, (1996) capturaron solamente 4 especies de escarabajos estercoleros exclusivamente de campo abierto, siendo estas especies *Aphodius brasiliensis*, *Canthon aberrans*, *Eurysternus fuedas* y *Oxisternon conspicillatum*. Valencia (1997) observó que las especies *P. demon*, *C. lugubris* y *D. centralis* fueron influenciadas por el hábitat de la Estación Experimental "La Providencia", indicando en el mismo estudio que el factor iluminación influyó significativamente sobre la abundancia y distribución de las especies *P. demon* y *C. lugubris*, el primero propio de campo abierto y el segundo de áreas sombreadas por vegetación alta arbórea. Además, aunque no significativo, ella encontró más abundante a *D. centralis* en lugares de sombra. Valencia, (1997) identificó 9 especies de escarabajos coprófagos, en pastos abiertos de la Estación Experimental "La Providencia" de la Universidad de El Salvador. Horgan¹ (comunicación personal 1998) realizó estudios en los potreros salvadoreños comprobando la existencia de sólo nueve especies de escarabajos entre los que estaban *Aphodius* spp., *Canthon indigaceus*, *C. lugubris*, *D. carolinus*, *D. centralis*, *Onthophagus batesi*, *O. landolti*, *O. marginicollis* y *P. demon*, de las cuales a excepción de *Canthon indigaceus* todas fueron capturadas en el presente estudio. El mismo autor confirma la captura de una especie más, siendo *Neothyrews quadridentatus* (Howden, 1964) ocurrida en octubre del mismo año del presente estudio en los pastos de la Estación "La Providencia". Escobar y Medina (1996) capturaron solamente cuatro especies de escarabajos en campo abierto y encontraron que los géneros *Aphodius*, *Dichotomius* y *Onthophagus* son más abundante en los potreros.

Según Halffter *et al.*, (1992) existe poca diferencia entre el número de especies capturadas en un potrero de la Laguna Verde (18 especies) en comparación con la selva Los Tuxtlas (22 especies) y la selva de Chacal (26 especies) en México. En zonas de

potreros la compactación del suelo y disminución de su capacidad de drenaje por acción del ganado, así como los cambios climáticos (altas temperaturas y baja humedad) dificultan el establecimiento de los Scarabaeidae en zonas abiertas dedicadas al pastoreo (Escobar & Medina, 1996). Para Wilcox y Murphy (1985), las áreas deforestadas se constituyen una barrera para la dispersión de la mayoría de las especies coprófagas, lo cual puede originar cambios en el flujo genético y demográfico de las especies, incrementando la probabilidad de extinción.

Con el presente estudio se afirma que la altura en los diferentes hábitats influye en la diversidad de las comunidades, ya que, a mayor altura existió una reducción del número de especies, en Cerro Perquín sólo había 7 especies. Este patrón se ha observado también en estudios de otros grupos taxonómicos, incluyendo pájaros en Nueva Guinea y plantas vasculares en el Himalaya (Begon *et al.*, 1988). En El Salvador, se ha comprobado este mismo patrón, en estudios realizados por Cabrera *et al.* (1995), quienes compararon las comunidades de aves del bosque seco San Diego-Guija (50 m.s.n.m.) y Cerro El Pital (2775 m.s.n.m.), donde se comprobó que en el primer lugar de poca elevación el número de especies de pájaros es mucho mayor (32 especies) que las especies encontradas en el segundo sitio (7 especies). Cabrera *et al.* (1996), realizaron una comparación de cuatro sitios diferentes, dos de altura: Cerro El Pital (2775 m.s.n.m.) y Valle del Muerto (1000 m.s.n.m.) y dos lugares de poca elevación: Playa Bola de Monte (0 m.s.n.m.) y Laguna Olomega (50 m.s.n.m.), comprobando que en los sitios de menor altura es mayor el número de aves (20 especies en el primero y 19 especies para el segundo), que en los sitios de mayor elevación (8 especies en Cerro El Pital y 12 especies en Valle del Muerto).

Del presente estudio se reportan un número de 7 especies capturadas en Cerro Perquín hasta el mes de agosto. Por otra parte Horgan¹ (1998), reporta la existencia de una especie más del género *Eurysternum* capturada en el mes de septiembre del mismo año del presente estudio. Es sorprendente el hecho de que la especie *Coprophanæus*

telamon se capturó solamente en Cerro Perquín, ya que, Horgan¹ explica que esta especie es muy común en Parque Deininger y que es atraído por cebos de carne. La especie *Canthon cyanelis*, solamente se capturó en la Planta con un individuo en todo el estudio, sin embargo el mismo autor afirma que esta especie es muy abundante en Parque Walter Thilo Deninger y que es capturado con mucha frecuencia en trampas cebadas con carne, lo cual hace suponer que la escasez de dicho recurso en La planta pudo haber influido para que dicha especie utilizará estiércol de ganado como sustrato y por consiguiente fue debido a esto que se capturó durante el estudio. También, se observó que los individuos capturados de la especie *Phanaeus endymion* en Parque Deininger eran diferentes a los capturados en Cerro Perquín; dichas diferencias estaban marcadas en los colores de cada especie, ya que, los individuos del Parque Deininger son de color verde azul-negro y los de Perquín presentaron una coloración verde-rojizo, por lo cual se supone que son diferentes poblaciones y que estos dos grupos poseen alguna diferencia genética que les ha permitido extender su distribución de lugares de poca altura hasta sitios de elevaciones considerables.

Las especies *D. carolinus* y *Onthophagus* sp. son las más comunes en Cerro Perquín, dominando en relación al número de individuos capturados durante el tiempo en que se realizó el estudio. Las demás especies no fueron abundantes en ningún momento. Es interesante que las dos especies que dominaban la comunidad en Cerro Perquín, son especies con una distribución muy amplia, encontrándose los dos, desde los Estados Unidos hasta Colombia (Howden & Young, 1981; Howden y Cartwright, 1963).

En lo referente a las comparaciones realizadas entre pasto y bosque de planicie costera, con los sitios de altura, se comprobó la diferencia que existe entre las comunidades coprófagas de estos lugares. Por otra parte, la comparación de los sitios de altura correspondiente a pasto y bosque no resultó como lo previsto, a pesar de que los dos sitios están relativamente cerca existe una diferencia muy grande de altura entre

ambos (600 metros) y la vegetación de los dos sitios es muy diferente (Cerro Perquín; dominancia de “pinos“ y “ciprés” y alrededor de “La Planta” la comunidad vegetal es más diversa).

Las comunidades de escarabajos de La Planta son más características de lugares boscosos. Todas las especies menos *Onthophagus marginicollis* y *Aphodius* sp. # 4 se encuentran abundantes en Parque Deninger y muy raros o ausentes en la estación “La Providencia”. La comunidad coprófaga en “La Planta” probablemente está fuertemente influenciada tanto por la vegetación existente alrededor del área como por la alta nubosidad existente en el lugar.

En lo referente al tipo de estiércol, se comprobó que no existe preferencia de *D. carolinus*, para el uso de éste, ya que, el número de individuos capturados en trampas cebadas con estiércol de vaca no presentó diferencia marcada en comparación con la captura en estiércol de caballo. El análisis de varianza para la preferencia en los tipos de estiércol, demuestra que *D. carolinus* en los cuatro sitios no posee preferencia en la utilización del estiércol. Los escarabajos adultos pueden alimentarse con los excrementos de casi cualquier especie de vertebrados terrestres, encontrándolos en estiércol de caballo, asnos, vacas, cerdos, perros, elefantes, heces humanas entre otros (Morón, 1984). Horgan¹ (1998) ha encontrado a *D. carolinus* en carne. Valencia (1997) comprobó que los escarabajos coprófagos llegan al estiércol de caballo y vaca durante las primeros dos días para colonizarlo. Además, observó que las especies *P. demon* y *C. lugubris* presentaron preferencia por el estiércol de vaca y *D. centralis* por el estiércol de caballo.

En cuanto a la diversidad de especies se obtuvo el mayor valor con el Índice Shannon Weiner, para el Parque Deininger, y ciertamente fue el lugar con mayor número de especies capturadas (15 en cebos de estiércol de vaca y 14 en cebos de estiércol de caballo); utilizando el mismo índice de Shannon Weiner el Cerro Perquín es el sitio menos diverso, lo cual se confirma debido a la presencia del menor número

de especies capturadas (6 especies en ambos tipos de estiércol) en comparación con los otros sitios. Los Índice 0 y 1 de Hill y el Índice de Simpson confirman lo obtenido con el Índice de Shannon Weiner (H'), ya que, demuestran que el sitio más diverso es Parque Deininger y que Perquín tenía menos diversidad.

Los resultados obtenidos con el Índice 2 de Diversidad de Hill (Hill 2) demuestran que los lugares con mayor diversidad de escarabajos son los sitios de campo abierto (pastos), siendo esto lo opuesto a lo obtenido con el índice de Shannon-Weiner con resultados que no son concordantes debido a que en estos lugares es donde se capturó el menor número de especies. Dichos resultados no son muy interesantes, ya que, el Índice 2 de Hill es recomendado para ser utilizado en lugares donde existe dominancia de una especie sobre toda la comunidad, ocurriendo lo contrario en los cuatro sitios de muestreo, ya que, se observó que siempre existe dominancia de un grupo de tres a cuatro especies sobre las demás, comprobándose lo anterior con el Índice de Igualdad de Pielou (J'), donde la mayoría de las comunidades presentaron el índice arriba de 0.5, sólo las comunidades del Parque Deininger y Cerro Perquín en estiércol de vaca representaron comunidades igualitarias.

Las especies *Onthophagus* sp. y *D. carolinus*, son muy abundantes en lugares altos (Perquín y Jocoaitique) donde las comunidades de escarabajos son menos diversas, lo cual puede sugerir que ambas especies se encuentran libres de competidores fuertes en estos sitios y es por ello que son más abundantes. *Dichotomius carolinus* presentó un patrón de actividad claramente bimodal en la que se observó un tiempo de mayor abundancia en el mes de junio y un punto en que la población disminuye mucho en el mes de julio y aumentando de nuevo a finales de julio y principios de agosto. La menor abundancia observada de *D. carolinus* en los sitios de baja altura (Deininger y "La Providencia") pudo haber sido originada, debido a la existencia de un número mayor de competidores que ejercen mayor presión en la utilización del estiércol.

Dentro de los posibles competidores más cercanos a *D. carolinus*, encontramos a *C. telamon* por su tamaño corporal; así como a *D. centralis*, *P. demon*, *P. endymion*, *Phanaeus* sp., *C. lugubris*, *D. yucatanus*, y *P. eximius*, los cuales poseen menor tamaño que *D. carolinus*, pero todavía son considerablemente grandes y presentan la misma conducta que éste; todas son paracópridos o sea escavan túneles abajo de las boñigas donde almacenan el estiércol. Las especies del género *Onthophagus* no se consideran competidores de *D. carolinus* debido a que son más pequeños aunque también sean paracópridos. La especie *C. lugubris* es considerada un competidor de *D. carolinus* debido a que se encuentra presente en todos los sitios de estudio por lo cual comparten su hábitat.

La cantidad de estiércol enterrada por *D. carolinus* en el laboratorio fue de 600g por pareja en 4 días de experimentación. Valencia (1997) comprobó que *D. centralis* enterró 59g por pareja en 14 días; *P. demon* enterró 179.89g durante 14 días y *C. lugubris* la cantidad de 167.2g en igual tiempo que los anteriores, lo cual es muy importante dentro de la dinámica natural de los ecosistemas.

En las tres especies estudiadas se observó competencia intraespecífica a partir de la combinación de 4 parejas. En evaluaciones de competencia interespecífica se comprobó que las especies *P. demon* y *C. lugubris* ejercieron una mínima competencia a *D. carolinus* en el enterramiento de estiércol, para todas las combinaciones estudiadas, mostrando dichos resultados que *D. carolinus colonicus* es la especie más fuerte y que se encuentra libre de competidores, afirmando entonces que la elevada abundancia de *D. carolinus* en lugares muy altos no se debe a la liberación de competidores sino a otros factores desconocidos. Los resultados pueden sugerir que las dos especies restantes son más abundantes en pastos debido a la poca presencia de *D. carolinus*. De lo anterior, se puede plantear una nueva interrogante, si no es la competencia interespecífica la que influye en la abundancia de *D. carolinus*, entonces ¿qué es?. Las posibles respuestas pueden ser muchas, de las cuales la extensión del

bosque puede ser una, ya que un bosque más extenso (Perquín) sostiene una población más alta, también podemos tomar en cuenta la poca abundancia de sustrato (estiércol) en el lugar, con los mismos cebos atrayendo más escarabajos por no tener interferencia con otras boñigas, o que las especies están más adaptadas a vivir en lugares más altos, lo que les ha permitido una más amplia distribución desde Estados Unidos hasta Colombia al igual que *Onthophagus* sp. (posiblemente *O. batesi*) que se encuentra en casi todos los hábitat.

Debido a la presencia de las especies en alturas medianas (700 m.s.n.m.) y altas (1300 m.s.n.m.) deben de realizarse las comparaciones de esta especie entre estas alturas. La reducción del número de individuos en "La Planta" (Jocoaitique), indica que la deforestación en lugares altos puede influir sobre la abundancia de está especie.

La leve reducción de abundancia de *D. carolinus* que se notó en campo abierto en la costa, no se debe a la competencia con *P. demon* y *C. lugubris*. Sin embargo, por alguna razón los factores de clima o condiciones del hábitat en pastizales influyen en la abundancia de *D. carolinus*, la cual parece estar mejor adaptado a lugares de sombra. Por otra parte, la alta abundancia de *P. demon* y *C. lugubris* en pastizales de la zona costera puede ser provocada por la liberación de competidores que ellas poseen en éstos lugares pero requiere más estudios con otras especies para comprobar esta hipótesis. Por lo tanto, las actividades humanas han cambiado las comunidades y abundancia relativa de especies coprófagas de muchos lugares del país, aumentando la abundancia de especies antropogénicas como: *C. lugubris*, *P. demon*, *O. marginicollis* y *Aphodius* sp. 1 y causando el retiro de especies propias de sombra hacia lugares menos perturbados y más retirados.

5 CONCLUSIONES

- 1- Las comunidades de escarabajos coprófagos en bosques de la costa son más diversas que los de pastizales y de bosques de pino.
- 2- Hay una reducción en diversidad con altitud y grado de perturbación antropogénica.
- 3- *Dichotomius carolinus colonicus* está presente en los cuatro hábitat, pero tiende a ser más abundante en lugares boscosos de mucha altitud.
- 4- *Dichotomius carolinus* está más activo en junio y después de una disminución en actividad se vuelve activo en agosto otra vez. Entierra grandes cantidades de estiércol (600 g) en túneles.
- 5- La abundancia de *D. carolinus*, en Cerro Perquín no está determinada por la liberación de competidores.
- 6- La competencia intraespecífica en las tres especies en el laboratorio se presentó siempre en la densidad de cuatro parejas por boñiga. Las especies *P. demon* y *C. lugubris* no ejercieron competencia alguna sobre *D. carolinus* en los experimentos de competencia interespecífica.

6 RECOMENDACIONES

- 1- Se recomienda que se realicen estudios sobre otras posibles causas que puedan influir en la abundancia de la especie en estudio en particular investigando la hipótesis que el tamaño de los parches de vegetación influye directamente sobre abundancia, ya que tales estudios puede indicar el valor de *D. carolinus* como indicador biológico.
- 2- Al realizar nuevos estudios es importante que se tome en cuenta de forma muy particular el factor vegetación, ya que, en el presente estudio se ha demostrado que la especie *D. carolinus* es más abundante en los sitios de vegetación rica en especies en comparación con lugares de pasto abierto.
- 3- Al realizar comparaciones entre comunidades es recomendable que se tome en cuenta la altura y tipo de vegetación de las zonas, con la finalidad de obtener resultados más objetivos.

7 LITERATURA CITADA

ADAMES, A.J. 1997. El Desarrollo Sostetenible. Masica, Vol. 18: 16-17.

AUSTIN, G.T., HADDAD, N.M., MÉNDEZ, C., SISK, T.D, MURPHY, D.D.,
LAUNER, A.E. & P. EHRLICH. 1995. Annotated checklist of the
butterflies of the tikal national Park Area of Guatemala, Tropical
Lepidoptera, 7(1): 21 - 37.

BEGON, M., HARPER, J.L. & C.R. TOWNSEND. (1986) Ecology, Individuals,
Populations and Comunities, Blackwell scientific Publications, Oxford, pp
876.

BOYLE, T.P. 1989. El uso de inventarios de recursos para la evaluación de amenazas
a ecosistemas y la protección del ambiente. Actas del Primer Congreso
Latino Americano de Ecología, CIPFE Centro de Investigación y Promoción
Franciscano y Ecológico, Uruguay: 231 - 232.

CABRERA, G.I., RIOS, R.M.C., MORAN, R.F., MUÑOS, P.F., MARTINEZ,
W.A., GUZMAN, I.A.M., PERES, P.R., ZELAYA, E.R. & T.E.R.
MENENDEZ. 1995. Áreas Naturales y Conservación Biológica: tres casos
de Estudio en EL Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de
Ciencias Naturales Matemática, Escuela de Biología. 54 pp.

- CABRERA, G.I, RIOS, R.M.C., MORAN, R.F., & A.C. INGLES. 1996. Propuesta de Categorización Para Cuatro Areas Naturales de El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Escuela de Biología. 39 pp.
- CAMBEFORT, Y. 1991. Biogeography and Evolution, en (I. HANSKI & Y. CAMBEFORT (Eds.) Dung beetle) Princeton University Press, New Jersey, :51-68.
- 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 Universida de El Salvador. Tesis para optar a Ingeniero Agrónomo: 32-59.
- CURTIS, H. & N.S. BARNES. 1993. Biología. Editorial Médica Panamericana S.A., Madrid, 5a. Edición, pp. 1199.
- DALLMEIER, F. 1989. Biological Diversity Program, En Actas del Primer Congreso Latino Americano de Ecología. Actas del Primer Congreso Latino Americano de Ecología, CIPFE Centro de Investigación y Promoción Franciscano y Ecológico, Uruguay: 325.
- DI CASTRI, F., ROBERTSON VERNHES, J. & T. YOUNES. 1992. Inventorying and Monitoring Biodiversity a Proposal for an Intertional Network. Biology International News, Vol. 27: 1 - 28.

- DOUBE, B.M. 1991. Dung Beetles of Southern África, en (I. HANSKI & Y. CAMBEFORT (Eds.) Dung beetle) Princeton University Press, New Jersey, pp. 133-155.
- EHRlich, P., DAILY, G., SISK, T., SPARROW, H. & K. HOLL. 1995. Proyecto La Amistad. Costa Rica. ECOTONO Boletín del Programa de Investigación Tropical del Centro para la Biología de la Conservación, Universidad de Stanford, Primavera: 4-5.
- ESCOBAR, S.F. & C.A. MEDINA. 1996. Coleopteros Coprófagos (Scarabaeidae) de Colombia: Estado Actual de su Conocimiento (en ANDRADE C.M.G., GERMAN A.G. & FERNANDO F (eds) Estudios Escogidos de Colombia) Editora Guadalupe LTDA., Santa Fe de Bogota, D.C.: 93-110.
- GALLARDO-DELGADO, M.L., M.H., BADI & H. QUIROZ MARTINEZ. 1994. Diversidad Ecológica de las comunidades acuáticas cohabitando con *Anophele pseudopunctipennis*, (Diptera: Culidae) en el arroyo La Ciudadela, en el Municipio de Benito Juárez, Nuevo Leon México, Southwestern Entomologist. Vol. 19: 77-81.
- GARREC, J.P. & F. RADNAI. 1996. Economical Study and Mapping of Air Pollution by Plant Bioindicator, Proceedings of the 2nd International Conference on Air Pollution, Panama 1996: 232 - 239.
- GILLER, P.S. & B. M. DOUBE. 1989. Experimental Analysis of Inter. and Intraspecific competition. Journal of Animal Ecology, Vol. 5: 129-142.

- GREENBERG, R., BICHER, P.P., CRUZ ANGON, A. & R. REITSMA. 1997. Bird Populations in Shade and Sun Coffee Plantations in Central Guatemala. *Conservation Biology* 11(2): 448-455.
- HALFFTER, G. 1961. Monografías de las Especies Norteamericanas del género *Canthon* Hoffsg. (Coleopt. Scarab.) *Ciencia, Revista Hispano Americana de Ciencias Puras y Aplicadas*, Vol XX. No. 9: 225-320.
- HALFFTER, G., FAVILA, E. & V.M.A., HALFFTER. 1992. A comparative study of the structure of a scarab guild in a Mexican tropical rainforest and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana*. NO. 84: 151 - 156.
- HOWDEN, H.F. & O.P. YOUNG. 1981. Panamanian Scarabaeinae, Taxonomy, Distribution, and Habits. (Coleoptera, Scarabaeidae). *Contributions of the America Entomological Institute*, Vol. 18, No 1: 124 -125.
- HOWDEN, H.F. & O.L. CARTWRIGHT. 1963. Scarab Beetles of the genus *Onthophagus* Latrielle North of México (Coleoptera: Scarabaeidae). *Proceedings of the United States Museum*, Vol. 114, No. 3467.
- KREBS, C.J. 1990. *Ecología*. Ediciones Piramide, S.A., Madrid Espana. pp 782.
- KREMEN, C., MERELENDER, A., & D.D. MURPHY. 1994. El Monitoreo Ecológico: Requisito Fundamental para los Programas Integrados de Conservación y Desarrollo en el Trópico. *Conservation Biology* Vol. 8: 388-397.

- La BASTILLE, A. 1991. Mamapoc: An Ecologist's Account of the Extinction of a Species. Norton, Nueva York. pp 313.
- LAGOS, J.A. 1987. Compendio de Botánica Sistemática. Dirección de Publicaciones e Impreso del Ministerio de Cultura y Comunicaciones. San Salvador, El Salvador, C.A.
- LOPEZ, F. J. 1989. Manual de Ecología. Editorial Trillas, S.A. de C.V.. México, D.F.. pp 226.
- LUDWIG, J.A. & J.F. REYNOLDS. 1988. Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing, John Wiley & Sons, Nueva York.
- MacARTHUR, R.H. 1972. Geographical Ecology. Harper Row, Nueva York. pp 300.
- MARGALEFF, R. 1995. Ecología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. pp 951.
- MARGALEFF, R. 1981. Ecología. Editorial Planeta, S.A. Barcelona, España, pp 252.
- MATTHEWS, E.F. 1962. A Revision of the Genus *Copris* Muller of the Western Hemisphere (Coleóptera: Scarabaeidae). Entomologica Americana. Vol. XLI. Costa Rica.: 49-53.

- McILROY, R.J. 1980. Introducción al Cultivo de los Pastos Tropicales. Editorial Limusa 2a. edición, pp 169.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1986. Almanaque Salvadoreño, El Salvador: pp. 61.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS. 1986. Diccionario Geográfico de El Salvador. Tomo I. & II Instituto Geográfico Nacional Pablo Arnoldo Guzmán. Ministerio de Obras Publica, San Salvador, El Salvador, C.A.
- MOLINA, O.A. & J.A. VARGAS. 1994. Anellidos Poliquetos en el Manglar del Estero de Jaltepeque, El Salvador; Una Comparación 1959/1991. Flora y Fauna, Universidad de El Salvador, El Salvador, Vol. 9: 23-36.
- MORON, M.A. & J.M. LOBO. 1993. La Modificación de las Comunidades Coleópteros Melonthidae y Scarabaeidae en dos Areas Protegidas Mexicanas Tras dos Decadas de Estudio Faunístico. Gazzette Internacional de Entomología, Vol. 6:391-406.
- MORON 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.
- NAVARETTE, N.E. 1994. Salvemos Nuestro Ambiente Y ...A Nosotros Mismos, Boletín El Salvador, No. 23: 11 - 17.

- PECK, S.B. & A. FORSYTH. 1982. Composition, Structure on Competitive Behavior in a Guild of Ecuadorian Rain Forest Dung Beetles (Coleoptera, Scarabaeidae). *Canadian Journal of Zoology* Vol. 60:1624-1634.
- PERFECTO, I., VANDERMEER, J.P., & V. CARTIN. 1995. Arthropod Biodiversity Loss and the Transformation of a Tropical Agro-ecosistem. Manuscrito no publicado.
- ROLH, D.S., PERFECTO, I., & V. RATHCKE. 1994. The Effects of Management Systems on Ground-Foraging and Diversity in Costa Rica. *Ecological Applications*, 4 (3): 423-436.
- SALGUERO DE FUENTES, B.N., & V.M. ROSALES. 1978. Cerro Verde: Análisis Preliminar de la Vegetación Arbórea en Zonas de Disturbios. *Comunicaciones, El Salvador*, Vol. II, No. 1: 48-53.
- SALICK, J., MEJIA, A. & T. ANDERSON. 1995. Non-timber Forest Products Integrated with Natural Forest Management, Rio San Juan, Nicaragua. *Ecological Applications* 4 (4): 878-895.
- 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*, Vol. 71: 137-138.

- VALENCIA, D.A.V. 1997. Importancia de Tres Escarabajos Coprofagos (Coleóptera, Scarabaeidae) en el Enterramiento de Estiércol de Ganado en Pastizales de la Costa de El Salvador. Tesis para optar a Licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, 46 pp.
- VASQUEZ, E., SANCHES, L ., PERES, L .E. & L. BLANCO. 1990. Estudios Hidrobiológicos y Pisciculturales en Algunos Cuerpos de Agua (Rios, Lagunas y Embalses) de la Cuenca Baja del Orinoco. (en WEIBEZAHN, F. H., ALVAREZ, H. & W.M. LEWIS, El Rio Orinoco Como Ecosistema). Impresos Rube CA. Caracas, Venezuela.
- WILCOX, B.A. & D.D. MURPHY. 1985. Conservation Strategy: the Effects of Fragmentation, American Naturalist Vol. 125: 879-887.
- WITSBERGER, D., DEAN C. & A. EDGAR. 1982. Árboles del Parque Deininger. Dirección de Publicaciones, Ministerio de Educacion, San Salvador, El Salvador, C.A. 342 pp

ANEXOS

ANEXO2

Formas de calcular los diferentes tipos de Indices de diversidad e igualdad para el estudio

INDICES

LA PROVIDENCIA SP.	CABALLO Ni	(Ni/N)	Ln(Ni/N)	(Ni/N)Ln(Ni/N)	(Ni/N) ²
1	6	0.018	-3.995	-0.074	0.000338741
2	5	0.015	-4.177	-0.064	0.000235237
3	2	0.006	-5.094	-0.031	3.76378E-05
4	87	0.267	-1.321	-0.353	0.071220219
5	6	0.018	-3.995	-0.074	0.000338741
6	8	0.025	-3.707	-0.091	0.000602206
7	71	0.218	-1.524	-0.332	0.047433099
8	141	0.433	-0.838	-0.363	0.187069517
	326			-1.380	0.307275396

INDICES

LA PROVIDENCIA SP.	VACA Ni	(Ni/N)	Ln(Ni/N)	(Ni/N)Ln(Ni/N)	(Ni/N) ²
1	7	0.014	-4.273	-0.060	0.000194441
2	1	0.002	-6.219	-0.012	3.96819E-06
3	162	0.323	-1.131	-0.365	0.104141204
4	11	0.022	-3.821	-0.084	0.000480151
5	4	0.008	-4.832	-0.039	6.34911E-05
6	77	0.153	-1.875	-0.288	0.023527404
7	240	0.478	-0.738	-0.353	0.228567801
	502			-1.200	0.356978461

INDICES

PLANTA SP.	VACA Ni	(Ni/N)	Ln(Ni/N)	(Ni/N)Ln(Ni/N)	(Ni/N) ²
1	14	0.070	-2.654	-0.187	0.00494937
2	4	0.020	-3.907	-0.079	0.00040403
3	63	0.317	-1.150	-0.364	0.100224742
4	88	0.442	-0.816	-0.361	0.195550617
5	1	0.005	-5.293	-0.027	2.52519E-05
6	28	0.141	-1.961	-0.276	0.01979748
7	1	0.005	-5.293	-0.027	2.52519E-05
	199			-1.319	0.320976743

INDICES

PLANTA SP.	CABALLO Ni	(Ni/N)	Ln(Ni/N)	(Ni/N)Ln(Ni/N)	(Ni/N) ²
1	16	0.075	-2.584	-0.195	0.005695977
2	4	0.019	-3.970	-0.075	0.000355999
3	29	0.137	-1.989	-0.272	0.018712175
4	90	0.425	-0.857	-0.364	0.180224279
5	72	0.340	-1.080	-0.367	0.115343539
6	1	0.005	-5.357	-0.025	2.22499E-05
	212			-1.298	0.320354219