

**COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) EN  
PARCELAS DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) EN EL SUR DEL  
CESAR**

**JORGE ELIECER OLARTE PRADA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Biólogo**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE BIOLOGÍA  
BUCARAMANGA**

**2008**

**COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) EN  
PARCELAS DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) EN EL SUR DEL  
CESAR**

**JORGE ELIECER OLARTE PRADA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Biólogo**

**Director**

**Alfonso Villalobos Moreno**

**Profesor Cátedra Asociado Escuela de Biología**

**M.Sc. Entomología (C.)**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE BIOLOGÍA  
BUCARAMANGA**

**2008**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Industria Agraria La Palma INDUPALMA por la financiación total de este trabajo, a los profesores de la Escuela de Biología que me guiaron en el proceso de formación profesional, a Sandra Amezcuita por sus sugerencias al escrito y a todas la personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

En Indupalma.

- Al Doctor Rubén Darío Lizarralde, Gerente General.
- Al cuerpo directivo de Indupalma, quienes siempre estuvieron atentos y colaboradores ante cualquier inquietud o problema.
- En el Departamento Agronómico y de Investigación, a las secretarias, supervisores y obreros agrícolas.
- A los que me brindaron su amistad, cariño y colaboración durante la estadía en las instalaciones de San Alberto.

En la Universidad Industrial de Santander.

- Al profesor Alfonso Villalobos Moreno, por la dirección del proyecto, corrección del manuscrito y sobre todo por sus valiosos aportes a lo largo de toda mi carrera.
- Al licenciado en Biología Jorge Villamizar Cobos, por su constante y sincera ayuda, además de su permanente respaldo anímico.
- A mis grandes amigos Juan Carlos Agudelo, Jorge Monsalve, Claudia Quijano, y en especial a Jhon Jairo Díaz Olarte por su colaboración en el análisis estadístico y a Laura Rosado por sus aportes a este manuscrito.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO TEÓRICO	2
2. ÁREA DE ESTUDIO	7
3. METODOLOGÍA	10
3.1 MUESTREO	10
3.1.1 Estaciones climáticas	10
3.1.2 Ubicación de transectos	10
3.1.2.1 Zona de borde	10
3.1.2.2 Zona de cultivo	11
3.1.3 Edad de siembra	11
3.1.3.1 Cultivo joven	11
3.1.3.2 Cultivo maduro	11
3.1.3.3 Cultivo adulto	12
3.1.4 Captura de especímenes	13
3.1.4.1 Diseño de las trampas	13
3.1.4.2 Toma de muestras	13
3.1.4.3 Preservación y montaje en el laboratorio	14
3.1.5 Identificación de muestras	14
3.2 ANÁLISIS DE DATOS	15
3.2.1 Riqueza y abundancia	15
3.2.2 Curva de acumulación de especies	15
3.2.3 Índice de Shannon & Wiener ( $H'$ )	15
3.2.4 Índice de Simpson ( $\lambda'$ )	16
3.2.5 Análisis de similaridad de <i>Jaccard</i>	16

	<b>pág.</b>
3.2.6 Análisis estadísticos	16
3.2.7 Estructura de gremios	17
4. RESULTADOS	18
4.1 RIQUEZA Y ABUNDANCIA	18
4.2 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES	21
4.3 ÍNDICES DE SHANNON & WIENER (H') Y DE SIMPSON ( $\lambda'$ )	23
4.4 ANÁLISIS DE SIMILARIDAD DE <i>JACCARD</i>	24
4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	25
4.6 ESTRUCTURA DE GREMIOS	26
4.6.1 Cavadores	26
4.6.2 Rodadores	26
4.6.3 Endocópidos	30
5. DISCUSIÓN	31
5.1 ESTACIONES CLIMÁTICAS	34
5.2 UBICACIÓN DE TRANSECTOS	35
5.3 EDADES DE CULTIVO	36
6. CONCLUSIONES	37
7. RECOMENDACIONES	38
BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXOS	44

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág</b>
Tabla 1. Datos climáticos épocas de muestreo	10
Tabla 2. Ubicación geográfica de los transectos	11
Tabla 3. Especies con mayores valores de abundancia relativa	21
Tabla 4. Índices de diversidad alfa	23
Tabla 5. Análisis de Varianza por estaciones climáticas	25
Tabla 6. Análisis de Varianza por ubicación de transectos (Zonas)	25
Tabla 7. Prueba de Tukey por edades de siembra	25
Tabla 8. Número de especies de escarabajos coprófagos registradas en diferentes ambientes en la región tropical	32
Tabla 9. Horas trampa y número de capturas de escarabajos coprófagos registradas en diferentes ambientes en la región tropical	33

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág</b>
Figura 1. Ubicación geográfica plantación de Indupalma	8
Figura 2. Diseño del cultivo	9
Figura 3. Cultivo joven de seis años	12
Figura 4. Cultivo maduro de once años	12
Figura 5. Cultivo adulto de treinta y dos años	13
Figura 6. Trampa de caída	14

## LISTA DE GRÁFICOS

	<b>pág</b>
Gráfico 1. Precipitación en Indupalma	9
Gráfico 2. Riqueza de especies (S)	19
Gráfico 3. Valores de abundancia	20
Gráfico 4. Curva de acumulación de especies para la totalidad del muestreo	22
Gráfico 5. Curva de acumulación de especies, estación lluviosa	22
Gráfico 6. Curva de acumulación de especies, estación seca	23
Gráfico 7. Dendrograma de similaridad por parcelas	24
Gráfico 8. Estructura del gremio de Cavadores	27
Gráfico 9. Estructura del gremio de Rodadores	28
Gráfico 10. Estructura del gremio de Endocópridos	29

## TABLA DE ANEXOS

	<b>pág</b>
Anexo A. Matriz de datos generales de escarabajos coprófagos	44
Anexo B. Histórico de lluvias de la plantación de Indupalma	45

## RESUMEN:

### COLEÓPTEROS COPRÓFAGOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) EN PARCELAS DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) EN EL SUR DEL CESAR\*

Jorge Eliecer Olarte Prada\*\*

**Palabras claves:** Cultivos, estaciones, gremios, riqueza, abundancia, bosque.

Buscando determinar la composición de escarabajos coprófagos en un sistema de palma aceitera, se muestrearon cultivos de diferentes edades de desarrollo: adulto (sembrado en 1975), maduro (sembrado en 1996) y joven (sembrado en 2001), para cada uno se seleccionaron dos parcelas, la primera en la zona de cultivo donde el transecto se colocó en medio de la parcela, la segunda en la zona de borde con bosque secundario donde el transecto se ubicó en el borde entre el cultivo y el parche de bosque. Cada transecto constaba de cinco trampas de caída cebadas con estiércol humano, el trabajo de campo se desarrollo en el mes de septiembre del 2006 (estación lluviosa) y febrero de 2007 (estación seca). El área de estudio está ubicada en la plantación de Indupalma (San Alberto, Cesar), presenta una altitud de 82msnm, la precipitación en septiembre fue de 246mm y en febrero de 50mm, se registraron temperaturas máximas en septiembre de 32,6°C, y en febrero de 35,3°C. Se capturaron 11.274 escarabajos de las subfamilias Aphodiinae y Scarabaeinae, agrupados en 25 especies, agremiadas así 14 cavadores, 7 rodadores y 4 endocópridos. En la estación seca el gremio de rodadores disminuye su abundancia. *Onthophagus marginicollis* 77% y *Phanaeus hermes* 10% presentaron los valores más altos de abundancia relativa. Los análisis de varianza muestran que no hay diferencias significativas entre estaciones, ambientes muestreados, ni entre edades de desarrollo, excepto entre el cultivo joven y maduro. Se encontró que el agroecosistema de palma aceitera se ubica en una posición intermedia entre ambientes muy perturbados y ambientes menos perturbados, además el grupo de escarabajos coprófagos está ampliamente distribuido en el cultivo de palma aceitera, donde se destaca la zona de borde con bosque como reservorio para especies poco comunes.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Director Alfonso Villalobos Moreno.

## ABSTRACT

### DUNG BEETLES (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) IN A SYSTEM OF OIL PALM (*Elaeis guineensis* Jacq.) IN THE SOUTH OF CESAR\*

Jorge Eliecer Olarte Prada\*\*

Keywords: Crops, stations, guilds, wealth, abundance, forest.

Seeking to determine the composition of dung beetles in a system of oil palm, crops were sampled from different ages of development: adult (planted in 1975), mature (planted in 1996) and young (planted in 2001), for each were selected two parcels, the first in the growing area where the transect was placed in the middle of the plot, the second in the area edge with secondary forest where the transect was located on the edge between growing and the patch of woods. Each transect consisted of five pitfall traps with human excrement, the fieldwork was developed in September of 2006 (rainy season) and February of 2007 (dry season). The study area is located in the Indupalma plantation (San Alberto, Cesar), presents an altitude of 82msnm, precipitation in September was 246mm and 50mm in February, maximum temperatures were recorded at 32.6°C in September, and in February 35.3°C. It captured 11,274 beetles from the subfamilies Aphodiinae and Scarabaeinae, grouped into 25 species, in functional guilds 14 tunnelers, 7 rollers and 4 dwellers. In the dry season the rollers guild diminished in abundance. *Onthophagus marginicollis* 77% and 10% *Phanaeus hermes* showed the highest values of relative abundance. Analysis of variance showed that there was no significant difference between stations, sampled environments, as well as between ages of development, except among the young and mature crop. We found that oil palm agroecosystem is located in an intermediate position between environments very disturbed and least disturbed, in addition to the group of dung beetles this widely distributed in the cultivation of oil palm which stresses edge of the area with forest as a reservoir for rare species.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Director Alfonso Villalobos Moreno.

## INTRODUCCIÓN

Es desconocido el impacto ambiental que surge por la expansión de la frontera palmera, aunque resulte obvio deducir que los efectos de sustituir los ecosistemas naturales por cualquier especie cultivada sea la disminución de la riqueza animal y vegetal, no existen estudios que evalúen la biodiversidad existente antes, durante y después de la implantación del cultivo, adicionalmente las investigaciones sobre grupos animales que no estén implicados en el manejo integrado de plagas en cultivos de palma aceitera son escasos.

El conocimiento de la diversidad que puede albergar el cultivo de palma aceitera, se limita a investigaciones sobre organismos de interés para el manejo agronómico del cultivo, como plagas, parasitoides, depredadores, polinizadores, etc, (Ariffin y Mohn 2001; Calvache 2001; Genty 1984; Mosquera *et al.* 2006; Padilla *et al.* 1995), por lo tanto se desconoce la biodiversidad y el estado de conservación de la fauna presente en el cultivo de palma aceitera.

El objetivo del presente estudio es aportar al conocimiento de la biodiversidad en el cultivo de palma, para esto se buscó conocer la composición del grupo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae) en diferentes parcelas cultivadas con palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), buscando identificar las especies presentes y determinar los cambios de la riqueza, abundancia y composición de grupos funcionales entre: estación seca y estación lluviosa; borde con parche de bosque secundario y la zona de cultivo; edad de siembra sea cultivo joven, cultivo maduro y cultivo adulto.

## 1. MARCO TEÓRICO

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) es originaria de las selvas de Guinea Ecuatorial en el oeste de África, crece generalmente en zonas tropicales hasta 15° de latitud norte y sur. Los primeros cultivos comerciales se establecieron en África occidental y posteriormente se extendieron por el Sudeste Asiático, Centro America y Sur América (Rodríguez y Van-Hoof 2003).

La palma aceitera es un cultivo perenne de tardío rendimiento, generalmente entra en producción después del tercer año de siembra, manteniendo productividad por más de 30 años. El cultivo de palma posee enormes áreas a nivel mundial, en algunos casos con plantaciones que exceden las 20.000 hectáreas, por unidad de área es el aceite vegetal de más alto rendimiento por hectárea, es usado en manufactura de productos alimenticios (aceites, margarinas, etc), cosméticos y también tiene usos industriales (Rodríguez y Van-Hoof 2003).

Para el 2005 el aceite de palma poseía el 24% de la producción de aceite de mesa y grasas; la producción aceitera fue de 162 millones de toneladas. Asia domina el comercio global con una producción del 89% del aceite en el mundo; los mayores productores son Malasia, Indonesia y Tailandia los cuales para el año 2005 poseían 8,7 millones de hectáreas sembradas, solamente en Malasia las plantaciones de palma aceitera comprenden el 56 del área agrícola nacional (FAO 2007).

En Colombia la United Fruit Company en 1945 realizó las primeras siembras en el departamento del Magdalena, pero desde finales de la década de los noventa se ha dado un amplio desarrollo y crecimiento; en el año de 1998 se tenían sembradas 145.027 hectáreas, en el año 2006 se llegó a las 301.000 hectáreas, y para el año 2020 se espera tener 700.000 hectáreas (Fedepalma 2008). Para el año 2006 la producción fue de 3´439.572 toneladas, siendo Colombia el principal productor de este aceite en América y el cuarto a nivel mundial (FAO 2007), adicionalmente el aceite rojo de palma es uno de los renglones más importantes en las exportaciones nacionales, en el año 2006 se despacharon 230.170 toneladas por un valor cercano a los 110 millones de dólares (Ministerio de Agricultura, 2007)

Extensos sistemas agrícolas en zonas tropicales han originado pérdidas de biodiversidad, principalmente por la tala de bosques; además los monocultivos son muy inestables requiriendo una constante intervención humana en su mantenimiento y para mejorar su producción (Altieri 1999). Para el establecimiento de los cultivos de palma aceitera se requieren grandes extensiones de tierra, por lo cual se considera negativo para la biodiversidad global debido a la pérdida de bosques y otros sistemas agrícolas (particularmente en Malasia, Indonesia y Ecuador) (Dodson y Gentry 1991), la deforestación que precede el establecimiento del cultivo es quizás lo que cause el mayor problema medio ambiental, llamando la atención sobre los efectos y la fragilidad ocasionada en los sistemas naturales (Henson 1995).

En Colombia la guía ambiental para el sector palmero (Mazorra 2002), recomienda que la expansión de la frontera palmera impulse y refuerce el buen uso de los recursos y áreas naturales, basado en el enfoque de la estructura ecológica que se entiende como “la cantidad de tierra que se deja como hábitat

para la flora y la fauna, incluyendo elementos lineales (cercas vivas, corredores biológicos) y no lineales (Islas de vegetación) en el paisaje” (Rodríguez y Van-Hoof 2003) con el fin de progresar hacia la construcción de agroecosistemas sostenibles.

En Colombia las tierras que han sido utilizadas para la siembra de palma aceitera son en su mayoría aquellas que fueron dedicadas a la ganadería o a otros sistemas agrícolas (banano, arroz) (82,4%), los ecosistemas naturales corresponden a un área menor (17,4%), lo cual hace que el panorama de la agroindustria palmicultora colombiana sea aparentemente mejor que en el resto del mundo (Rodríguez y Van-Hoof 2003).

Se encuentran algunas publicaciones que comparan la biodiversidad de plantaciones de palma respecto a otros usos de la tierra; como la fauna de vertebrados (serpientes y aves) e invertebrados (escarabajos y hormigas) en diferentes áreas de uso agrícola (Donald 2004). Sánchez (2000) estudió la fauna dentro de una parcela de palma en México, identificando 26 especies de vertebrados. Jacquemard (2006) reportó 38 especies de aves en parcelas de palma aceitera en el estado de Aek Loba en Indonesia; en Nigeria, Greengrass (2006), Turshak y Manu (2006) estudiaron la presencia de monos y aves en una zona de bosque secundario, donde se va a desarrollar un proyecto de siembra de 7.000 hectáreas de palma; Shahabuddin *et al.* (2005) estudió los cambios de la comunidad de escarabajos coprófagos entre la selva y algunos sistemas agroforestales en Indonesia.

La fauna de un ecosistema incluye a todos los grupos animales que interactúan en él, desde pequeños invertebrados hasta grandes mamíferos. Intentar conocer la

totalidad de la fauna presente en una región tiene varias limitantes, como el tiempo de ejecución del trabajo para obtener los resultados totales y sobre todo el valor económico, por esto es importante la selección de grupos indicadores que reflejen el comportamiento de la diversidad en general y presenten sensibilidad a los cambios (Villareal *et al.* 2004).

La selección de grupos indicadores está sustentada en usar organismos con características particulares como: tener un amplio rango de distribución, ser abundantes, taxonomía sencilla o resuelta, poseer una historia natural conocida, que sean de fácil de observación y manipulación, además de poseer patrones ecológicos de diversidad que sean extrapolables a otros grupos. Difícilmente alguno cumple con todos estos criterios, pero con base en estos se puede seleccionar los organismos que se ajusten a las necesidades de cada proyecto (Halffter y Favila 1993; Villareal *et al.* 2004)

Los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) se han convertido en una herramienta muy útil para evaluar ciertas características de la biodiversidad (Veiga *et al.* 1998; Villareal *et al.* 2004); constituyen un grupo pionero para realizar estudios sobre modelos ecológicos y poblacionales (Favila y Halffter 1997), sus comunidades se encuentran estrechamente relacionadas a poblaciones de mamíferos y aves debido a que el estiércol es su principal fuente de alimento (Hanski y Cambefort 1991), poseen métodos estandarizados de colecta (Veiga *et al.* 1989; Pardo 1991), una excelente información de su historia natural (Halffter y Favila 1993; Hanski y Cambefort 1991), y taxonomía conocida (Medina *et al.* 2001; Medina y Lopera 2001; Vitolo 2000).

Las diversas estrategias en que los escarabajos coprófagos utilizan el estiércol se manifiestan en modificaciones corporales (patas y clípeo) que están relacionado ha su comportamiento para la construcción de nidos, esto se utiliza para agrupar a las comunidades en tres grupos funcionales básicos, que son escarabajos cavadores, rodadores y endocópridos (Halffter y Edmonds 1982), los cavadores construyen su nido construyendo un túnel bajo la fuente de alimento, presentan patas delanteras y tibias anteriores robustas; los rodadores toman porciones de alimento que ruedan alejándose de donde está depositado, posteriormente construyen su nido y entierran la porción que habían separado, presentan tibias y patas posteriores alargadas, generalmente un clípeo liso y aplanado; los endocópridos construyen los nidos dentro del estiércol en el mismo lugar donde esta depositado, son especies pequeñas y sin muchas modificaciones. (Halffter y Edmonds 1982).

En Colombia, los trabajos con escarabajos coprófagos se han centrado en mostrar la relación de poblaciones en diferentes regiones, bosques andinos, selvas, etc (Amat *et al.* 1999; Amezquita *et al.* 1999); además de las interacciones de éstas ante cambios de regimenes climáticos, variaciones altitudinales, (Escobar 1997; Medina y Kattan 1996; Pardo y Garcia 2004). Las poblaciones en sistemas agrícolas o agroforestales han sido poco estudiadas, a nivel mundial existen trabajos en cultivos de café (Pineda *et al.* 2005; Villalobos y Pardo 2007), banano y cacao (Harvey *et al.* 2006), maíz y cacao (Shahabuddin *et al.* 2003), paisajes ganaderos (Hernández *et al.* 2003), pero ninguno en cultivos de palma aceitera.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en la plantación de Indupalma ubicada en el municipio de San Alberto al sur del departamento del Cesar, Colombia. En dicha región el uso de la tierra es agrícola y ganadero, el paisaje está compuesto por amplias extensiones de potreros y cultivos con pequeñas islas de vegetación.

La plantación de Indupalma (7°43'N. 73°27'W) se encuentra ubicada en la región del Magdalena medio (Figura 1), en una zona de vida correspondiente a bosque húmedo tropical (bh-T) (Holdridge 1996), con una altitud de 82msnm. El régimen de lluvias es bimodal con un promedio de precipitación anual de 2.473mm (Anexo B), estaciones lluviosa en los meses de Abril/Mayo y Septiembre/Noviembre y una estación seca marcada en Diciembre/Marzo (Gráfico 1), las temperaturas promedio son de 33°C máxima y de 23°C mínima.

Entre el agroecosistema de palma aceitera se encuentran dos subsistemas integrados, el primero es un sistema de parches de bosque secundario conformado por relictos de vegetación arbórea nativa que se desarrolla a lo largo de ríos, quebradas, caños, ciénagas y senderos. El segundo sistema es el área de siembra donde se encuentra la palma aceitera, bajo el dosel de esta y entre los caminos de las parcelas existe una importante riqueza vegetal; en Indupalma se reportaron 117 especies de hierbas y 49 especies de arbustos, la mayoría nativas más algunas que han sido introducidas para el manejo integrado (Olarte y Carrillo 2007). Se encuentran cultivos de palma en diferentes edades, siendo los más antiguos los de la década de los setenta, el diseño del cultivo es en parcelas rectangulares de cinco hectáreas con un promedio de 143 palmas por hectárea,

sembradas en líneas de 22 palmas en sentido norte-sur, con una distancia entre líneas de siete metros y entre cada palma de la misma línea de nueve metros (Figura 2). El espacio entre líneas se denomina calle, se intercala una calle limpia que es por la que se realiza cosecha y mantenimiento, con una calle con abundante vegetación que se denomina de palera, muy importante porque es donde se encuentran abundantes hierbas y arbustos.

Figura 1. Ubicación geográfica plantación de Indupalma.

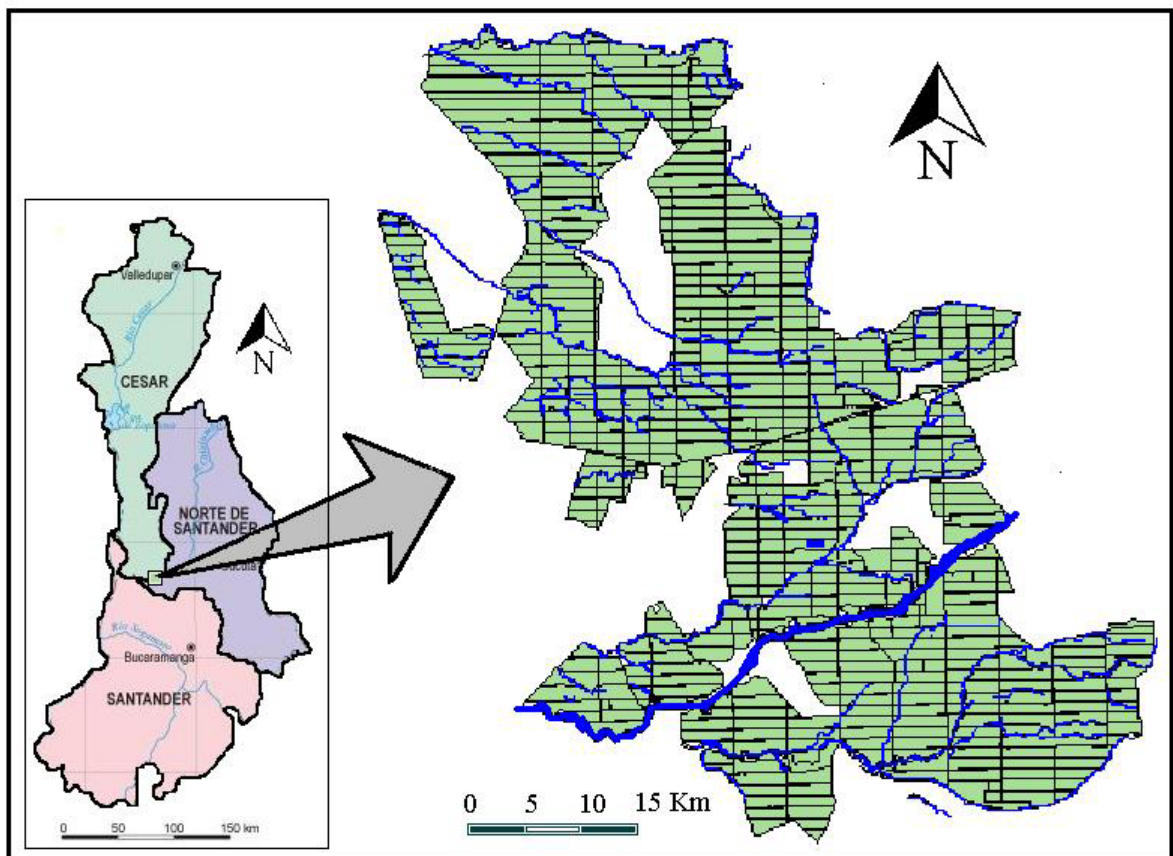
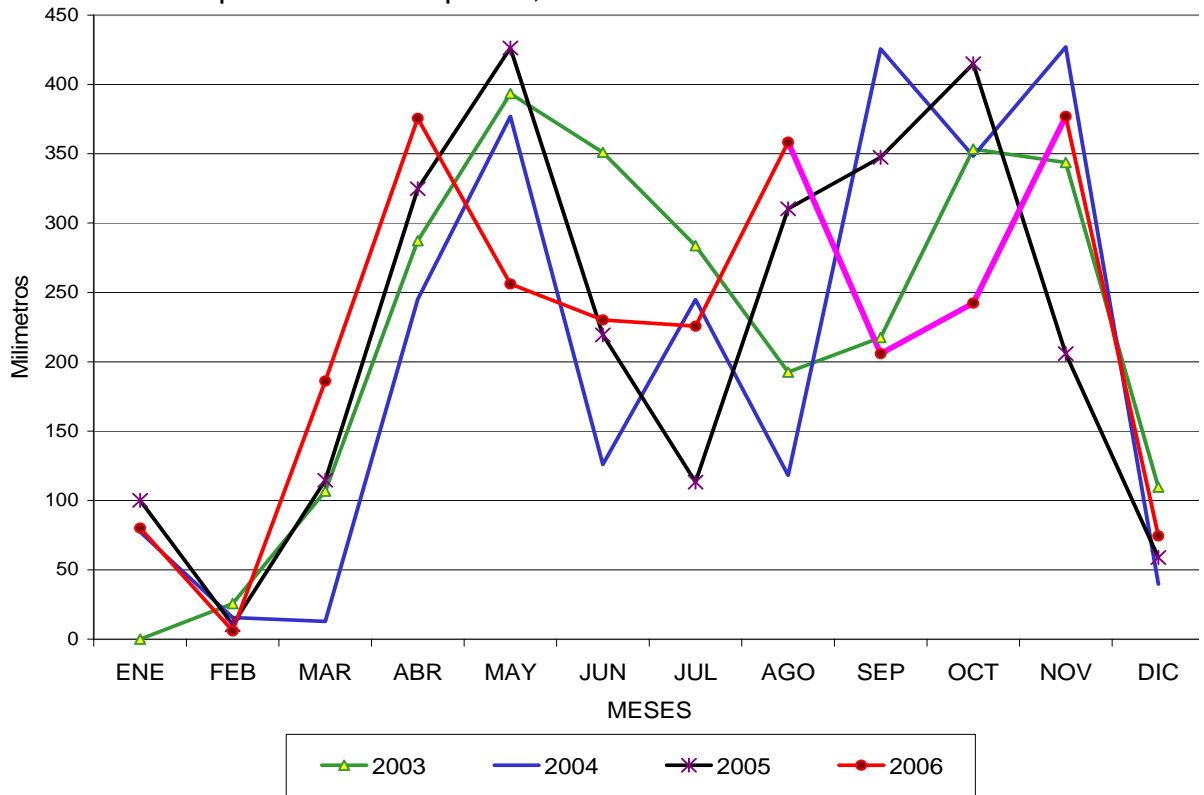


Figura. 2 Diseño del cultivo.



Gráfico 1. Precipitación en Indupalma, años 2003 al 2006.



Registros de La estación meteorológica de Indupalma, tomado del Centro de Investigación y Estadística CIE de Indupalma 2008.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 MUESTREO

Los muestreos se realizaron teniendo en cuenta tres variables, primero, el régimen climático marcado por la estación seca y estación lluviosa, segundo, la ubicación de los transectos en la zona de cultivo o en la zona de borde con parches de bosque secundario, y tercero, la edad de siembra.

3.1.1 Estaciones climáticas: se establecieron los meses para el desarrollo de los dos muestreos basado en el registro histórico de lluvias de la plantación (Anexo 2); la estación lluviosa durante el mes de Septiembre del 2006 y la estación seca en el mes de febrero del 2007 (Tabla 1).

Tabla 1. Datos climáticos épocas de muestreo.

Temporada	Mes	Pluviosidad	Temperatura máxima
Estación lluviosa	Septiembre	246mm	32,6 °C.
Estación seca	Febrero	50mm	35,3 °C.

3.1.2 Ubicación de transectos: para cada zona se escogieron dos parcelas con palmas en la misma edad de siembra (Tabla 2), en cada parcela se ubicó un transecto lineal con cinco trampas de caída distanciadas 27 metros.

3.1.2.1 Zona de borde: En el borde con parche de bosque secundario, el transecto se ubicó entre el cultivo y la vegetación del parche.

3.1.2.2 Zona de cultivo: El transecto se ubicó en el centro de la parcela por la calle de palera, que no es usada para tránsito y que posee mayor vegetación.

Tabla 2. Ubicación geográfica de los transectos

Edad cultivo	Coordenadas	Altitud	Ubicación transecto
32 años	7°42'47.74"N - 73°27'54.26"W	87msnm	Zona de cultivo
32 años	7°42'45.29"N - 73°27'52.73"W	86msnm	Borde con parche
11 años	7°41'54.21"N - 73°27'18.33"W	79msnm	Zona de cultivo
11 años	7°41'48.69"N - 73°27'55.47"W	82msnm	Borde con parche
6 años	7°43'59.29"N - 73°28'12.67"W	83msnm	Zona de cultivo
6 años	7°44'12.46"N - 73°28'16.49"W	79msnm	Borde con parche

3.1.3 Edad de siembra: se seleccionaron tres áreas con cultivos en diferentes edades de siembra. Basado en las etapas de desarrollo productivo de la palma aceitera (Tabla 2).

3.1.3.1 Cultivo joven: es aquel menor de siete años de siembra, en esta etapa no ha alcanzado su capacidad máxima de producción de fruto. Se seleccionó un cultivo con seis años, sembrado en el año 2001 (Figura 3), en la jurisdicción Caño Azul (7° 44'N. 73° 28'W).

3.1.3.2 Cultivo maduro: mayor de ocho y menor de catorce años de siembra, está en su máximo rendimiento de producción de fruto. Se seleccionó un cultivo con once años, sembrado en el año 1996 (Figura 4), en jurisdicción de Palmeras 96 (7° 43' N. 73° 27'W)

Figura 3. Cultivo joven de seis años, A: Area de siembra, B: Borde con bosque.

A



B



Figura 4. Cultivo maduro de once años A: Area de siembra, B: Borde con bosque.

A

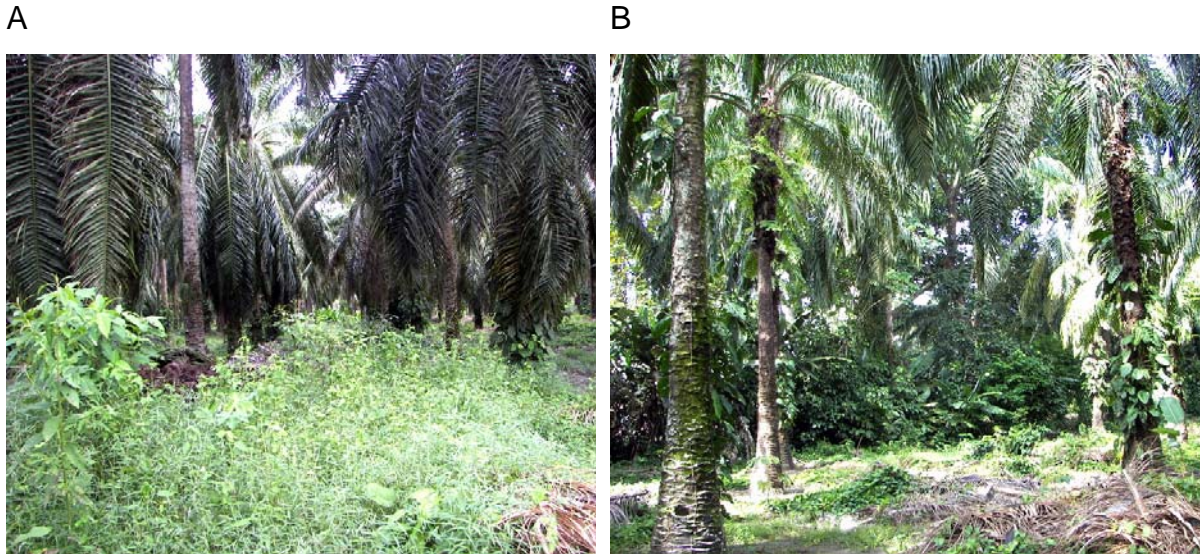


B



3.1.3.3 Cultivo adulto: mayor de quince años de siembra, su producción de fruto disminuye. Se seleccionó un cultivo con treinta y dos años, sembrado en el año de 1975 (Figura 5), en la jurisdicción de Santa Elena ( $7^{\circ} 41'N$ .  $73^{\circ} 27'W$ ).

Figura 5. Cultivo adulto de treinta y dos años, A: Area de siembra, B: Borde con bosque.



3.1.4 Captura de especímenes: Se sacrificaron la totalidad de las muestras obtenidas, una parte se consignó en la colección de entomología de la Universidad Industrial de Santander y otra parte se conserva en el departamento de Investigación Agronómica de Indupalma.

3.1.4.1 Tipo de trampas: se utilizaron trampas de caída de tipo cebo suspendido (Veiga *et al.* 1989). Las trampas consistían en vasos plásticos de 12 onzas enterrados a ras de suelo, a estos se les agregó agua jabonosa hasta llenar aproximadamente un tercio del volumen. Como el atrayente se utilizó excremento humano, se le agregaban 25ml a copas de una onza, que se suspendía sobre la boca del vaso grande (Figura 6).

3.1.4.2 Toma de muestras: Las trampas se revisaban cada 24 horas por tres días posteriores a su instalación (Pardo 1991) con un esfuerzo de muestreo de 72

horas trampa, en cada revisión se extraían los ejemplares, si era necesario se cambiaba el agua del vaso grande y el atrayente del vaso pequeño. Los ejemplares capturados se colocaban en frascos plásticos de 50ml, se etiquetaban con la fecha, zona, número de trampa y código de colecta; se trasportaban hasta el laboratorio de Investigación Agronómica de Indupalma.

Figura 6. Trampa de caída



3.1.4.3 Preservación y montaje en el laboratorio: el material se lavó con agua y se dejó en una solución de hipoclorito 10% por 15 minutos, posteriormente se lavó de nuevo con agua y se colocó en frascos donde se conservaron en una solución de etanol 70%.

3.1.5 Identificación de muestras: Se seleccionaron los morfotipos que fueron montados en alfileres entomológicos, cada muestra fue separada y se contaron los especímenes. La determinación se realizó con la ayuda de las claves taxonómicas de Kohlmann y Solís (1997), Medina y Lopera-Toro (2001), Vitolo (2000).

### 3.2 ANÁLISIS DE DATOS

Se analizaron los datos totales y para cada una de las tres variables propuestas. Los análisis se realizaron utilizando los programas PAST (Hammer 2001) y EstimateS Versión 7.5 (Colwell 2005).

3.2.1 Riqueza y abundancia: se valoró la riqueza específica ( $S$ ) que corresponde al número total de especies registradas por un censo de la comunidad, así mismo la abundancia que indica el número de individuos colectados por censo y la abundancia relativa que señala el porcentaje de abundancia de cada especie.

3.2.2 Curva de acumulación de especies: Se calculó para el muestreo en general, para la estación lluviosa y estación seca. Se utiliza para establecer la calidad del muestreo (Colwell y Coddington 1994). Como estimadores riqueza de especies se utilizaron los índices de Chao 1, Jack 1, Jack 2, *Bootstrap Singletons*, *Doubletons*, *Uniques*, ACE.

3.2.3 Índice de Shannon & Wiener ( $H'$ ): expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, adquiere valores cercanos a cero cuando hay menor equidad y cercanos al logaritmo de  $S$ , cuando hay mayor equidad (Magurran 1988; Moreno 2001).

$$H' = - \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{n} \right) \ln \left( \frac{n_i}{n} \right)$$

Donde  $n_i$  = número de individuos de la especie  $i$

$n$  = número de individuos de todas las especies en conjunto.

$\ln$  = Logaritmo natural.

3.2.4 Índice de Simpson ( $\lambda'$ ): da importancia a las especies más dominantes, mide la equidad y muestra valores entre 0 (menor diversidad) y 1 (mayor diversidad).

$$\lambda' = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)}$$

Donde  $n_i$  = número de individuos de la especie  $i$ .

$n$  = número de individuos de todas las especies en conjunto.

3.2.5 Análisis de similaridad de *Jaccard*: Se incluyeron todos los sitios, muestra la similaridad de especies entre estos

$$C_j = j / (a + b - j)$$

Donde  $j$  = número de especies en común.

$a$  y  $b$  = respectivamente el número de especies en cada una de las muestras comparadas.

3.2.6 Análisis estadísticos: Se realizaron análisis de varianza con los valores de abundancia, los valores de los índices de Shannon & Wiener ( $H'$ ) y Simpson ( $\lambda'$ ). Se utilizó la prueba de *Kolmogorov-Smirnov* para la distribución normal de los datos y la prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas, los datos fueron transformados con LogN. Las diferencias entre las edades de siembra se comprobaron por medio de una prueba de *Tukey*.

3.2.7 Estructura de gremios: se analizó la proporción de especies pertenecientes a diferentes gremios. Se estimó la riqueza y la abundancia de cada gremio para las variables planteadas.

## 4. RESULTADOS

En cada época se monitorearon seis parcelas de palma aceitera, para un total de 12 parcelas, en las cuales se instalaron 60 trampas de caída (*pitfall*), obteniendo un esfuerzo de 4.320 horas de trampas. Se capturaron 11.274 individuos pertenecientes a dos subfamilias, Aphodiinae con cuatro registros y Scarabaeinae con 21 registros agrupados en 10 géneros, siendo los más comunes *Uroxys* y *Canthon* con 4 morfoespecies cada uno, *Dichotomius* y *Canthidium* con 3 morfoespecies (Anexo A).

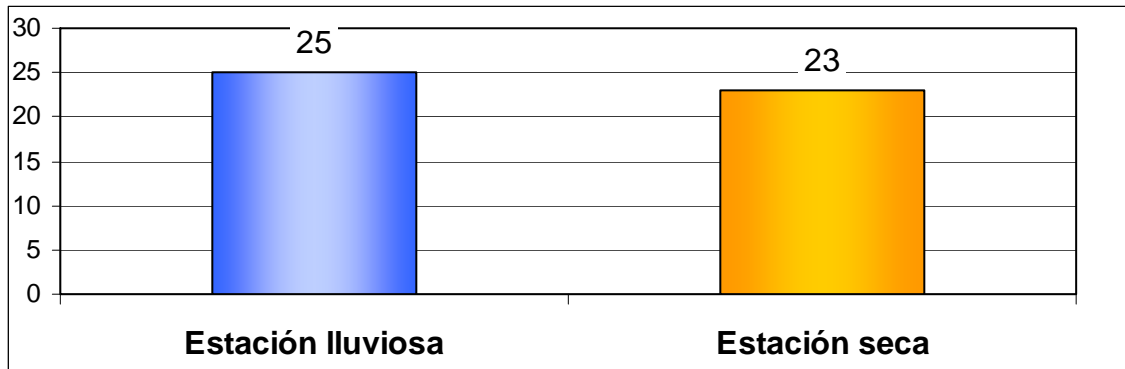
### 4.1 RIQUEZA Y ABUNDANCIA

Se registraron 25 especies, no se presentaron diferencias significativas en las riquezas entre estaciones climáticas ( $X^2=0,08$ ,  $gl=1$ ,  $p>0,05$ ), ni en la ubicación de los transectos ( $X^2=0,02$ ,  $gl=1$ ,  $p>0,05$ ), ni entre edades de cultivo ( $X^2=0,41$ ,  $gl=2$ ,  $p>0,05$ ) (Gráfico 2).

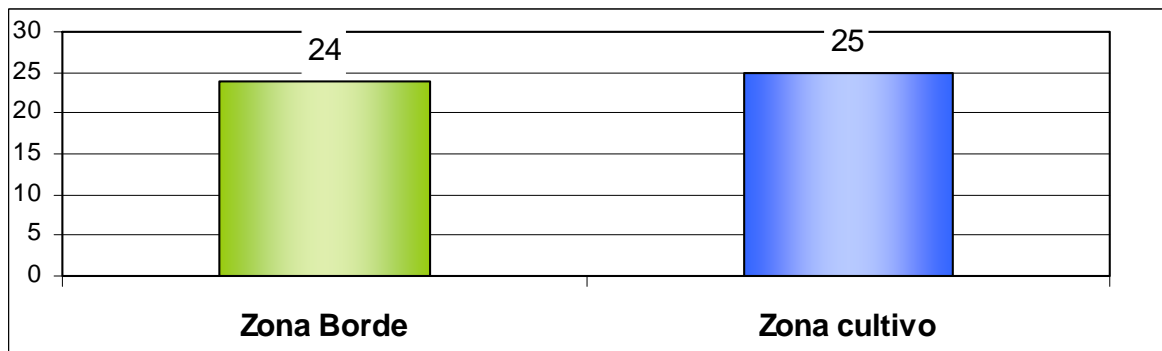
Los valores de abundancia relativa (Gráfico 3), entre estaciones climáticas no presentan diferencias significativas ( $X^2=0,03$ ,  $gl=1$ ,  $p>0,05$ ). En relación a la ubicación de los transectos ( $X^2=6,44$ ,  $gl=1$ ,  $p<0,05$ ) y edades de siembra si se presentaron diferencias significativas ( $X^2=27,19$ ,  $gl=2$ ,  $p<0,05$ ); más las diferencias en las edades de siembra se dieron por el cultivo maduro ya que los cultivos adulto y joven no presentan diferencias significativas entre ellos ( $X^2=2,72$ ,  $gl=1$ ,  $p>0,05$ ).

Gráfico 2. Riqueza de especies (S).

Régimen climático



Sitios de muestreo.



Edad de cultivo.

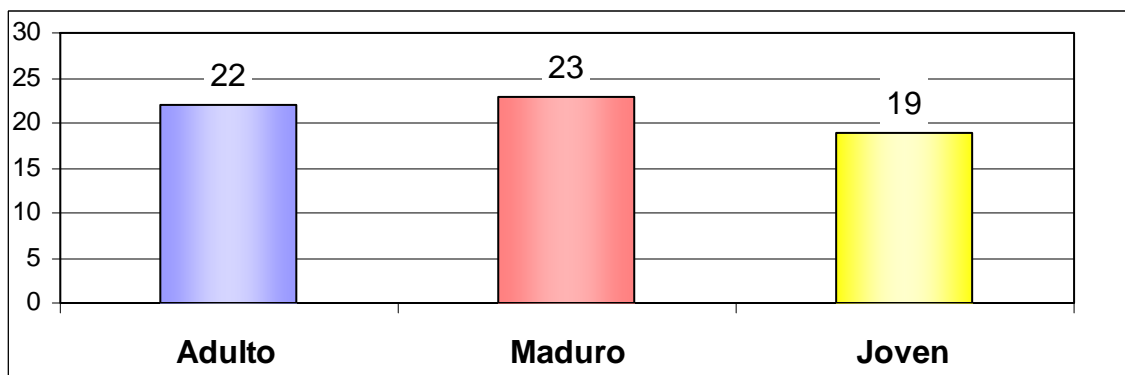
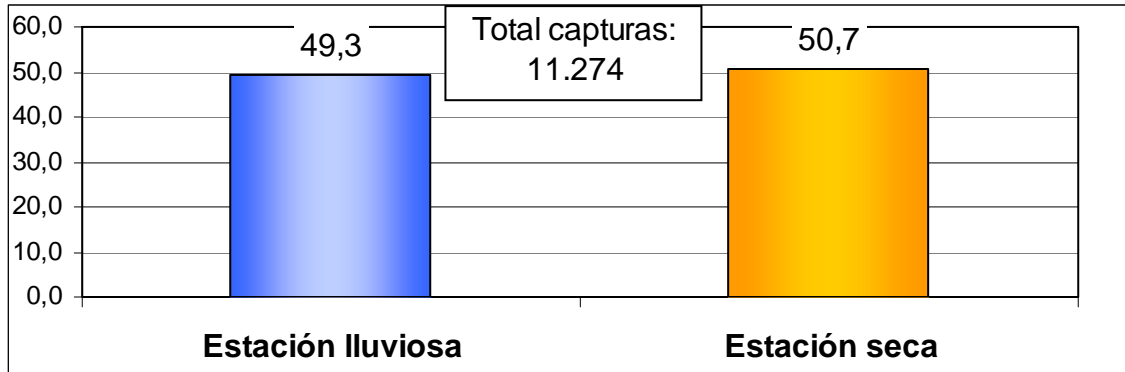
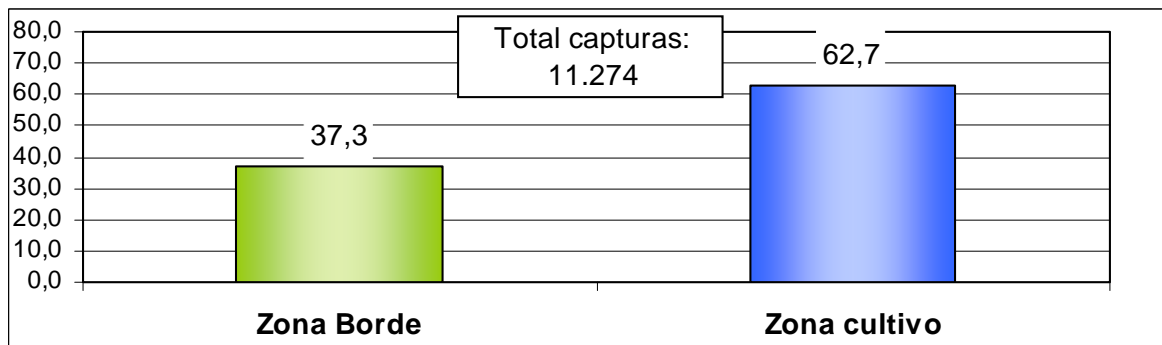


Gráfico 3 Valores de abundancia.

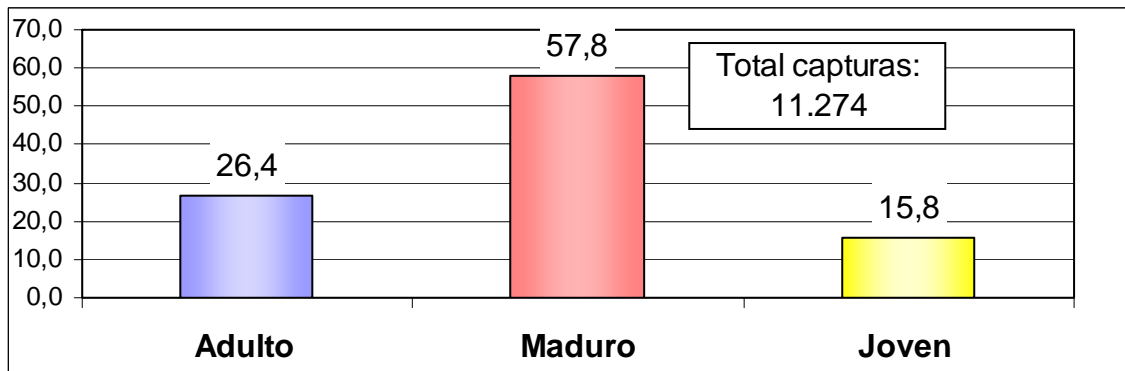
Régimen climático.



Sitios de muestreo.



Edad de cultivo.



Las especies con los mayores valores de abundancia relativa (Tabla 3) durante los muestreos fueron *Onthophagus marginicollis* Harold con 77% y *Phanaeus hermes* con 10% obtuvieron. *Dichotomius* sp1 y *Uroxys* sp4 son escasas en estación lluviosa, pero en la estación seca aumentan sus valores de abundancia, contrario a *Canthon* sp1 (*mutabilis*) y *Canthon triangularis* que presentan una mayor abundancia en la estación lluviosa. *Uroxys* sp4 sólo se encuentra en cultivo adulto.

Tabla 3. Especies con mayores valores de abundancia relativa

ESPECIES	Estación lluviosa	Estación seca	Zona cultivo	Zona Borde	Adulto 1975	Maduro 1996	Joven 2001
<i>Coprophanaeus telamon</i>	0,9	1,2	0,3	2,2	1,0	0,3	3,4
<i>Phanaeus hermes</i>	<b>9,8</b>	<b>9,6</b>	<b>9,1</b>	<b>10,6</b>	<b>11,7</b>	<b>10,1</b>	<b>5,0</b>
<i>Dichotomius</i> sp1	0,1	1,4	0,5	1,2	1,9	0,3	0,8
<i>Uroxys</i> sp1	2,2	1,7	1,1	3,4	1,3	0,7	7,5
<i>Onthophagus marginicollis</i>	<b>77,0</b>	<b>78,4</b>	<b>81,2</b>	<b>71,9</b>	<b>74,1</b>	<b>81,9</b>	<b>68,6</b>
<i>Onthophagus curvicornis</i>	2,0	2,2	2,3	1,8	0,4	0,5	4,5
<i>Uroxys</i> sp2	1,2	1,0	0,8	1,6	2,3	2,0	2,1
<i>Uroxys</i> sp4	0,1	0,8	0,1	0,9	1,5	0,0	0,0
<i>Deltochilum gibbosum</i>	1,2	0,6	0,7	1,3	1,1	0,4	2,6
<i>Canthon triangularis</i>	1,3	0,2	0,4	1,4	1,6	0,5	0,2
<i>Canthon</i> sp1 ( <i>mutabilis</i> )	1,8	0,3	1,3	0,7	0,5	1,1	2,0

#### 4.2 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

El muestreo en su totalidad encontró un rendimiento satisfactorio, (Gráfico 4), es muy poca la pendiente de los observados y la tendencia de los índices es a no encontrar mas de 25 registros; sin embargo los análisis por estaciones (Gráfico 5, Gráfico.6) muestran la tendencia de obtener algunas especies mas por encima de 25

Gráfico 4. Curva de acumulación de especies para la totalidad del muestreo.

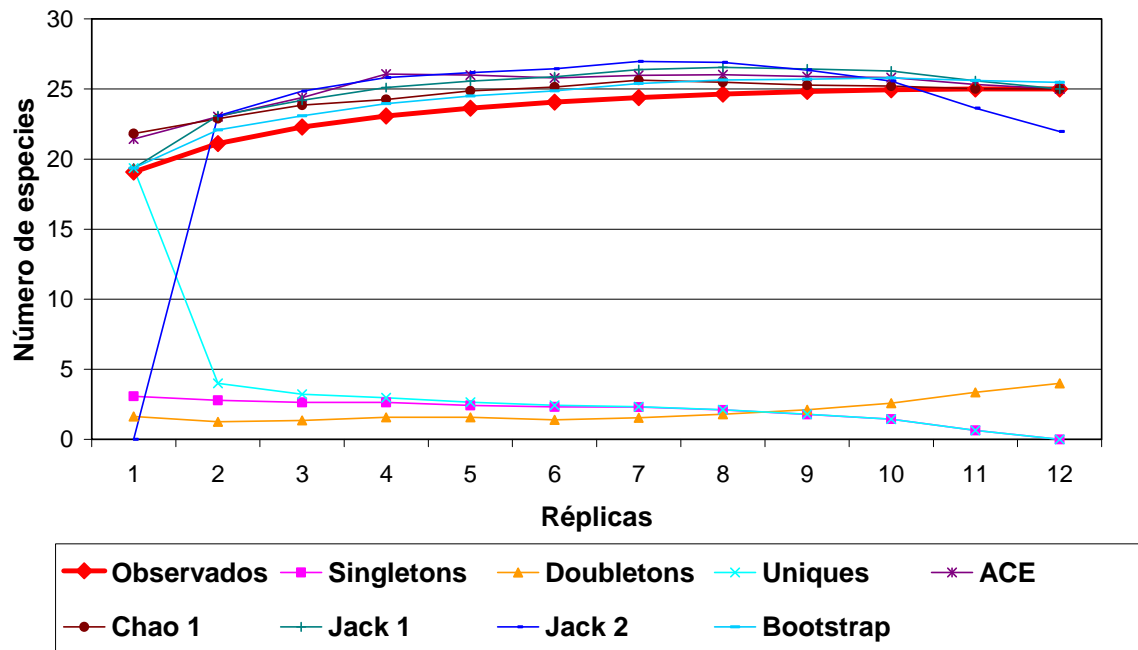


Gráfico 5. Curva de acumulación de especies, estación lluviosa (Septiembre 2006).

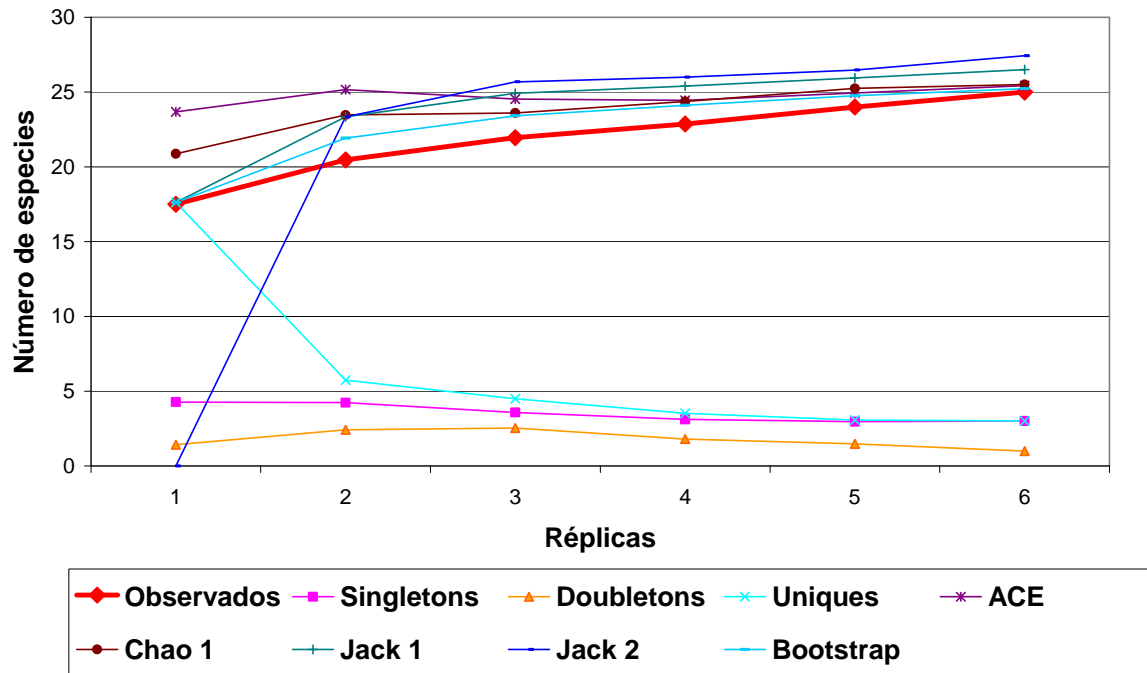
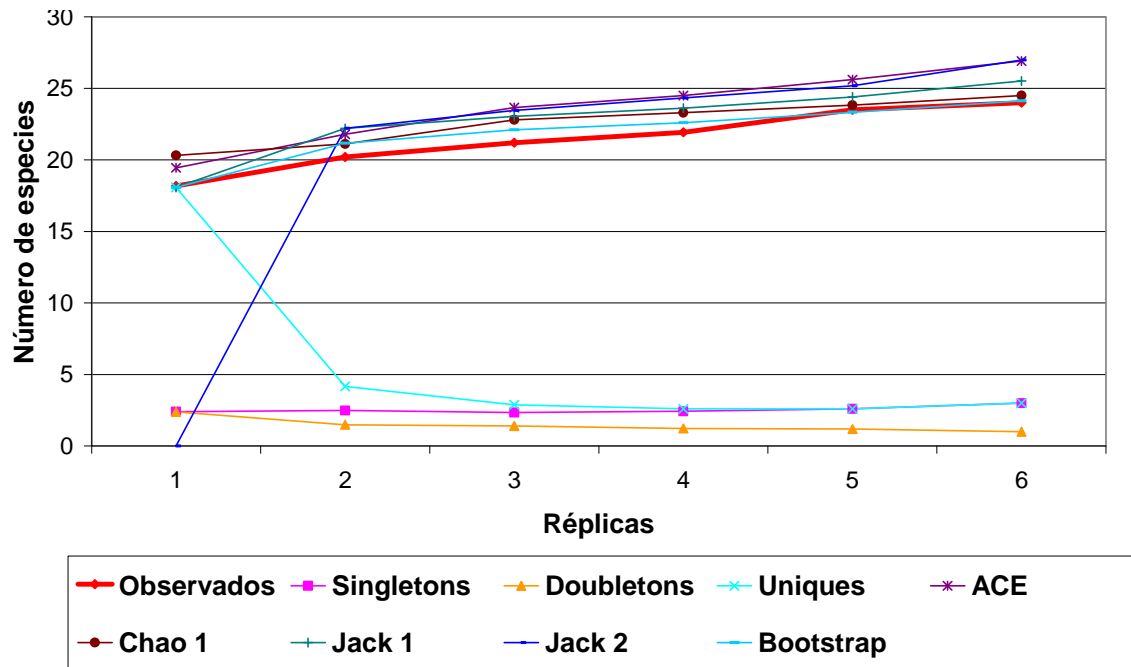


Gráfico 6. Curva de acumulación de especies, estación seca (Febrero 2007).



#### 4.3 ÍNDICES DE SHANNON & WIENER ( $H'$ ) Y DE SIMPSON ( $\lambda'$ )

El Índice de diversidad de *Shannon & Wiener* ( $H'$ ) muestran que los valores estuvieron muy por debajo de los del logaritmo natural de  $H'$  y mas cercanos a cero, esto nos indica menor equidad (Tabla 4).

Los valores del Índice de *Simpson* ( $\lambda'$ ) presentan una tendencia mas cercana a cero, indicándonos la presencia de especies dominantes en el muestreo (Tabla 4).

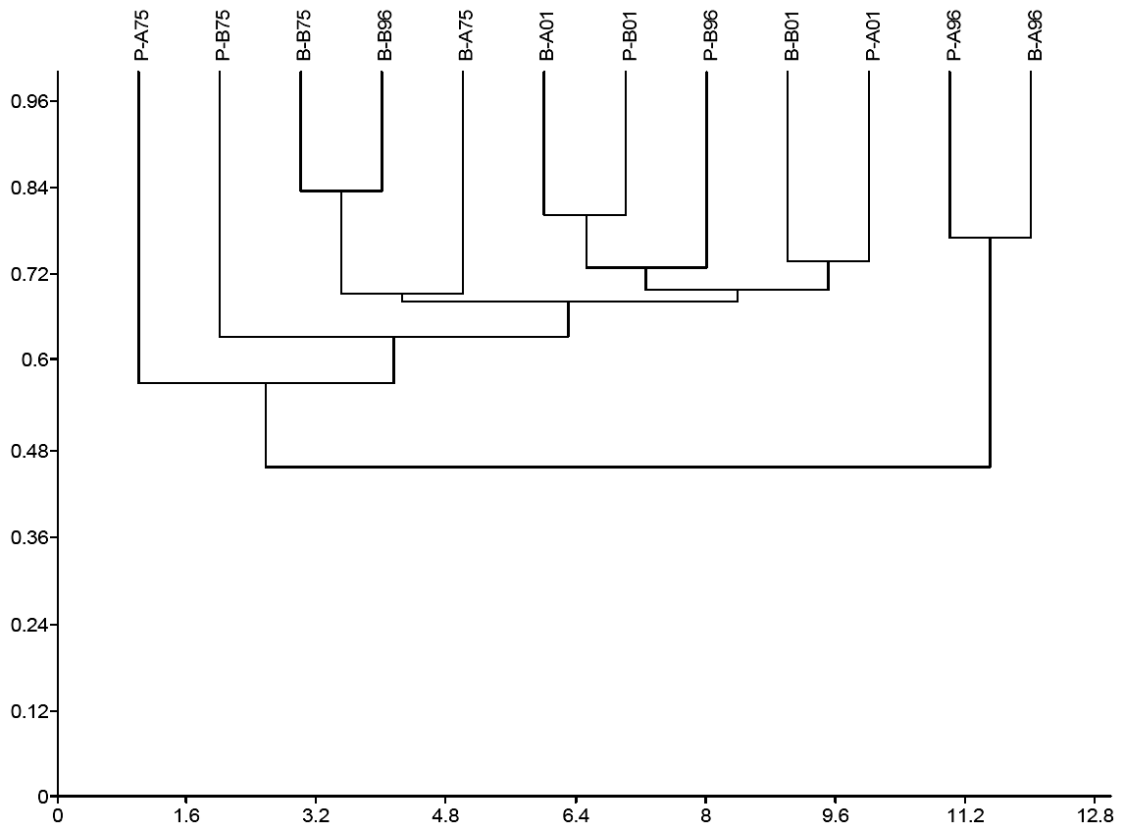
Tabla 4. Índices de diversidad alfa

INDICE	Estación lluviosa	Estación seca	Zona cultivo	Zona Borde	Adulto 1975	Maduro 1996	Joven 2001
Shannon ( $H'$ )	1,02	0,97	0,85	1,23	1,11	0,80	1,34
Ln $H'$	3,18	3,14	3,18	3,22	3,14	3,04	2,94
Simpson ( $\lambda'$ )	0,40	0,37	0,33	0,47	0,44	0,32	0,52

#### 4.4 ANÁLISIS DE SIMILARIDAD DE JACCARD

No se formaron grupos definidos respecto a alguna de las tres variables propuestas (Gráfico 7). Por edades de siembra se formaron tres ramas, la de los transectos P-A96 con la B-A96 que adicionalmente comparten la estación lluviosa mas no la ubicación, las parcelas de la edad de cultivo 2001 se agruparon en dos ramas, las parcelas B-A01 con P-B01 y las parcelas B-B01 y P-A01.

Gráfico 7. Árbol de similaridad, análisis entre cada parcela muestreada. P-A75 = Zona de cultivo, estación lluviosa, cultivo adulto; B-A75 = Zona de borde, estación lluviosa, cultivo adulto; P-A96 = Zona de cultivo, estación lluviosa, cultivo maduro; B-A96 = Zona de borde, estación lluviosa, cultivo maduro; P-A01 = Zona de cultivo, estación lluviosa, cultivo joven; B-A01 = Zona de borde, estación lluviosa, cultivo joven.



#### 4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Entre las estaciones climáticas no se encontraron diferencias significativas (Tabla 5), de igual manera entre zonas muestreadas (Tabla 6). En las edades de siembra Los cultivos joven y maduro muestran diferencias significativas (Tabla 7).

Tabla 5. Análisis de Varianza por estaciones climáticas.

ANOVA	F	Sig.
Abundancia	0,00	0,95
Shannon (H')	0,59	0,46
Simpson ( $\lambda'$ )	0,35	0,57

Tabla 6. Análisis de Varianza por zonas muestreadas.

ANOVA	F	Sig.
Abundancia	1,48	0,25
Shannon (H')	3,32	0,10
Simpson ( $\lambda'$ )	3,90	0,08

Tabla 7. Prueba de Tukey por edades de siembra.

Cultivos		Abundancia	Shannon (H')	Simpson ( $\lambda'$ )
Adulto	Maduro	0,08	0,29	0,31
	Joven	0,69	0,36	0,42
Maduro	Adulto	0,08	0,29	0,31
	Joven	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>
Joven	Adulto	0,69	0,36	0,42
	Maduro	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>0,04</b>

#### 4.6 ESTRUCTURA DE GREMIOS

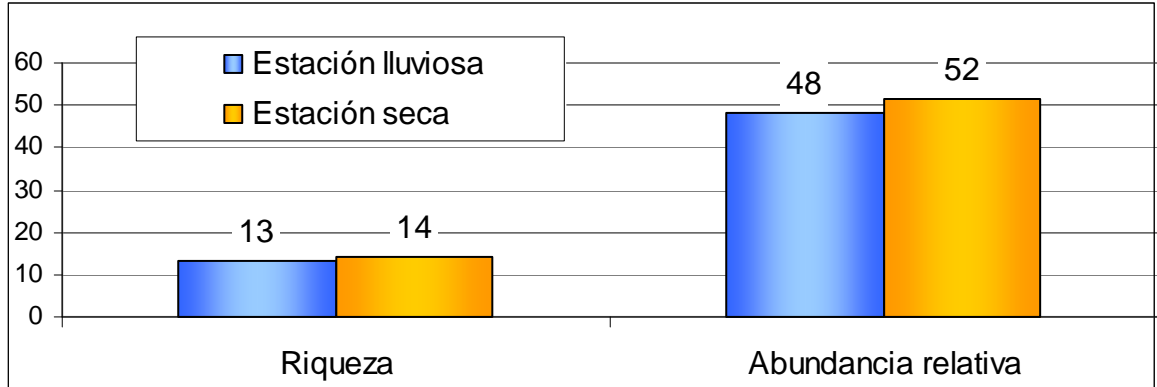
De las 25 especies registradas para el muestreo, se encontró que 14 son de hábitos cavadores, 7 rodadores y 4 endocópidos. Todos los Endocópidos encontrados son Aphodiinae.

4.6.1 Cavadores (Gráfico 8): Respecto al régimen climático los valores de riqueza no variaron ( $X^2=0,07$ ,  $gl=1$ ,  $p>0,05$ ); la abundancia relativa muestra que aunque son mas abundantes en estación seca no presentan diferencias significativas ( $X^2=0,17$ ,  $gl=1$ ,  $p>0,05$ ). Entre sitios de muestreo la riqueza no se presento diferencias significativas ( $X^2=0,07$ ,  $gl=1$ ,  $p>0,05$ ); contrario a esto la abundancia relativa si presenta diferencias significativas ( $X^2=6,77$ ,  $gl=1$ ,  $p<0,05$ ). Las edades de siembra muestran que no hay diferencias significativas en los valores de riqueza ( $X^2=0,67$ ,  $gl=2$ ,  $p>0,05$ ); la abundancia relativa muestra diferencias significativas ( $X^2=30,2$ ,  $gl=2$ ,  $p<0,05$ ) sobre todo por el alto valor de cultivo maduro, un análisis solo entre cultivo joven y adulto no mostró diferencias significativas ( $X^2=2,97$   $gl=1$ ,  $p<0,05$ ).

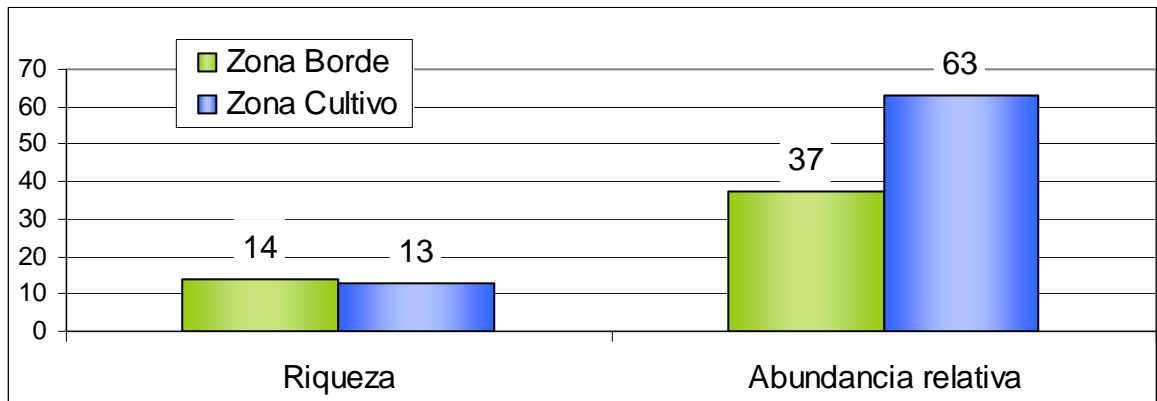
4.6.2 Rodadores (Gráfico 9): Respecto al régimen climático no hay variación de la riqueza ( $X^2=0,18$ ,  $gl=1$ ,  $p>0,05$ ); los valores de abundancia relativa indican diferencias significativas ( $X^2=29,17$ ,  $gl=1$ ,  $p<0,05$ ). Entre sitios de muestreo los valores de riqueza no variaron, la abundancia relativa no presenta diferencias significativas ( $X^2=0,65$ ,  $gl=1$ ,  $p>0,05$ ). En las edades de siembra se encontró que no hay diferencias significativas en los valores de riqueza ( $X^2=0,36$ ,  $gl=2$ ,  $p>0,05$ ), al igual que con los valores de abundancias ( $X^2=3,23$ ,  $gl=2$ ,  $p>0,05$ ).

Gráfico 8 Estructura del gremio de Cavadores.

Régimen climático.



Sitios de muestreo.



Edad de cultivo.

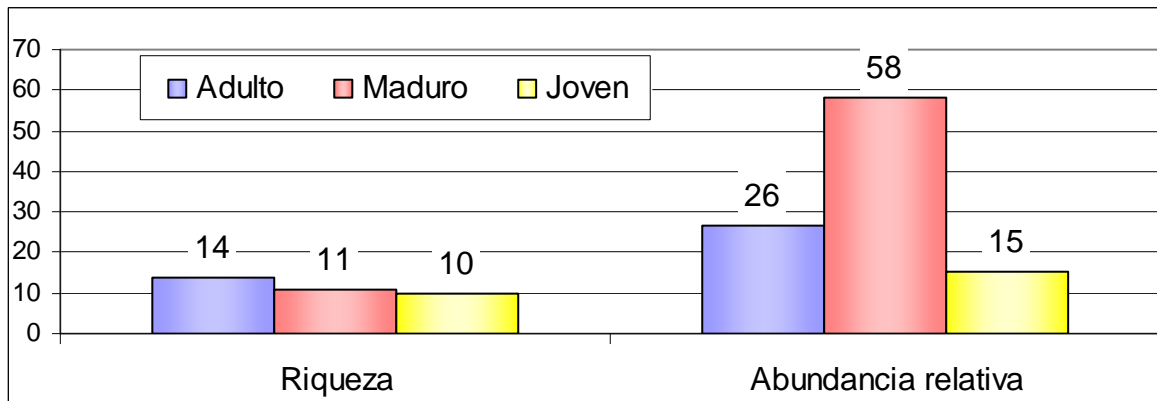
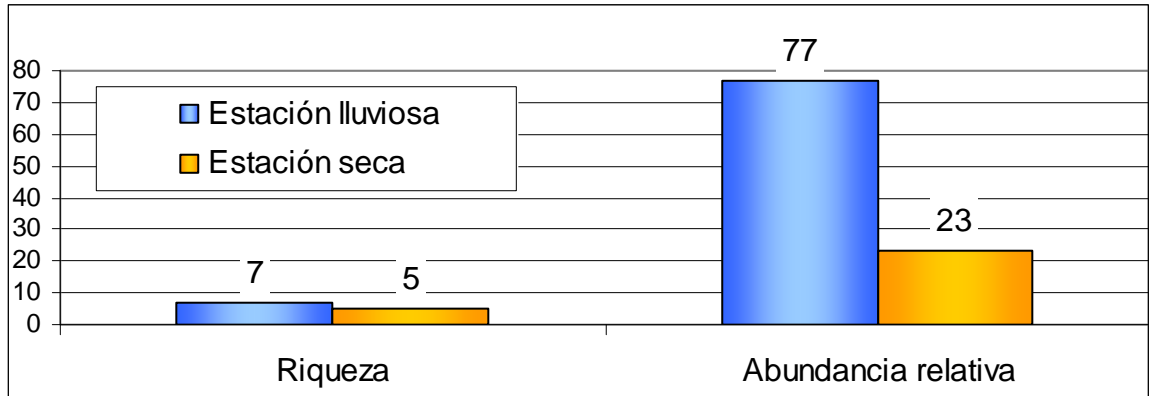
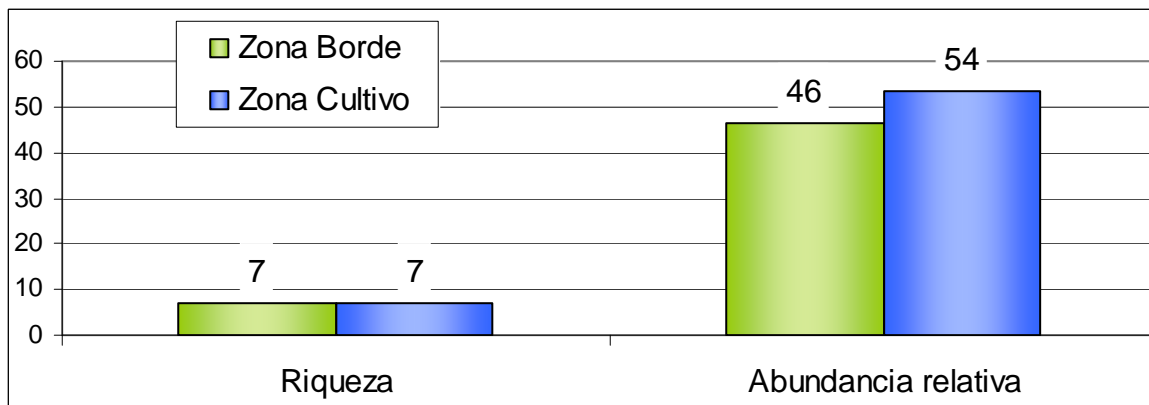


Gráfico 9. Estructura del gremio de Rodadores.

Régimen climático.



Sitios de muestreo.



Edad de cultivo.

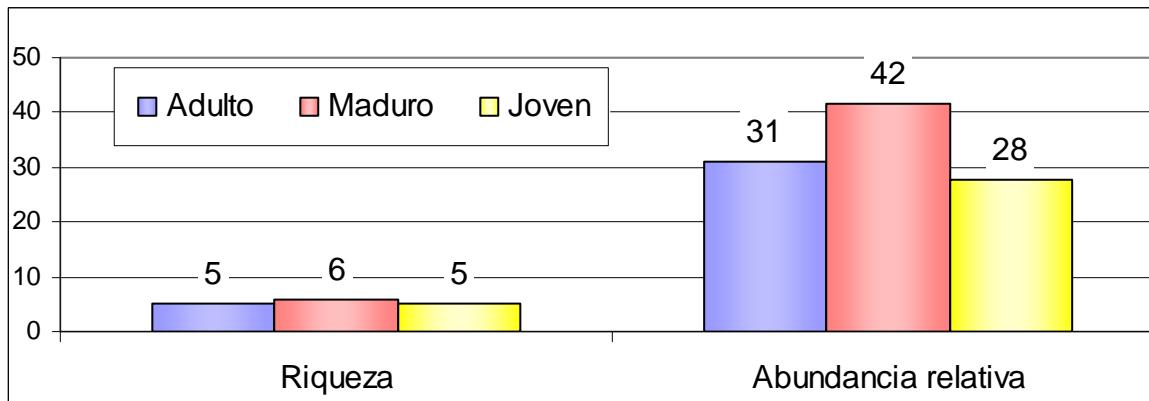
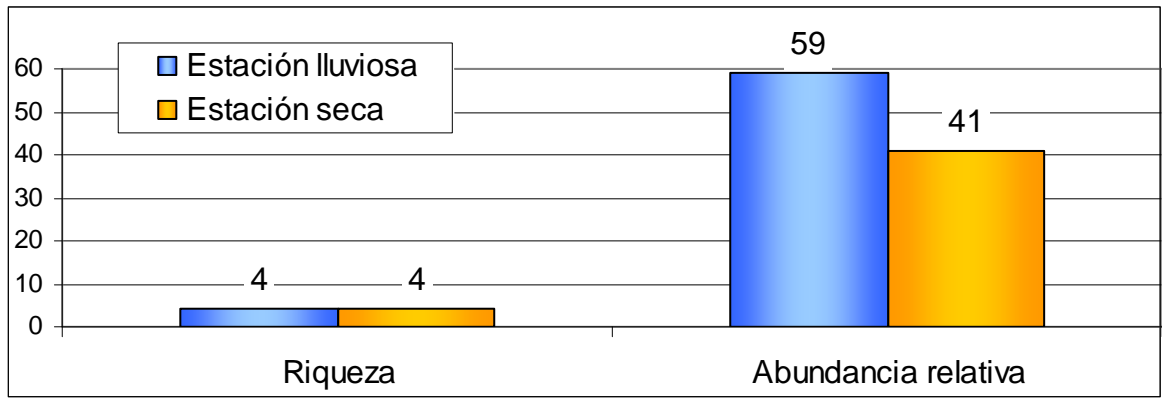
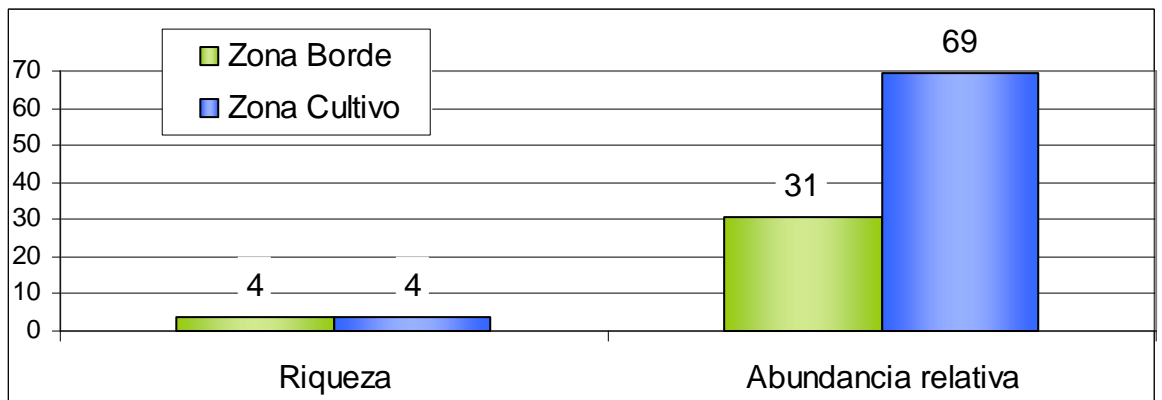


Gráfico 10 Estructura del gremio de Endocópidos

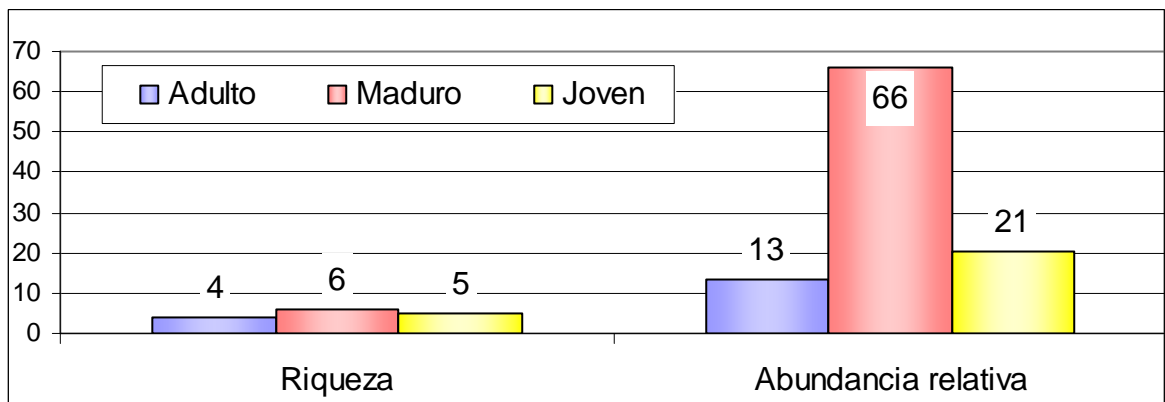
Régimen climático



Sitios de muestreo



Edad de cultivo.



4.6.3 Endocópidos (Gráfico 10): Respecto al régimen climático los valores de riqueza no variaron; los valores de abundancia relativa muestran que los endocópidos también son mas abundantes en estación lluviosa pero no hay diferencias significativas ( $X^2=3,2$ ,  $gl=1$ ,  $p>0,05$ ). Entre sitios de muestreo los valores de riqueza no variaron, sin embargo los valores de abundancia relativa si presentan diferencias significativas ( $X^2=14,45$ ,  $gl=1$ ,  $p<0,05$ ). Las edades de siembra muestran que no hay diferencias significativas en los valores de riqueza ( $X^2=0,42$ ,  $gl=2$ ,  $p>0,05$ ), los valores de abundancias relativas mas altos se presentaron en el cultivo maduro, se presentando diferencias significativas ( $X^2=30,2$ ,  $gl=2$ ,  $p<0,05$ ) mas no entre cultivos joven y Adulto ( $X^2=1,91$ ,  $gl=1$ ,  $p>0,05$ ).

## 5. DISCUSIÓN

La riqueza de especies de escarabajos coprófagos en el cultivo de palma aceitera es similar o un poco superior a lo encontrado en otros sistemas agrícolas como café, cacao, potreros de baja cobertura arbórea (Tabla 8) excepto a lo visto en la Reserva indígena de Talamaca, Costa Rica donde los sistemas agroforestales de cacao y banano poseen valores de riqueza y abundancia muy superiores (Tabla 8 y 9) (Harvey *et al.* 2006). De igual manera los valores de riqueza en el cultivo de palma se asemeja a otros sistemas intervenidos como remanentes de bosque seco, bosques riparios, cercas vivas, potreros de alta cobertura arbórea y bosques secundarios en recuperación (Tabla 8).

El modelo de trampa y el tipo de atrayente utilizado es similar en todos los trabajos, pero no es así con los esfuerzos de captura y las horas de trampas (Tabla 9), cuando se relaciona el número de capturas sobre las horas de trampa se obtiene un valor que permite comparar la abundancia entre localidades. Según esto, el cultivo de palma muestra una relación muy similar a la de ambientes más conservados como un bosque seco en Tolima (Medina 1996) o un bosque secundario en Nicaragua (Hernández 2003) y superior a otros tipos de sistemas (Tabla 9).

Los altos valores de abundancia y de riqueza pueden estar dados por la abundante presencia de animales domésticos dentro de las parcelas, como los búfalos utilizados para labores de cosecha, de ganado vacuno, caprino y porcino que forrajea hierbas y arbustos en las áreas de siembra y bordes de caminos, sobre todo en el cultivo 1996, esto se evidencia en que *O. marginicollis* que es

común zonas de potreros (Hernandez *et al.* 2003) posee el valor mas alto de abundancia (77%)

Tabla 8. Número de especies de escarabajos coprófagos registradas en diferentes ambientes en el trópico.

Localidad	Ambiente	MSNM	Riqueza
Sur del Cesar,	Cultivo de Palma aceitera	79 – 87	25
Norte del Tolima <sup>1</sup>	Remanentes de Bosque seco	250	23
Veracruz, Mexico <sup>2</sup>	Cultivo de Café con sombrío	1.120 – 1.590	16
Mesa de Los Santos, Santander , Colombia <sup>3</sup>	Café orgánico con sombrío	1718	16
Puerto Colombia, Meta <sup>4</sup>	Parche	200	29
	Corredor	200	30
Rivas, Nicaragua <sup>5</sup>	Bosque secundario	100 – 200	29
	Bosque ripario	100 – 200	24
	cercas vivas	100 – 200	25
	Potrero de alta Cobertura arbórea	100 – 200	25
	Potrero de baja Cobertura arbórea	100 – 200	21
Reserva indígena de Talamaca, Costa Rica <sup>6</sup>	Selva Húmeda	63 – 480	43
	Agroforesteria, cacao	63 – 480	48
	Agroforesteria, Banano	63 – 480	39
	Monocultivos	63 – 480	30
Sulawesi, Indonesia <sup>7</sup>	Cacao	1.110 – 1.200	12
	Maíz	1.110 – 1.200	13
Reserva forestal Escarlete, Valle del Cauca <sup>8</sup>	Bosque secundario	180	18
	Palmares de chontaduro	180	7

Tomado de: <sup>1</sup>. Escobar 1997; <sup>2</sup>. Pineda *et al.* 2005; <sup>3</sup> Villalobos y Pardo 2007; <sup>4</sup>. Amezcuita *et al.*1999; <sup>5</sup>. Hernández *et al.* 2003; <sup>6</sup>. Harvey *et al.* 2006; <sup>7</sup>. Shahabuddin *et al.* 2003; <sup>8</sup>. Medina y Catan 1996.

Tabla 9. Horas trampa y número de capturas de escarabajos coprófagos registradas en diferentes ambientes en el trópico.

Localidad	Ambiente	Horas de trampas	Capturas	Capturas/ Horas trampa
Sur del Cesar,	Cultivo de Palma aceitera	4.320	11.274	2,61
Norte del Tolima <sup>1</sup>	Remanentes de Bosque seco	960	2.744	2,86
Veracruz, Mexico <sup>2</sup>	Cultivo de Café con sombrío	2.304	1.000	0,43
Puerto Colombia, Meta <sup>3</sup>	Parche	3.360	1.083	0,32
	Corredor	3.360	1.670	0,50
Rivas, Nicaragua <sup>4</sup>	Bosque secundario	1.536	3.626	2,36
	Bosque ripario	1.536	2.567	1,67
	cercas vivas	1.536	2.524	1,64
	Potrero de alta Cobertura arbórea	1.536	2.294	1,49
	Potrero de baja Cobertura arbórea	1.536	1.790	1,17
Reserva indígena de Talamaca, Costa Rica <sup>5</sup>	Selva Húmeda	67.200	20.003	0,30
	Agroforesteria, cacao	302.400	64.040	0,21
	Agroforesteria, Banano	58.800	19.458	0,33
	Monocultivos	67.200	28.954	0,43
Sulawesi, Indonesia <sup>6</sup>	Cacao	5.760	81	0,01
	Maíz	5.760	69	0,01

Tomado de: 1. Escobar 1997; 2. Pineda *et al.* 2005; 3. Amezcuita *et al.* 1999; 4. Hernández *et al.* 2003; Harvey *et al.* 2006; 6. Shahabuddin *et al.* 2003.

Numerosas especies de escarabajos coprófagos están muy relacionadas a algún tipo específico de estiércol para su desarrollo (Hanski y Cambefort 1991), por consiguiente es importante el aporte que pueden estar ofreciendo en el sistema animales no domésticos como mamíferos y aves. Para esta plantación Olarte y Carillo (2007) reportaron la presencia de 130 especies de aves y 14 especies de mamíferos medianos, sobre todo en relictos de vegetación arbórea, se destacan las siguientes especies *Alouatta seniculus* (Mono aullador), *Cebus sp* (Mono cari blanco), *Cerdocyon thous* (zorro perruno), *Galictis vittata* (Huron), *Tamandua tetradactyla* (Hormiguero), *Didelphis marsupialis* (Fara gris) y *Sulvilagus floridianus*

(Conejo de monte). Aunque no se realizaron capturas de escarabajos en las heces de estos animales, la variedad de diferentes tipos de estiércol que pueden ofrecer es importante para la conservación de especies menos abundantes y poco comunes.

Para los datos generales La curva de acumulación de especies mostró un rendimiento cercano al 100%, sin embargo la tendencia en la estación de lluvias y seca es superior a lo encontrado; el aumento del número de trampas y la ubicación de trampas con cebos de diferentes mamíferos salvajes aumentaría significativamente el valor de la riqueza, dado el alto número de especies de escarabajos coprófagos con altos grados de especificidad respecto al sustrato, como lo evidenció Estrada *et al.* (1993) en excremento de monos aulladores (*Allouatta palliata*).

## 5.1 ESTACIONES CLIMATICAS

Los posibles efectos que la estación seca y de lluvia pueden tener sobre los escarabajos coprófagos son contradictorias, algunos trabajos muestran que no existe un efecto marcado (Escobar y Ulloa 2000), mientras que otros sustentan que algún régimen afecta. En la estación lluviosa la alta pluviosidad causa una deficiente oferta de nutrientes (Pardo y Castillo 2002), en la estación seca la dureza y compactación del suelo evita la formación de galerías (Escobar 1997), además secundariamente se observa una baja de producción de estiércol por parte de mamíferos debido a la poca oferta de frutos y otros alimentos (Estrada 1993).

Para el presente trabajo se observó que el cambio de estaciones no afecta a la comunidad de escarabajos coprófagos. Los valores de abundancia relativa y

riqueza son muy similares entre estación lluviosa y estación seca, de igual manera el análisis de varianza para los datos globales indican que no hay diferencias significativas, esto se asemeja a lo visto para el gremio de cavadores. Sin embargo los rodadores se encuentran afectados por la estación seca, se evidencio la reducción de la abundancia relativa y pérdida de diversidad, pues mostró el valor más bajo de los índices de Shannon (0,97) y de Simpson (0,37); en los endocópidos aunque no hay diferencias significativas se observo una disminución de la abundancia en estación seca.

El efecto de la desecación del estiércol es considerado como una limitante para el aprovechamiento de este recurso (Hanski y Cambefort 1991). El dosel en el cultivo de palma evita el exceso de radiación sobre el suelo del área cultivada, factor importante que puede influir en que el estiércol no sufra un rápida desecación, sin embargo el efecto negativo, que la estación seca al parecer causó a los escarabajos coprófagos, está dado por el marcado aumento de la temperatura y disminución de la pluviosidad (Tabla 1).

Los cavadores no se ven afectados porque construyen sus galerías debajo del excremento. Los rodadores al tener que mover porciones del estiércol de donde esta dispuesto a donde lo van a enterrar se ven afectados por la rápida desecación que causa el aumento de temperatura, echo que se ve reflejado en la disminución de la abundancia. Los endocópidos sufren directamente la desecación del sustrato al tener que desarrollarse donde éste se encuentre.

## 5.2 UBICACIÓN DE TRANSECTOS

El análisis de varianza indica que no hay diferencias entre los transectos ubicados en la zona de borde de bosque y los de la zona de cultivo, sin embargo los valores

de riqueza tanto de los datos totales como de los gremios son significativamente superiores en los transectos ubicados en la zona de cultivo. No obstante en el área de borde, 20 especies, muestran valores de abundancia relativa mayores respecto a la zona de cultivo, como por ejemplo *Coprophanæus. telamon*, *Dichotomius carolinus*, *Uroxys* sp1, *Dichotomius* sp1, *Deltochilum gibbosum*, *Canthon triangularis*.

Al no existir diferencias significativas entre las zonas, indica que la transición del bosque al área de siembra no es un hecho significativamente perturbador sobre las poblaciones, aunque la presencia de múltiples especies con niveles de abundancia superior en la zona de borde con bosque nos indican que esta zona es de suma importancia para la conservación y el mantenimiento de las poblaciones que no son tan comunes en el área de siembra.

### 5.3 EDADES DE CULTIVO

El análisis de la prueba de Tukey señala que el cultivo maduro presenta diferencias significativas con el cultivo joven. Los valores de los índices de *Shannon* y *Simpson* indican que el cultivo maduro posee un mayor número de especies dominantes, las especies mas abundantes son *O. marginicollis*, *P. hermes*, *O. curvicornis*, *Canthon* sp1 (*mutabilis*).

Las diferencias entre edades de cultivo se dieron a causa del mayor número de capturas de las especies dominantes en el cultivo maduro (95%) respecto al cultivo joven (77%), adicionalmente en este cultivo encontramos cuatro especies con valores de abundancia relativa muy superiores respecto al cultivo maduro (Tabla 3). Al parecer las capturas superiores en el cultivo maduro son efecto de la mayor oferta de alimento de animales domésticos.

## 6. CONCLUSIONES

Los valores de riqueza indican que este se asemeja más a bosques que a sistemas agrícolas, sin embargo las especies dominantes se reportan como comunes en potreros, de tal forma que el agroecosistema de palma aceitera se ubica en una posición intermedia entre ambientes muy perturbados como potreros y ambientes menos perturbados como boques secundarios.

La no formación de grupos marcados en el análisis de agrupamiento de la prueba de Jaccard y la poca variación de los valores de riqueza de especies entre las variables, nos indica que la comunidad de escarabajos coprófagos están indistintamente distribuida en el cultivo de palma aceitera.

El régimen climático no afectó de manera general a la comunidad, pero se evidenció que la de estación seca produce una disminución en la abundancia y riqueza en el gremio de los cavadores endocópridos.

## 7. RECOMENDACIONES

Para tener un estimativo más cercano acerca del estado del grupo de los escarabajos coprófagos en el área de estudio, se deben ampliar los muestreos, además del sistema de palma aceitera, en otros hábitats, que contemplen otros sistemas agrícolas junto con sistemas pocos intervenidos como parches de bosques, bosques riparios, etc.

Evaluar desde el punto de vista económico y ecológico que beneficios directos al cultivo por aireación de suelos, reciclaje de materia orgánica, incorporación de nutrientes al suelo, y control de moscas, generado por la presencia de una grupo tan abundante de escarabajos coprófagos.

Evaluar el uso de escarabajos coprófagos como posibles indicadores de los efectos sobre la fauna por el uso de agroquímicos para el manejo de plagas y de fertilizantes; debido a que este grupo es considerado buen indicador biológico (de diversidad), además de estar muy relacionados con el suelo y estar presentes en el cultivo de palma aceitera.

## BIBLIOGRAFÍA

DANE ALTIRI, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74/1999) 19-31.

AMÉZQUITA, S.J.; FORSYTH, A.; LOPERA T, Alejandro Y CAMACHO M, A. 1999. Comparación de la composición y riqueza de especies de escarabajos coprófagos (coleoptera: scarabaeidae) en remanentes de bosque de la Orinoquia Colombiana. *Acta Zool. Mex. (n.s.)* 76: 113-126 (1999).

ARIFFIN, D. and MOHD, B. 2001. MIP intensivo para el manejo de plagas en palma aceitera. *PALMAS*. Vol 22 No. 4 – 2001.

CALVACHE, H. 2001. El manejo integrado de plagas en el agroecosistema de la palma aceitera. *PALMAS* .Vol 22 No. 3.

COLWELL, R.K. 2005. EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 7.5. Guía de usuario y aplicación disponibles en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS>.

COLWELL, R.K. and CODDINGTON, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)*, 345:101-118.

DONALD, P.F. 2004. Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conservation Biology*, Volume 18, No1, February 2004. Pages 17-37.

ESCOBAR, F. 1997. Estudio de la comunidad de Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remante de bosque seco al norte de Tolima, Colombia *Caldasia* 19:419-430.

ESTRADA, A.; HALFFTER, G.; COATES-ESTRADA R. and MERRIT, D.A. 1993. Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Allouatta palliata*) and omnivore (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *J. Trop. Ecol.* 9: 45 - 54.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). 2007. StatisticalData OILS WORD 2006.xls [Base de datos en línea]. STAT. consultado el 02 de diciembre del 2007. Disponible en <http://faostat.fao.org/site/340/DesktopDefault.aspx?PageID=340>.

FAVILA, M.E. and HALFFTER, G. 1997 The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zool. Mex.* 72:1-25.

FEDEPALMA (FEDERACIÓN NACIONAL DE PALMICULTORES). 2007. Economía y mercados [Boletín informativo en línea]. Consultado el 10 de Enero de 2008. disponible en [http://www.fedepalma.org/eco\\_nacional.shtm](http://www.fedepalma.org/eco_nacional.shtm)

GENTY, PH. 1984. Estudios entomológicos con relación a la palma Africana en America Latina. *PALMAS*. Vol 5 No 1.

GREENGRASS, E. 2006. A Primate Survey of Ologbo Forest. SUBMITTED TO PRESCO Plc. 39 paginas, Inédito.

HALFFTER, G. and EDMONDS W.D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and Evolutive approach. Instituto de Ecología, Mexico. D.F

HALFFTER, G. and FAVILA, M.E. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analising, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International* No 27, 15-21.

HAMMER Ø, D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electrónica* 4: 1-9.

HANSKI, I. and CAMBEFORT, Y. 1991. Dung Beetle Ecology. Princeton University Press, Princeton New Jersey. 481pp.

HARVEY, C.A; GONZALES, J. and SOMARRABA, E. 2006. Dung beetle and terrestrial mammal diversity in forests, Indigenous agroforestry and plantain monocultures in Talamaca, Costa Rica. Biodiversity and Conservation (2006) 15: 555 – 585.

HENSON, I.E. 1995. Impactos ambientales de las plantaciones de palma de aceite en malasia. Palmas 16 (4):49-65.

HERNANDEZ, B.; MAES, J.M.; HARVEY, Celia A.; VÍLCHEZ, S.; MEDINA, A. y SÁNCHEZ, D. 2003. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. Agroforestería en las ameritas. Vol 10 No 39-40.

HOLDRIDGE, L. 1996. Ecología basada en Zonas de Vida. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. Cuarta reimpresión. San José, Costarrica.

JACQUEMARD, J.C. 2006. Biodiversity at PT Socfindo (Indonesia), birds in Oil Palm Estates. Inédito 11 paginas.

KOHLMANN B. y SOLIS A. 1997. El género *Dichotomius* (Coleoptera: Scarabaeinae) en Costa Rica. G. it. Ent; 8: 343-383.

MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University, Princeton, New Jersey. 192 p.

MAZORRA, M.A. 2002. Guía Ambiental para el sub. sector de la Agroindustria de la Palma aceitera. Federación nacional de cultivadores de palma. Bogota D.C. 136 pp.

MEDINA, C.A y KATTAN, G. 1996. Diversidad de Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) de la reserva natural de Escalerete. Cespadesia 21:89-102.

MEDINA, C.A y. LOPERA, A. 2001. Clave ilustrada para la identificación de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia *Caldasia* 22(2):299-315.

MEDINA, C.; LOPERA, A.; VITOLO, A. y GILL, B. 2001. Escarabajos coprofagos de Colombia. *Biota colombiana* 2(2) 131-144.

MINISTERIO DE AGRICULTURA 2007. Exportaciones de productos de origen agropecuario y agroindustrial 1991-2006, elaborado con base en las estadísticas de comercio exterior del DANE. [Documento informativo en línea]. Consultado el 22 de septiembre de 2007. Disponible en <http://www.agronet.gov.co/>.

MOSQUERA M; RODRÍGUEZ J.E. y MARTÍNEZ R. 2006. Impacto de la inversión en ciencia y tecnología a través de Cenipalma. *PALMAS*, Vol 27 No. 2 – 2006.

OLARTE, J.E. y CARRILO M. 2007. Informe inventario de flora y fauna asociada a cultivos de palma aceitera (*Elaeis guineensis* jacq.) en la plantación de indupalma San Alberto (Cesar). Informe final entregado a INDUSTRIAL AGRARIA LA PALMA S.A. PAE-FO-111 R0 139 paginas. Inédito.

PADILLA, M.; CHINCHILLA, C.; ARIAS, E. y FLORES, I. 1995. Aves depredadoras diurnas y daño por ratas en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Honduras. *ASD Oil Palm Papers*, N° 10, 1-12. Disponible en Internet: <http://www.asdcr.com/ASDPub/Bol10/B10c1Esp.htm>.

PARDO-LOCARNO, L.C. 1991. Contribución al reconocimiento y ecología de las familias de coleoptera de la cuenca del río Calima (Valle del Cauca). *CESPEDESIA*, Vol. 18 No. 60: 169 – 162.

PARDO-LOCARNO, L.C. y CASTILLO, L.D. 2002. Muestreo preliminar de los escarabajos copronecrofilos (Coleoptera, Scarabaeidae) de las selvas de Chancos, Calima, Choco Biogeográfico (Valle). *Bol. Cient. Mus. His. Nat. U. Caldas*, 6: 11-27.

PINEDA, E.; MORENO, C.; ESCOBAR, F. and HALFFTER, G. 2005. Frog, bat, and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroeco-systems of Veracruz, Mexico. *Biology Conservation*, 10 (2): 1-11.

RODRÍGUEZ B, M. and VAN-HOOF, B. 2003. Desempeño ambiental del sector palmero en Colombia. Federación nacional de cultivadores de palma aceitera Fedepalma. 157 paginas.

SHAHABUDDIN; SCHELZE, C. and TSCHARNTKE, T. 2005. Changes of the dung beetle communities from rainforests towards agroforestry systems and annual cultures in Sulawesi (Indonesia). *Biodiversity and conservation* 14: 863-877.

TURSHAK, L.G. and MANU, S.A. 2006. Report on ornithological survey conducted at the Ologbo concession and the Obaretin estate, Edo state, Nigeria. SUBMITTED TO PRESCO Plc. 42 paginas. Inédito.

VEIGA C.M; LOBO J.M y MARTIN-PIERA, F. 1998. Las trampas pitfall con cebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagos de Sacarabaeoidea (Col) II: Análisis de efectividad. *Rev Ecol. Biol. Sol*, 1989, 26 (1): 91-109.

VILLALOBOS, A. y PARDO-LOCARNO, L.C. 2007. Abundancia y diversidad de coleópteros coprófagos en la micro cuenca de la quebrada la Honda (Santander). *Perfiles UDES*. 3(4): 71-77.

VILLARREAL, H; ALVAREZ, M.; CORDOBA, S.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GASH, F.; MENDOZA, H.; OSPINA, M. y UMAÑA. 2004. Manual para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogota, Colombia. 236 p.

VÍTOLO, A. 2000. Clave para la identificación de los géneros y especies Phanaeinas (Coleoptera: Scarabaeidae: Coprinae: Phanaeini) de Colombia *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 24(93):591-603.

ANEXO A

<b>Especie</b>	<b>Gremio</b>	<b>B-A96</b>	<b>B-A75</b>	<b>B-A01</b>	<b>B-B75</b>	<b>B-B96</b>	<b>B-B01</b>	<b>P-A96</b>	<b>P-A96</b>	<b>P-A01</b>	<b>P-B75</b>	<b>P-B96</b>	<b>P-B01</b>
<i>Canthidium sp1</i>	Cavador	0	3	1	4	8	2	0	0	1	2	1	1
<i>Canthidium sp2</i>	Cavador	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Canthidium sp3</i>	Cavador	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Coprophanæus telamon</i>	Cavador	4	7	27	12	11	30	3	5	2	7	4	2
<i>Dichotomius agenor</i>	Cavador	0	5	0	28	9	10	0	2	0	22	8	4
<i>Dichotomius carolinus</i>	Cavador	0	3	0	16	3	6	0	1	0	7	2	2
<i>Dichotomius satanas</i>	Cavador	0	4	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0
<i>Onthophagus curvicornis</i>	Cavador	19	12	5	8	27	4	34	24	15	24	51	14
<i>Onthophagus marginicollis</i>	Cavador	672	531	299	519	824	181	1532	793	452	360	2306	294
<i>Phanaeus hermes</i>	Cavador	115	88	28	136	58	22	227	71	15	52	256	24
<i>Uroxys sp1</i>	Cavador	0	24	46	7	44	20	0	6	46	2	0	22
<i>Uroxys sp2</i>	Cavador	0	5	21	7	29	6	0	0	42	1	3	11
<i>Uroxys sp3</i>	Cavador	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uroxys sp4</i>	Cavador	0	2	0	36	0	0	0	1	0	7	0	0
<i>Canthon septemmac</i>	Rodador	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Canthon sp1 (mutabilis)</i>	Rodador	4	3	11	0	0	11	64	13	5	0	1	8
<i>Canthon sp2</i>	Rodador	0	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
<i>Canthon triangularis</i>	Rodador	17	30	0	8	2	1	15	10	2	0	0	1
<i>Deltochilum gibbosum</i>	Rodador	14	13	12	6	4	7	4	8	18	6	4	10
<i>Pseudocanthon sp1</i>	Rodador	0	1	0	1	3	1	0	0	2	0	1	0
<i>Scybalocanthon</i>	Rodador	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Aphodiinae 1	Endocoprído	2	0	1	0	1	6	6	2	0	0	8	0
Aphodiinae 2	Endocoprído	4	4	1	1	4	3	22	7	3	0	3	4
Aphodiinae 3	Endocoprído	0	0	0	0	0	2	39	2	0	0	0	0

Aphodiinae 4	Endocoprido	0	3	2	1	12	8	3	2	3	2	15	4
--------------	-------------	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	----	---

Matriz de datos generales de escarabajos coprófagos. P-A75 = Zona de cultivo, estación lluviosa, cultivo adulto; B-A75 = Zona de borde, estación lluviosa, cultivo adulto; P-A96 = Zona de cultivo, estación lluviosa, cultivo maduro; B-A96 = Zona de borde, estación lluviosa, cultivo maduro; P-A01 = Zona de cultivo, estación lluviosa, cultivo joven; B-A01 = Zona de borde, estación lluviosa, cultivo joven.

MES	AÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

## Anexo B.

Histórico de lluvias de la plantación de Indupalma. Fuente Centro de Documentación y Estadística de Indupalma 2007.

<b>ENE</b>		0	64	163	46	0	0	90	3	225	15	0	1	0	77	100	80
<b>FEB</b>		16	19	25	42	0	66	83	139	241	85	0	62	26	16	10	6
<b>MAR</b>		107	79	252	120	194	298	5	263	52	101	232	41	107	13	115	186
<b>ABR</b>		73	216	241	484	474	84	70	344	208	229	183	435	287	245	325	376
<b>MAY</b>		393	261	465	321	230	432	352	476	256	283	295	185	393	377	426	256
<b>JUN</b>		200	207	114	105	407	119	172	115	87	182	102	129	351	126	219	230
<b>JUL</b>		195	172	201	202	333	258	80	224	240	109	237	114	284	245	113	226
<b>AGO</b>		132	198	318	171	317	150	49	213	254	183	82	91	193	118	310	358
<b>SEP</b>		280	195	99	254	352	275	182	138	417	369	167	300	218	426	347	206
<b>OCT</b>		322	318	136	258	296	223	264	424	537	398	343	553	353	348	415	242
<b>NOV</b>		382	314	503	467	227	127	507	368	191	144	206	291	344	427	206	376,9
<b>DIC</b>		81	287	111	52	142	225	21	234	185	151	238	56	110	40	59	74
<b>TOTAL</b>		<b>2180</b>	<b>2328</b>	<b>2627</b>	<b>2521</b>	<b>2971</b>	<b>2256</b>	<b>1874</b>	<b>2941</b>	<b>2893</b>	<b>2248</b>	<b>2085</b>	<b>2257</b>	<b>2665</b>	<b>2457</b>	<b>2646</b>	<b>2617,2</b>