



El Colegio de la Frontera Sur

Biodiversidad y selección de artrópodos bioindicadores de tres tipos de manejo forestal en el sur de Quintana Roo

TESIS

Presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestra en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

por

Ing. Laura Elena Cavanzón Medrano

2011

Forma de citar:

Cavanzón-Medrano, L.E. 2011. Biodiversidad y selección de artrópodos bioindicadores de tres tipos de manejo forestal en el sur de Quintana Roo. Tesis de Maestría, El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, México. Pp 123 .

Dedicatoria

A Dios, por darme toda la felicidad del mundo y aún más

A mi Familia

Juan Pablo y Michelle por compartir a su mamá con el montón de bichos colectados, por ayudarme en las colectas y por no dejar que mi corazón se rindiera.

A Tomás Garrido Carvajal

Por apoyarme en todo momento y empujarme a cumplir mis metas.

A mis padres

Por el apoyo constante y amor incondicional, gracias mamá por el gran ejemplo de mujer que has sido siempre en mi vida por demostrarme que se puede cumplir todos tus sueños y seguir siendo la mejor mamá del mundo.

A mis hermanos, primos y tíos.

Por su apoyo y porras para seguir superándome y ayudas en las colectas.

Agradecimientos

Un especial agradecimiento al Dr. Yann Hénaut por aceptarme como estudiante, proveer el material necesario para la realización del trabajo, apoyarme en la captura e identificación de los organismos, ser un guía en la planeación y escritura de la tesis. Muchas gracias.

Al Comité Tutorial constituido por M.C. Benigno Gómez y Gómez y Dra. María del Carmen Pozo de la Tijera por sus comentarios y la dedicación a mi trabajo, su tiempo invertido es invaluable. A mis sinodales la Dra. Salima Machkour M'Rabet y Dr. Pedro Antonio Macario Mendoza, por revisar el trabajo, sus comentarios y sugerencias al escrito final.

Al Colegio de la Frontera Sur por ser parte importante en mi formación académica y profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por otorgarme la beca de estudio.

A la Dra. Carmen Pozo encargada del museo de Zoología de la unidad Chetumal por el espacio asignado durante el montaje, preparación y resguardo de los ejemplares en la colección entomológica.

A Salima Machkour por su ayuda en el análisis de los datos.

Un muy especial agradecimiento a todos los colaboradores del museo de zoología de la unidad Chetumal, por su ayuda e interés en los organismos colectados Noemí Salas Suárez; por su ayuda en la identificación de mariposas diurnas, Estela de los Ángeles Domínguez Mukul, Tania Montejo Cantun y José Manuel Medina Mex.

Al Dr. Jean Paul Daniel Ange Lachaud y Dra. Irma Gabriela Pérez por su ayuda en la identificación de los organismos de la familia Formicidae y por facilitar el material necesario para la identificación.

Al Maestro en Ciencias, Juan Carlos Di Trani por su ayuda en la identificación de organismos.

A MTI Janneth Adriana Padilla Saldívar por su ayuda en la elaboración de los mapas para la tesis y el artículo.

A José Santos y Gabriela Zacarías, por su amabilidad, confianza y por facilitarme el acceso a la literatura necesaria para el desarrollo de la tesis.

A Patricia Bardales y Magdalena Hernández por su ayuda y orientación de los trámites lo largo de esta maestría

Al biólogo Rodrigo Pacheco, Víctor Hugo González y Louise Hopkins por su ayuda en las colectas.

A mis compañeros de maestría que sin su ayuda no hubiera podido pasar del primer mes, gracias de todo corazón.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	i
1. Introducción.....	1
2. Objetivos.....	7
2.1. General.....	7
2.2. Específicos.....	7
3. Hipótesis.....	8
4. Materiales y métodos.....	9
4.1. Área de estudio.....	9
4.2. Áreas de Muestreo.....	11
4.3.4.2.1. Área de Plantación.....	11
4.2.2 Área de Aprovechamiento.....	12
4.2.3 Área Control.....	12
4.3 Diseño de muestreo.....	13
4.3.1 Técnicas de colecta.....	14
4.4 Identificación de organismos.....	19
4.5 Análisis de Datos.....	20
5. Resultados.....	22

5.1 Fauna de artrópodos en una zona de bosques, con diferentes manejos forestales.....	23
5.2 Análisis del efecto de diferentes tipos de manejo y la estacionalidad sobre la biodiversidad de artrópodos.....	29
5.3 Especies bioindicadoras de los diferentes tipos de manejo, temporadas y las mejores técnicas de colecta para dichas especies.....	33
5.3.1 Familias bioindicadoras por tipo de manejo.....	33
5.3.2 Familias bioindicadoras por temporada.....	35
5.3.3 Eficiencia de técnicas de colecta por familia.....	37
5.4 Familias plagas y/o invasoras encontradas en cada área y cada temporada.....	52
5.5 Familias con uso potencial para control de plagas.....	54
5.6 Especies en peligro de extinción.....	55
6. Discusiones.....	56
7. Literatura Citada.....	66
8. Referencias Electrónicas.....	77
9. Anexos.....	71
10. Publicación.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies arbóreas encontradas en las áreas de muestreo.....	79
Cuadro 2. Numero de repeticiones por trampa en cada área y temporada.....	14
Cuadro 3. Numero de órdenes y familias presentes en las diferentes temporadas.....	24
Cuadro 4. Numero de órdenes y familias presentes en las diferentes áreas.....	24
Cuadro 5. Índices de biodiversidad por temporadas, comparando las áreas con los diferentes tipos de manejo.....	26
Cuadro 6. Número total de individuos colectados por familias obtenidas en las diferentes áreas y temporadas, con todos los métodos de colecta	27
Cuadro 7. Índices de biodiversidad por Temporadas, comparando las áreas con los diferentes tipos de manejo.	33
Cuadro 8. ANOVA de las familias por área.....	34
Cuadro 9. ANOVA de las familias por temporada, con el promedio de individuos por temporada,	36
Cuadro 10. ANOVA de las familias por trampa.....	38
Cuadro 11. Índices de biodiversidad por trampa.....	39
Cuadro 12. Familias plagas con su huésped presentes en las áreas muestreadas.....	53
Cuadro 13. Artrópodos controladores de plagas en el estado de Quintana Roo.....	54

Cuadro 14. Características recomendadas para que un taxón sea un buen
indicador.....57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del área de estudio.....	10
Figura 2. Vista del áreas de muestreo con el programa google earth.....	11
Figura 3. Colecta de artrópodos mediante la red de golpeo.....	16
Figura 4. Colecta de artrópodos por medio de la trampa de luz.....	17
Figura 5. Organismos colectados mediante la colecta directa.....	18
Figura 6. Trampas Pitfall.....	19
Figura 7. Organismos identificados y marcados en el laboratorio.....	20
Figura 8. Similaridad Bray Curtis para las diferentes areas en las diferentes temporadas.....	31
Figura 9. ACP trampa de luz con familias.....	42
Figura 10. ACP trampa de luz por áreas y temporadas.....	42
Figura 11. ACP colecta directa nocturna con familias.....	44
Figura 12. ACP colecta directa nocturna por áreas y temporadas.....	44
Figura 13. ACP red nocturna con familia.....	46
Figura 14. ACP red nocturna por áreas y temporadas.....	46
Figura 15. ACP colecta directa diurna con familias.....	48
Figura 16. ACP colecta directa diurna por áreas y temporadas.....	48

Figura 17. ACP red diurna con familias.....	49
Figura 18. ACP red diurna por áreas y temporadas.....	49
Figura 19. ACP Pitfall con familias.....	51
Figura 20. ACP Pitfall por áreas y temporadas.....	51

Resumen

La riqueza forestal de muchos países, se encuentra en serio riesgo por el cambio global, y trae como consecuencia la pérdida de la biodiversidad de estos ecosistemas. Es necesario realizar más estudios acerca del impacto de las actividades humanas sobre la biodiversidad en el sur del estado de Quintana Roo. La función del bioindicador es hacer posible una respuesta aproximada a un problema complejo y laborioso, que es medir y supervisar la biodiversidad total. El uso de bioindicadores nos permitirá evaluar si las actividades humanas que se rigen por la SEMARNAT, pueden traer no solo beneficios económicos, sino una mayor protección al medio ambiente. El objetivo de este estudio es determinar la biodiversidad de artrópodos y la posibilidad de usarlos como bioindicadores en plantaciones forestales, encontrando las mejores temporadas (nortes, secas y lluvias) y métodos de colecta (luz, colecta directa, red de golpeo y pitfall), de dichos bioindicadores. Se llevarón a cabo muestreos en tres tipos de manejo forestal (plantaciones forestales comerciales, aprovechamiento forestal y sin aprovechamiento alguno) a lo largo de las diferentes temporadas y con los diferentes métodos de colecta. Para determinar los individuos con posibilidad de usarse como bioindicadores, se realizaron pruebas de ANOVA, ACP e índices de biodiversidad para las diferentes áreas, temporadas y trampas. Los individuos que mostraron una mayor sensibilidad en cuanto a las perturbaciones fueron; Cosmetidae, Gerridae y Nymphalidae. La temporada de lluvias es la que presenta una mayor diversidad en cuanto a la riqueza de familias. La colecta directa y red nocturna son las trampas que presentaron mayor riqueza de familias capturadas.

Palabras Clave: Temporadas, métodos de colecta, Cosmetidae, Gerridae y Nymphalidae.

1

2 **Biodiversidad y selección de artrópodos bioindicadores de tres tipos de manejo**
3 **forestal en el sur de Quintana Roo**

4

5 **1. INTRODUCCIÓN**

6 La enorme superficie que cubren las selvas y los bosques en México le brindan,
7 además de una variada gama de servicios ambientales, un gran potencial para el
8 aprovechamiento de sus recursos forestales (Sistema Nacional de Información
9 Ambiental 2009). Los bosques y selvas protegen el suelo contra la erosión, propician el
10 mantenimiento de su fertilidad, garantizan el volumen y la calidad del agua captada en
11 las cuencas, preservan la biodiversidad y propician la estabilidad climática a niveles
12 regional y global (Groombridge y Jenkins 2002). Las zonas forestales también sirven
13 como espacios para la recreación y el turismo, la educación y la generación del
14 conocimiento científico, además del enorme valor cultural y espiritual que tienen para
15 muchos grupos humanos (Hayes 2006; Machkour-M'Rabet et al. 2011; Alves y Rosa
16 2006).

17 Desafortunadamente, la riqueza forestal de muchos países en el mundo, incluido
18 México, se encuentra en serio riesgo. A nivel mundial, entre 1990 y 2000 se perdieron
19 anualmente cerca de nueve millones de hectáreas de cubierta forestal, a una tasa
20 anual de 0.2%. México no es la excepción a esta deforestación y anualmente se
21 pierden los bosques de, 370 mil a 1.5 millones de hectáreas. Los factores que inciden
22 en la pérdida de la cubierta forestal y, por ende, de los recursos forestales que albergan
23 son complejos, de acuerdo a Fischer et al. (2007) y Salas et al. (2000). El cambio

24 global que estamos viviendo en el planeta es amenaza para selvas y bosques, y trae
25 como consecuencia la pérdida de biodiversidad en esos ecosistemas (Harrison y Bruna
26 1999; Dale et al. 2000; Davies et al. 2000; Klein et al. 2006). Se reconocen como las
27 principales presiones: la conversión de las tierras forestales a otros usos (agrícolas,
28 ganaderos o urbanos); la extracción tanto legal como ilícita de productos forestales
29 (maderables y no maderables); los incendios, las plagas y las enfermedades forestales
30 (Matthews 2000).

31 La península de Yucatán es considerada por Myers et al. (2000) como un hotspots en
32 términos de biodiversidad y es importante aplicar medidas de conservación para esta
33 área que cuenta con un gran número de especies endémicas.

34 El reconocimiento de esta problemática ha generado una creciente preocupación
35 mundial respecto al impacto de las actividades humanas sobre el estado de los
36 recursos forestales y, con ello, se han desarrollado estrategias que permitan la
37 recuperación y el aprovechamiento sustentable de estos recursos.

38 En el caso de México, entre las estrategias encaminadas a reducir la presión sobre los
39 recursos forestales se encuentra el Programa de Plantaciones Forestales Comerciales,
40 la cual es evaluada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
41 (SEMARNAT) de acuerdo a la ley general de desarrollo forestal sustentable.

42 Para determinar si las actividades y acciones propuestas para la recuperación están
43 funcionando es necesario determinar lo que está pasando en la biodiversidad.

44 La función del bioindicador es hacer posible una respuesta aproximada a un problema
45 complejo y laborioso, que es medir y supervisar la biodiversidad total. El uso de grupos

46 indicadores permite seguir que es lo que está pasando en la biodiversidad por medio
47 de su monitoreo (Favila y Halffter, 1997).

48 Las especies indicadoras han sido clasificadas en tres categorías (McGeoch, 1998); 1)
49 Indicadores ambientales, que reflejan directamente el estado abiótico o biótico del
50 ambiente; 2) Indicadores ecológicos, que reflejan el impacto de cambios ambientales
51 sobre un hábitat, comunidad ecosistema; 3) indicadores de biodiversidad, que son
52 indicativos de un taxa, o de toda la biodiversidad, en un área definida.

53 Los artrópodos y en particular los insectos, representan el filo más numeroso y diverso
54 del reino animal y tienen un importante rol dentro de las funciones ecológicas (Kim
55 1993). Los insectos son considerados como muy buenos indicadores para medir el
56 impacto de las actividades humanas en la biodiversidad, esto debido a su diversidad,
57 abundancia, su presencia en prácticamente todos los hábitats y su relación con el
58 medio (Rosenberg et al. 1986; Brown 1991; Schuster 2000; Schulze 2004). Además
59 una ventaja importante es una colecta fácil y relativamente económica de estos taxas
60 (Arroyo et al. 2003; Langor y Spence 2006).

61 En las selvas tropicales, por ejemplo en la Selva Atlántica de Brasil, un gran número de
62 órdenes de la clase Insecta (termitas, hormigas, escarabajos, mariposas) fueron
63 identificados como prácticos, informativos y ecológicamente confiables indicadores
64 para monitorear cambios ambientales esto debido a que los animales pequeños tienen
65 dos propiedades importantes para el monitoreo de sistemas: ciclos de vida cortos y una
66 baja resiliencia (Brown 1997).

67 Particularmente en las zonas del trópico y del neotrópico varios estudios mencionan a
68 los artrópodos como buenos indicadores para medir el impacto de las actividades
69 humanas en la biodiversidad. Reyes-Novelo et al. (2009) consideran a las abejas como
70 buenos indicadores en el neotrópico. Por otro lado, Favila y Halffter (1997) y Morón
71 (1997) consideran a los escarabajos como los mejores, mientras que Villarreal et al.
72 (2006), Stork (2003) y Pozo et al. (2009) prefieren a las mariposas como las mejores
73 bioindicadoras. Para Pinkus et al. (2006) la característica por la cual las arañas son
74 mejores bioindicadores, es debido a que son depredadores ubicuos y tienen la
75 capacidad de controlar plagas en los sistemas agrícolas.

76 Las técnicas de trapeo de artrópodos contribuyen en gran medida para cambiar los
77 resultados obtenidos y merecen ser analizadas. El diseño de muestreo es uno de los
78 factores que puede cambiar los resultados (De Groot y Nott 2001). Para Bowden (1982)
79 y Hoback et al. (1999) las trampas de atracción como lo son las trampas de luz, las
80 trampas pegajosas y con carnadas, tienen muchas limitaciones y la efectividad de las
81 trampas varía entre taxas. Hoback et al. (1999), menciona las técnicas de muestreo
82 mediante la interceptación de los insectos, como la red de golpeo, trampas pitfall y
83 malaise, presentan la gran ventaja de capturar todos los individuos que se encuentran
84 cruzando sus barreras. La eficiencia de estas técnicas de muestreo depende de
85 diferentes parámetros como es la colocación de las trampas, retención de la captura, el
86 ambiente físico y el grado de movilidad de las especies en su hábitat.

87 Otro de los factores que puede cambiar los resultados del muestreo de insectos es el
88 clima, como demostró Butler et al. (1999) estudiando Macrolepidoptera. Su estudio
89 demostró que las abundancias de las macrolepidopteras, en West Virginia (Estados

90 Unidos), fueron mayores durante los años calientes y secos, mientras que en los años
91 fríos y húmedos las abundancias disminuyeron considerablemente. Es evidente que
92 una temperatura ambiental mínima y las lluvias afectan significativamente las
93 abundancias con trampas de luz y trampas malaise, siendo menores que en las
94 temporadas más calientes y secas. Finalmente se demostró que la luz de la luna y la
95 ausencia de nubes reducen la captura de polillas con la trampa de luz negra. Otros
96 estudios realizados por Wolda (1978) con Homóptera, Tettigoniidae y Mantidae en
97 Panamá, y Pozo et al. (2008) con Lepidóptera en la región de Calakmul, demuestran
98 que los cambios entre temporadas afectan gravemente el estudio de la biodiversidad
99 de estos taxas.

100 Basándonos en los estudios previos, creemos que el conocimiento de la biodiversidad
101 de artrópodos presentes en los diferentes tipos de manejo forestal nos permitirá
102 identificar cuáles serían las familias bioindicadores más adecuados para la zona sur del
103 estado de Quintana Roo.

104 Es necesario realizar más estudios acerca del impacto de las actividades humanas
105 sobre la biodiversidad en el sur de estado de Quintana Roo y no solo enfocar los
106 estudios a las áreas protegidas. El resultado de dichos estudios nos permitirá evaluar si
107 las actividades humanas de aprovechamiento forestal que se rigen por la SEMARNAT,
108 pueden traer no solo beneficios económicos, sino una mayor protección al medio
109 ambiente.

110

111

112 **2. OBJETIVOS**

113 2.1 General

114 Determinar la biodiversidad de artrópodos y la posibilidad de usarlos como
115 bioindicadores en plantaciones forestales

116 2.2 Específicos

117 ❖ Determinar la fauna de artrópodos en una zona de bosques, con diferentes
118 manejos forestales (conservado, aprovechamiento forestal y plantación
119 comercial).

120 ❖ Analizar el efecto de como los diferentes tipos de manejo forestal, y la
121 temporalidad, afectan la biodiversidad, tomando en cuenta las temporadas de
122 secas, lluvias y nortes.

123 ❖ Identificar familias bioindicadoras en los diferentes tipos de manejo forestal y las
124 mejores técnicas para su colecta.

125 ❖ Identificar las especies de plagas y/o invasoras encontradas en los diferentes
126 tipos de manejo y cada temporada según el listado de Equihua (2002) para el
127 estado de Quintana Roo.

128 ❖ Identificar las posibles familias de enemigos naturales para las plagas para cada
129 tipo de manejo forestal y cada temporada.

130 ❖ Identificar las familias en peligro de extinción de acuerdo con los listados
131 nacionales NOM 059 e internacionales CITES.

132 **3. HIPOTESIS**

133 ❖ La diversidad de la fauna de artrópodos se ve afectada por los diferentes tipos
134 de manejo.

135 ❖ Existen familias del filo Artropoda que son bioindicadores de los grados de
136 perturbación ocasionados por diferentes manejos.

137 ❖ Existen familias del filo Artropoda que son bioindicadores de los grados de
138 perturbación ocasionados por diferentes temporadas.

139 ❖ Existen técnicas o métodos de trampeo, más indicadas para encontrar
140 determinadas familias bioindicadoras.

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151 **4. MATERIALES Y METODOS**

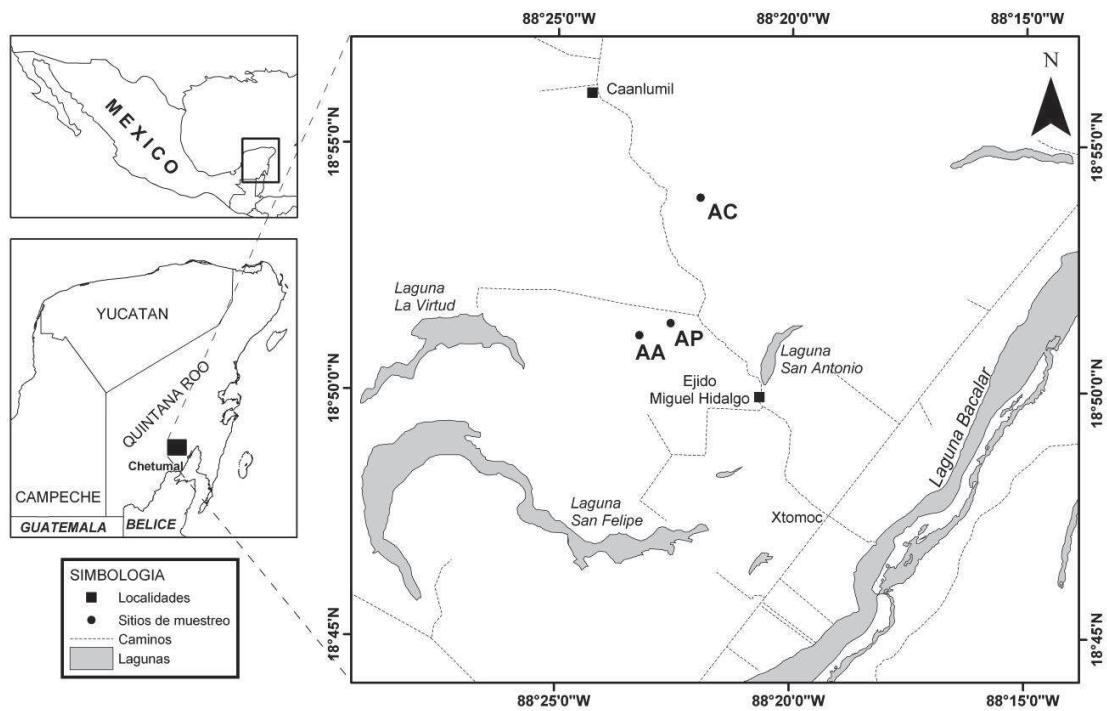
152 4.1 Área de estudio

153 El área de estudio se encuentra en el ejido Miguel Hidalgo y Costilla, del municipio de
154 Othón P. Blanco, ubicado a 25 Km al norte del Municipio de Bacalar, en las
155 coordenadas 18° 50'03" N y 88° 20'42" O.

156 El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual
157 oscila entre 24° y 28° C. La precipitación anual se encuentra entre 1,000 y 1,200 mm.
158 Se presentan tres estaciones climáticas: secas que se extiende de febrero a mayo,
159 seguida de las lluvias desde junio a septiembre la cual es seguida por los “nortes” (o
160 fríos) que va de octubre a enero. La temporada de “nortes” se refiere a los frecuentes
161 frentes fríos que cruzan el Golfo de México y llevan humedad desde el Noreste hacia el
162 Sureste. Sin embargo, la duración de cada temporada climática puede variar cada año
163 (Bahena 1994; CONABIO 1997; Williams-Linera y Meave 2002; INEGI 2009).

164 En el ejido de estudio se encuentran los predios particulares denominados “el Naranjal
165 II” y “el Naranja III” además de contar con un área forestal la cual no ha sido sujeta a
166 ningún tipo de aprovechamiento hasta el momento de nuestro estudio. Esta situación
167 nos permitió muestrear tres áreas diferentes: 1) “el Naranjal II” que denominaremos
168 desde ahora como área de plantación (P); 2) “el Naranjal III” área de aprovechamiento
169 (A) y 3) El área forestal del ejido sin aprovechamiento que será nuestra área control
170 (C). La Figura 1 muestra la ubicación de las tres áreas de muestreo.

171 Tanto el ejido como los dos predios cuentan con planes vigentes de manejo forestal de
172 la SEMARNAT.



173

174 Figura 1. Sitios muestreados en el ejido Miguel Hidalgo y Costilla: AA, área de
 175 aprovechamiento el Naranjal III; AP área de plantación el Naranjal II, AC área
 176 control.

177

178

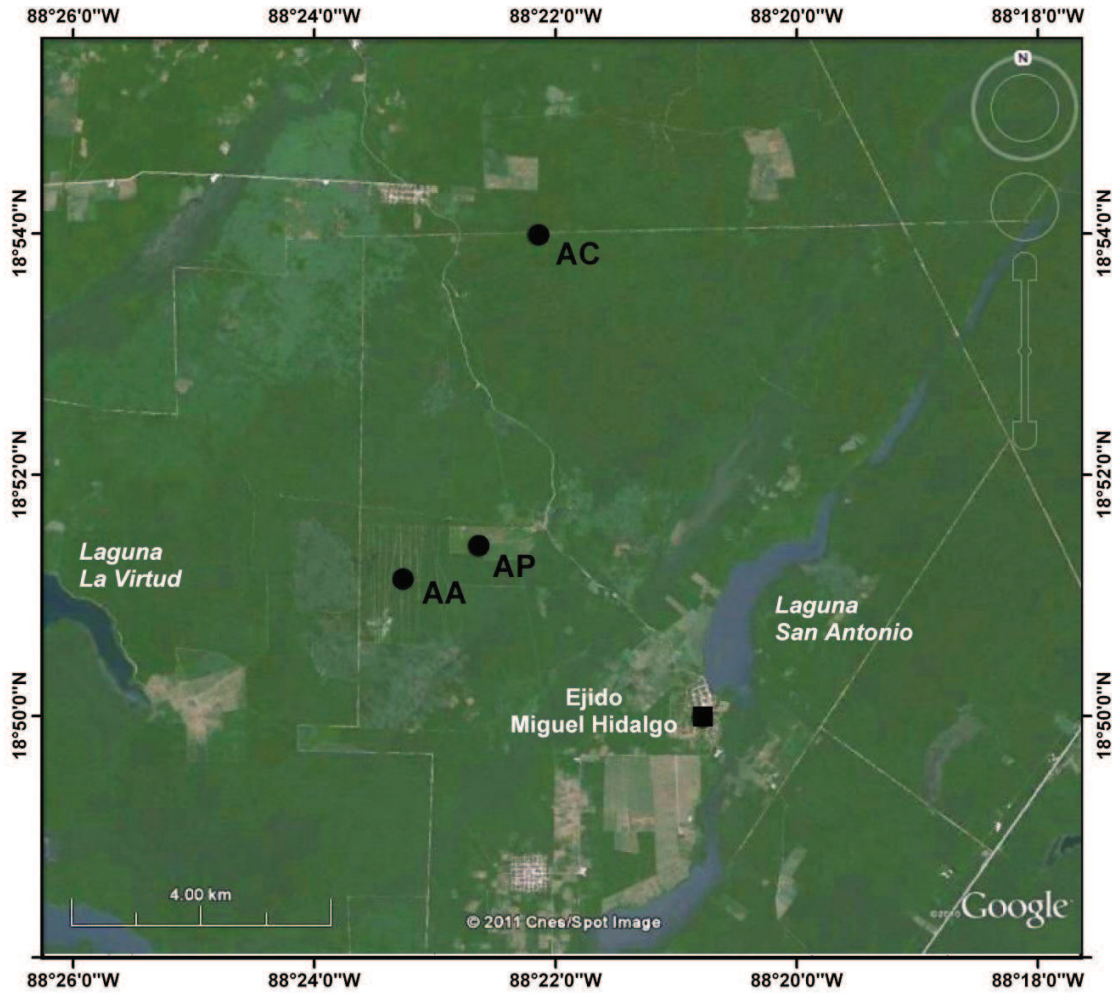
179

180

181

182

183 4.2 Áreas de Muestreo



184
185 Figura 2. Vista de las áreas de muestreo con el programa google earth, en la cual
186 podemos apreciar el estado de la vegetación en las áreas muestreadas.

187 4.2.1 Área de Plantación.

188 Ubicado en el predio “el Naranjal II”, se encuentra el área de plantación, el cual será
189 nombrado a lo largo de este estudio como (P). Consta de una extensión de 152.6
190 hectáreas, con latitud Norte 18°46'25" y longitud Oeste 88° 51'10". Dicha área de
191 plantación tiene como únicas especies arbóreas *Cedrella Odorata*, *Swietenia*

192 *macrophylla* y *Cordia dodecandra*, plantadas en 55.3 has. El tipo de suelo es el vertisol
193 pélico, así como rendzinas, en la clasificación maya los suelos corresponden a los
194 denominados ka'an kab (tierras rojizas ubicadas entre afloramientos calcáreos y de alta
195 fertilidad), yaxhoóm (suelos negros poseedores de humus) y tzequel (Zapata, 2008a) El
196 suelo está cubierto por poca hojarasca y plántulas de 30 a 40cm. El porcentaje de luz
197 que pasa entre los árboles es casi de 100% ya que no cuentan con mucha cubierta
198 foliar y son árboles de alrededor de cinco y seis años de edad, con una altura promedio
199 de seis metros.

200 4.2.2 Área de Aprovechamiento.

201 El área de aprovechamiento (A), es el predio llamado "el Naranjal III"; ubicado en latitud
202 Norte 18° 51'08" y longitud Oeste 88° 23'18", con una superficie de 238.12 hectáreas,
203 clasificada como selva mediana subperenifolia (Zapata, 2008b). La zona se encuentra
204 afectada por daños del huracán Dean y cuenta con permisos de aprovechamiento de la
205 SEMARNAT para extraer árboles dañados para ser aserrados y para la obtención de
206 carbón. El tipo de suelo es vertisol pélico, así como rendzinas. El porcentaje de luz que
207 pasa entre los árboles en esta área es alrededor de 30%; ya que la altura de la mayoría
208 de los arboles es de 20 metros. Las especies arbóreas con las cuales cuenta el predio
209 se encuentran descritas en el cuadro 1 del material anexo (pag. 76), con el nombre
210 científico y común de cada especie.

211 4.2.3 Área Control.

212 El área control (C) se encuentra ubicada en latitud Norte 18° 53'27" y longitud Oeste
213 88° 21'38", e incluye 2261.737 hectáreas con amplias extensiones que no han sido
214 aprovechados en más de 20 años. El estado de la vegetación (selva mediana

215 subperenifolia) es conservado, observando especies de fauna típica de este tipo de
216 ambientes como por ejemplo monos aulladores y venados. El tipo de arbolado de la
217 zona se encuentra descrito en el cuadro 1 (ver anexos pag. 76) (Consultora de
218 asesores forestales, 2009).

219 4.3 Diseño de muestreo

220 Para la descripción de la biodiversidad de artrópodos del área de estudio, se realizaron
221 tres muestreos a lo largo del año en cada una de las áreas de estudio, teniendo un
222 muestreo por temporada estacional: 1) En febrero para nortes, 2) En abril para
223 temporada de secas y 3) En julio para temporada de lluvias.

224 En un mapa de cada una de las áreas, se realizaron cuadrantes de 10 x 10m; para
225 posteriormente seleccionar al azar los diferentes sitios de muestreo, en cada una de las
226 áreas denominadas como C, A y P.

227 Las técnicas de colecta utilizadas son: trampa de luz, colecta directa nocturna, red
228 nocturna, trampas pitfall, colecta directa diurna y red de golpeo diurna. El número de
229 repeticiones por cada área en cada temporada se describe en el cuadro 2.

230

231

232

233

234

235 Cuadro 2. Numero de repeticiones por trampa en cada área y temporada.

	Nortes			Secas			Lluvias		
	C	A	P	C	A	P	C	A	P
Luz	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Colecta directa nocturna	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Red nocturna	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Colecta directa diurna	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Red diurna	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Pitfall	20	20	20	20	20	20	20	20	20

236

237 4.3.1 Técnicas de colecta

238 Siguiendo las recomendaciones de Pozo (2006) se usaron diferentes trampas para
239 coleccionar una gama amplia de artrópodos ya que uno de los objetivos es averiguar que
240 familias de artrópodos de la diversidad actual pueden funcionar como buenos
241 bioindicadores.

242 De acuerdo a resultados de Hénaut et al. (2001 y 2010) y Ceballos et al. (2005) se
243 estableció el horario de trampas nocturnas de siete pm hasta las 11 pm. El horario de
244 colectas para las técnicas diurnas fue de las seis am a 12 pm. El material colectado era
245 depositado en bolsas ziploc o frascos de plástico con alcohol etílico al 70% para ser
246 llevado al museo para su posterior separación y determinación. En el caso de los
247 lepidópteros, estos organismos fueron puestos en cajas de plástico con papel
248 absorbente (para eliminar el exceso de humedad) después se guardaron en bolsas de
249 papel glacinne y transportados al museo para su posterior identificación.

250 Las dimensiones de los transectos para los métodos de colecta directa y red
251 entomológica fueron determinadas de acuerdo a las recomendaciones de Hénaut

252 (comunicación personal 2010) según trabajos previos en las reservas naturales de la
253 península de Yucatán, tabasco y Chiapas.

254 El número de repeticiones por trampa se fijó siguiendo las recomendaciones de Dor et
255 al. (2008) y Machkour-M'Rabet et al. (2005 y 2007) de acuerdo a estimaciones
256 visuales, trampas pitfall y trampas de luz realizados en la zona de Calakmul. Ceballos
257 et al. (2005) y Machkour-M'Rabet et al. (2011) han demostrado que hay baja cantidad
258 de artrópodos que se colectan en el tipo de clima de la región, esto en comparación por
259 ejemplos con zonas más húmedas del sureste mexicano.

260 a) Red entomológica de golpeo

261 Esta técnica consiste en golpear fuertemente la vegetación en sentido horizontal,
262 recogiendo cierta cantidad de hojas, junto con las cuales vendrán los insectos, después
263 se separaran los insectos de las hojarascas recogidas. El contenido de la red se vacía
264 en un frasco grande de boca ancha, al que se le coloca papel absorbente con acetato
265 de etilo para aquellos taxa que sea esta su técnica de sacrificio (mayoría de insectos) y
266 en otros casos (arácnidos, miriápodos) se colocaran en frascos con alcohol (Llorente et
267 al. 1995).

268 Para esta trampa se realizaron 10 repeticiones para las colectas diurnas y 10 para las
269 colectas nocturnas, en cada repetición se marcaron transectos de 1x10 m. El diámetro
270 de las redes entomológicas fueron de 35cm y el largo del mango 65 cm.



271

272 Figura 3. Colecta de artrópodos mediante la red de golpeo.

273 b) Trampas de luz

274 Para esta técnica se emplea una lámpara que proyectara su luz blanca en una manta
275 blanca (3 X 2 m), posicionada a una altura aproximada de 50 cm arriba del suelo, la
276 cual se alimenta de una planta de luz con gasolina. Los insectos son atraídos a la
277 manta y recolectados en frascos para su posterior separación y fijación en alcohol al
278 70% y/o sacrificio en acetato de etilo (e.g. lepidópteros) (Llorente *et al*, 1995).Las
279 colectas con trampa de luz se realizaron cuatro repeticiones por área en cada
280 temporada.



281

282 Figura 4. Colecta de artrópodos por medio de la trampa de luz

283

284 c) Colecta directa

285 La técnica consiste en ir recolectando manualmente en frascos todas las especies de
286 interés, usualmente se marca con anticipación el área de colecta, puede realizarse
287 tanto de día como de noche. Para esta trampa se marcaron transectos de 1x10 m, se
288 realizaron 10 repeticiones para las colectas diurnas y 10 para las colectas nocturnas en
289 cada área y en cada temporada.

290



291

292 Figura 5. *Argiope argentata* y *Apis mellifera*, fotografiadas en el área de plantación
293 antes de ser colectadas mediante la colecta directa.

294 d) Trampas Pitfall

295 La técnica consiste en colocar un recipiente de boca ancha, en orificios previamente
296 hechos en el suelo, a una profundidad de 15 cm. Estas trampas se usan para capturar
297 insectos activos en la superficie del suelo los cuales al caminar caen en las trampas y
298 pueden ser colectados (Camero et al. 2005; Nestel et al. 1993).

299 Para este estudio se colocaron 20 trampas pitfall al azar con una separación mínima
300 entre ellas de 20 m en cada área y en cada temporada. Solo se colocó 250 ml de
301 alcohol etílico al 70% por cada repetición, sin ningún tipo de cebo. Todas las trampas
302 se colocaron a las ocho am y se dejaron 24 hrs para poder colectar tanto organismos
303 diurnos como nocturnos.



304

305 Figura 6. Colocación de las trampas Pitfall. Fotografía de Guillermo Montero.

306 4.4 Identificación de organismos

307 Una vez colectados, los individuos fueron llevados al museo de Zoología del
308 ECOSUR/Chetumal (MZ-ECOSUR-CH) donde fueron limpiados, separados y en
309 algunos casos montados para su identificación. Los organismos fueron identificados en
310 el laboratorio hasta el nivel de familia. Se utilizó como base la literatura adecuada
311 (Borror et al. 1981; Bugguide 2010) y se compararon con especímenes del museo de
312 Zoología de ECOSUR/Chetumal (MZ-ECOSUR-CH), además de ser analizados por
313 especialistas taxonómicos en el caso de los lepidópteros (Noemí Salas Suárez),
314 arácnidos (Yann Hénaut) e himenópteros (Jean Paul Lachaud y Juan Carlos Di Triani)
315 para los organismos de difícil determinación.



316

317 Figura 7. Organismos identificados y marcados en el laboratorio.

318

319 4.4 Análisis de Datos

320 Una vez identificados los organismos, los datos fueron capturados en una hoja de
321 cálculo con el programa EXCEL, diseñada específicamente para este muestreo, se
322 puede apreciar un ejemplo en el material anexo (pag 78).

323 Posteriormente se calcularon diferentes índices de biodiversidad mediante el programa
324 PRIMER 6: 1) índices de biodiversidad alfa de Margalef, 2) Simpson, 3) Shannon-
325 Wiener y 4) Pielou's, estos índices fueron determinados por cada área, por cada
326 temporada y por los diferentes métodos de colecta (Magurran 1988; Hoback et al.1999;
327 Pinkus et al. 2006). Esto índices permiten determinar y comparar la biodiversidad en los
328 diferentes tipos de manejo forestal. Los cálculos de estos índices se presentan en
329 material anexo (pag. 79).

330 Para determinar las familias más significativas por cada condición que podrían servir
331 como bioindicadores, utilizamos un análisis de ANOVA. Los datos de muestreo no son

332 normalizados, para normalizarlos realizamos una transformación mediante la ecuación
333 $[y = \text{raíz cuadrada}(x + 0.5)]$ de acuerdo a Legendre y Legendre (1998). Para visualizar
334 la relación entre las familias y los diferentes factores de estudio (área, temporada y
335 método de colecta) se realizó un ANOVA ($P=0.05$) con el programa SPSS. En los
336 casos de las familias diferencias significativas se realizaron las pruebas de
337 comparación múltiples (Student-Newmans-Keul). Se aplicó un análisis de componentes
338 principales (ACP) mediante el programa SPSS estos dos análisis se realizaron con las
339 familias que presentaban en total un mayor de 10 individuos (Hoback 1999).

340 Una vez determinadas las familias que guardaron mayor relación con las áreas
341 conservadas, se evaluaron basándose en la literatura si sus características son
342 convenientes para considerarlas como bioindicador (Noss 1990; Brown 1997; Favila y
343 Halffter 1997; Pozo 2006; Reyes-Novelo et al. 2009).

344 Para observar la similitud entre áreas y temporadas con base en la abundancia y
345 riqueza de artrópodos se empleó MDS como una exploración gráfica. La técnica se
346 basa en el índice de similitud de Bray-Curtis que permite preservar la distancia entre
347 muestras al momento de ordenarlas y no presenta restricción en el número de especies
348 analizadas.

349 Se reportaron las familias respectivas de plagas encontradas en cada área con base en
350 el listado de Equihua (2002) para el estado de Quintana Roo. Una vez registradas las
351 familias de especies plagas específicamente para las especies de árboles reportados
352 en nuestras áreas (Anexo 1) realizamos un cuadro de especies plagas y sus
353 hospederos con las abundancias de cada familia en nuestras áreas.

354 Mediante la revisión de la literatura, se identificaron las posibles familias de enemigos
355 naturales para dichas plagas señaladas en el párrafo anterior.

356 Una vez identificadas las familias presentes en cada área, se identificarán las familias
357 en peligro de extinción de acuerdo los listados nacionales NOM 059 e internacionales
358 CITES.

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376 **5. RESULTADOS**

377 Al término de este trabajo, logramos identificar 13,850 individuos de 118 familias
378 pertenecientes a 19 órdenes de artrópodos, a lo largo de las tres temporadas de
379 colecta, en las tres áreas muestreadas y con los seis tipos de muestreos. Los
380 especímenes no identificados (4%) se debe a que están en una etapa inmadura o
381 fueron dañados por el muestreo.

382 **5.1 Fauna de artrópodos en una zona de bosques, con diferentes manejos**
383 **forestales.**

384 Para cumplir con el objetivo general (Determinar la biodiversidad de artrópodos y la
385 posibilidad de usarlos como bioindicadores en plantaciones forestales) se presentan las
386 diferentes órdenes y familias por temporada y por áreas (Cuadro 3 y 4), donde se
387 observan el número de individuos colectado por las diferentes familias presentes en
388 cada área en las diferentes temporadas y con los diferentes métodos de colecta. Con
389 esto se describe no solo la fauna para la zona perturbada como lo es el área de
390 plantación forestal, sino también para la zona de aprovechamiento y el área control.

391 La mayor riqueza de órdenes y familias en las diferentes temporadas se presenta en la
392 época de lluvias, con un total de 18 órdenes y 99 familias, mientras que la temporada
393 con menos riqueza se presenta en la temporada de secas con 15 órdenes y 74
394 familias.

395

396

397

398 Cuadro 3. Numero de órdenes y familias presentes en las diferentes temporadas.

	Temporadas		
	Nortes	Secas	Lluvias
No. Ordenes	16	15	18
No. Familias	86	74	99

399

400 El área que presenta una mayor riqueza en cuanto a órdenes y familias, es el área de
401 aprovechamiento, la cual presento 19 órdenes durante todas las temporadas y un total
402 de 19 familias, en contraste el área con menor número de órdenes (16) y familias (90)
403 es el área control.

404 Cuadro 4. Numero de órdenes y familias presentes en las diferentes áreas.

	Áreas		
	Control	Aprovechamiento	Plantación
No. Ordenes	16	19	17
No. Familias	90	93	91

405

406 En el cuadro 5 se muestran los 19 órdenes de artrópodos colectados, los órdenes con
407 mayor número de individuos colectados en todo el estudio son Hymenoptera (33.74%),
408 Coleoptera (26.41%) y Hemíptera (12.20%). El área con menor número de ordenes
409 presentes fue el área de plantación (12) en la época de lluvias, mientras que en la
410 temporada de secas, esta misma área fue la que presento el mayor número de ordenes
411 presentes (15).

412

413 El área con mayor número de individuos colectados fue el área de aprovechamiento
414 con 3284 individuos colectados, lo que representa el 23.71% del total de individuos
415 colectados a lo largo de este estudio. En contraste el área con menor número de
416 individuos es el área de aprovechamiento en temporada de secas con 940 individuos
417 que representan el 6.78%.

418 La temporada con mayor número de individuos colectados es la temporada de nortes
419 con 43.84%, mientras que la menor cantidad de individuos se presentó en temporada
420 de lluvias (22.98%), sin embargo esta temporada es la que presenta el mayor número
421 de familias colectadas.

422 En cuanto a los ordenes más abundantes por cada área y temporada, se presenta en el
423 área control temporada de nortes un mayor número de individuos del orden Blattodea
424 con 34%, seguido por Coleoptera (17%) e Hymenoptera (16%). Para el área de
425 aprovechamiento en la temporada de nortes presenta una gran cantidad de individuos
426 del orden Hymenoptera con 87% de las colectas, seguida por Hemíptera (3%) y
427 Coleoptera con 2%. Para esta misma temporada pero en el área de plantación los
428 porcentajes se distribuyeron 31% Hymenoptera, 17% Hemíptera y 10% Coleoptera.

429 En la temporada de secas la distribución de los ordenes en el área control fue del 65%
430 de orden Coleoptera, 7% de Hymenoptera y 10% de Orthoptera. Para el área de
431 aprovechamiento el 57% representado por Coleoptera, 16% de Hymenoptera y 8% de
432 Hemíptera. Finalmente en el área de plantación Coleoptera representa el 38% de la
433 colecta, mientras que Hemíptera e Hymenoptera representan el 20 y 19%
434 respectivamente.

435 La temporada de lluvias presenta una distribución en el área control del 22% de
 436 Coleoptera, 17% Lepidóptera y 13% de Blattodea. El área de aprovechamiento
 437 presenta el 25% de Hymenoptera, 21% de Coleoptera y el 15% de Hemíptera. Para el
 438 área de plantación 28% lo representa Hemíptera, el 19% Orthoptera y el 18%
 439 Coleoptera.

440 Cuadro 5. Número de individuos presentes por ordenes en las tres áreas y tres
 441 temporadas. Control (C), aprovechamiento (A) y plantación (P).

Orden	Nortes			Secas			Lluvias			Total por orden
	C	A	P	C	A	P	C	A	P	
Araneae	42	47	106	37	38	59	85	91	119	624
Blattodea	399	13	22	69	38	177	137	38	28	921
Coleoptera	202	91	336	1040	539	792	226	221	211	3658
Dermaptera	1	1	2	0	0	0	1	2	3	10
Diptera	9	11	31	16	10	28	12	13	45	175
Hemiptera	145	105	276	63	77	424	125	153	322	1690
Hymenoptera	184	2881	513	110	154	411	102	260	58	4673
Isopodae	6	2	2	0	0	0	0	0	0	10
Ixodida	0	0	0	1	3	1	2	0	0	7
Lepidoptera	35	53	88	43	27	19	171	111	119	666
Mantodea	1	3	7	5	4	2	16	4	11	53
Neuroptera	1	0	0	4	3	1	13	3	0	25
Odonata	4	0	0	6	1	2	0	0	2	15
Opiliones	3	9	81	15	5	17	9	6	3	148
Orthoptera	136	64	157	167	41	138	107	123	226	1159
Phasmatodea	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3
Pseudoscorpiones	0	0	0	0	0	5	1	1	0	7
Scorpiones	0	2	0	0	0	1	0	1	0	4
Thysanura	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Total por temporada	1168	3284	1621	1576	940	2077	1007	1030	1147	13850

442

443 En el cuadro 6 se muestran el número de individuos colectados por familia en las
 444 diferentes áreas y temporadas. La familia Formicidae es la que mayor cantidad de
 445 individuos presenta en una sola área y temporada, con 2877 individuos colectados

446 solamente en el área de aprovechamiento en la temporada de nortes. La familia
 447 Curculionidae tiene una mayor captura en temporada de secas en las tres áreas
 448 muestreadas, siendo en esta temporada donde se colecto el 83% del total de individuos
 449 de esta familia en todo el estudio. Para la familia Staphylinidae la mayor cantidad de
 450 individuos colectados se da en la temporada de nortes, específicamente en el área
 451 control, bajando drásticamente los individuos colectados en la temporada de lluvias.

452 Cuadro 6. Número total de individuos colectados por familias obtenidas en las
 453 diferentes áreas y temporadas, con todos los métodos de colecta. (C) control, (A)
 454 aprovechamiento y (P) Plantación.

455

FAMILIA	NORTES			SECAS			LLUVIAS		
	C	A	P	C	A	P	C	A	P
Acanaloniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Acrididae	12	12	38	121	20	104	41	49	102
Aeshnidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Alydidae	8	0	4	3	0	0	2	0	24
Anisolabididae	1	1	2	0	0	0	1	2	3
Anthomyiidae	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Apidae	6	2	8	7	3	8	5	3	10
Aradidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Araneidae	10	8	28	0	5	7	19	18	19
Arctiidae	1	6	15	0	0	0	5	5	2
Asilidae	0	2	0	4	0	0	1	2	0
Belostomatidae	1	0	0	0	0	0	1	0	0
Blattellidae	31	11	19	15	4	33	27	38	26
Bombicidae	0	0	0	0	0	0	2	3	0
Bostrichidae	11	1	5	11	5	3	8	11	28
Braconidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Brentidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Buprestidae	0	0	0	2	3	1	0	5	1
Buthidae	0	2	0	0	0	1	0	1	0
Carabidae	2	2	15	8	15	15	9	15	19

FAMILIA	NORTES			SECAS			LLUVIAS		
	C	A	P	C	A	P	C	A	P
Cerambycidae	10	5	1	36	19	63	4	0	0
Cercopidae	0	0	0	0	2	0	6	9	30
Cheliferidae	0	0	0	0	0	5	1	1	0
Chrysomelidae	13	3	6	0	2	5	75	28	54
Cicadellidae	11	1	39	17	17	15	63	81	184
Cicadidae	2	0	0	0	0	0	0	1	0
Cimicidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Coccinellidae	1	4	2	2	0	16	4	1	1
Coreidae	1	0	1	0	0	0	0	1	2
Cosmetidae	0	1	0	13	3	8	5	5	1
Cossidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Crambidae	4	11	16	0	5	10	76	32	18
Culicidae	0	0	1	0	0	0	5	5	5
Curculionidae	34	23	18	360	132	461	36	41	33
Cydnidae	0	0	0	0	2	0	6	13	10
Deinopidae	1	0	7	0	0	2	0	3	0
Desidae	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Dolichopodidae	2	3	0	0	0	0	0	1	0
Drosophilidae	5	0	0	5	0	6	2	1	23
Dysderidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Dytiscidae	0	0	0	0	0	0	3	1	1
Elachistidae	0	3	0	0	0	1	0	0	0
Elateridae	0	3	2	2	0	1	12	4	4
Flatidae	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Formicidae	174	2877	502	101	150	395	91	239	44
Geometridae	4	5	5	0	2	1	10	2	9
Gerridae	26	0	0	1	0	0	0	0	0
Gnaphosidae	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gryllidae	119	48	108	44	21	33	66	74	122
Heteronemiidae	0	2	0	0	0	0	0	1	0
Hesperiidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Hydrometridae	3	0	0	1	0	0	0	0	2
Hydrophilidae	15	1	10	15	4	14	6	14	4
Ichneumonidae	0	0	1	0	0	0	0	6	0
Philosciidae	6	2	2	0	0	0	0	0	0
Ixodidae	0	0	0	1	3	1	2	0	0
Lampyridae	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Largidae	0	0	0	0	0	2	0	4	12

FAMILIA	NORTES			SECAS			LLUVIAS		
	C	A	P	C	A	P	C	A	P
Lasiocampidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Limacodidae	0	0	0	0	2	0	4	5	5
Lymantriidae	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Linyphiidae	4	1	0	0	0	0	1	1	2
Lycaenidae	0	10	5	0	0	1	0	0	2
Lycidae	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Lycosidae	18	24	44	30	19	23	44	52	37
Lygaeidae	1	0	1	0	0	0	2	3	6
Mantidae	1	3	7	5	4	2	16	4	11
Mantispidae	1	0	0	4	3	1	13	3	0
Megachilidae	0	1	0	0	0	0	0	3	0
Megalopygidae	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Meloidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Membracidae	1	0	0	0	1	1	0	0	3
Miridae	25	0	4	3	0	0	0	6	11
Muscidae	2	6	29	7	10	21	4	3	16
Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Nabidae	0	0	1	0	0	1	1	0	0
Nephilidae	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Nepidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Nicoletiidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Noctuidae	12	7	25	0	12	2	57	46	75
Notonectidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Notodontidae	1	0	1	0	0	0	8	0	3
Nymphalidae	6	3	11	7	0	0	0	0	0
Oxyopidae	0	2	1	0	0	0	0	0	4
Papiilonidae	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Passalidae	8	1	1	0	0	2	1	7	6
Pentatomidae	11	2	8	14	4	14	31	6	26
Phalangiidae	3	8	81	2	2	9	4	1	2
Pieridae	2	5	4	32	0	0	0	0	0
Pisauridae	3	2	0	1	0	0	1	2	5
Platycnemididae	4	0	0	6	1	2	0	0	0
Polyphagidae	3	1	0	0	0	0	0	0	0
Psephenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pyralidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Pyrrhocoridae	48	101	217	14	38	383	7	13	3
Reduviidae	7	0	1	2	1	4	4	14	5
Rhinotermitidae	365	1	3	48	34	144	109	0	1
Ricaniidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0

FAMILIA	NORTES			SECAS			LLUVIAS		
	C	A	P	C	A	P	C	A	P
Riodinidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Saldidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Salticidae	3	6	24	3	14	21	14	10	28
Saturniidae	0	1	3	0	2	2	4	2	0
Scarabaeidae	2	1	6	3	21	121	51	61	51
Scutelleridae	0	0	0	8	12	2	0	0	1
Sicariidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Sphecidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Sphingidae	1	1	2	0	0	2	3	12	1
Staphylinidae	103	47	269	601	337	90	17	29	7
Tabanidae	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Teremospidae	0	0	0	6	0	0	1	0	1
Tetragnathidae	0	0	1	0	0	1	1	4	4
Tettigoniidae	5	4	11	2	0	1	0	0	2
Theridiidae	3	1	0	1	0	0	0	0	2
Thomisidae	2	4	0	0	0	5	3	1	20
Thyrididae	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Trigonalidae	0	0	0	0	0	0	4	5	2
Vespidae	4	0	2	2	1	8	2	3	2
TOTAL	1168	3284	1621	1576	940	2077	1007	1030	1147

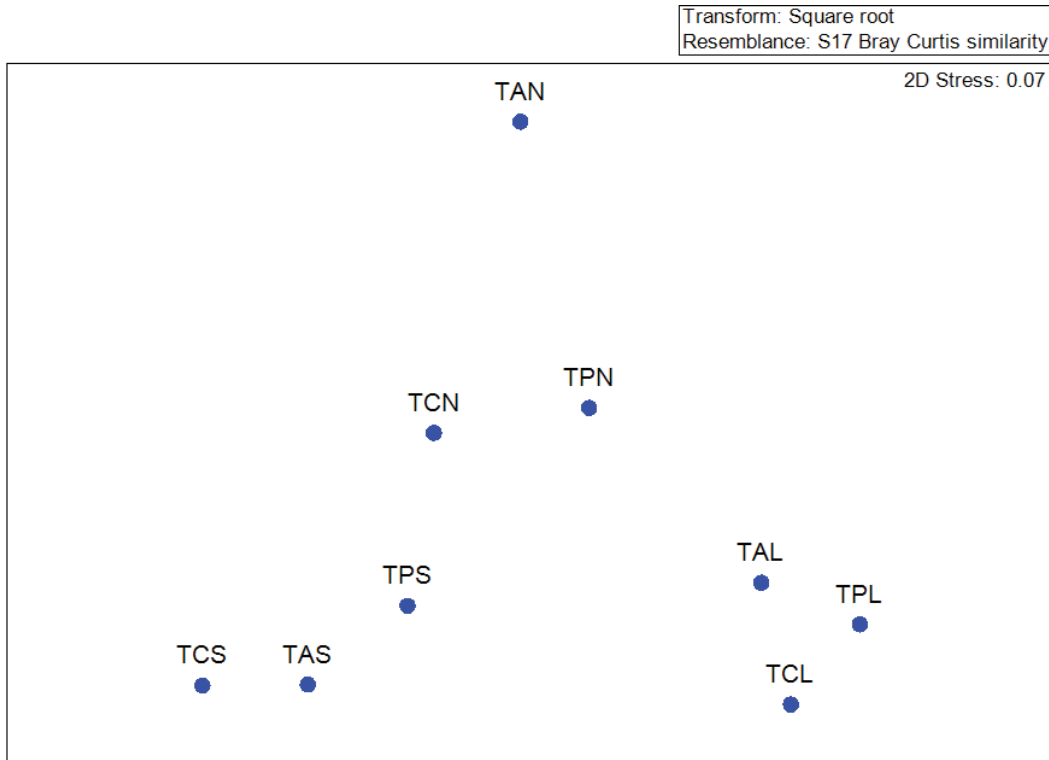
456

457 En la figura 8 se demuestra el análisis de Similaridad Bray-Curtis el índice cual es una
458 medida de similitud que enfatiza la importancia de las especies que se tienen en común
459 entre los sitios de muestreo

460 Este análisis hace evidente la división entre las temporadas, habiendo una gran
461 relación de las familias encontradas entre las áreas. El área de aprovechamiento
462 temporada de nortes presenta una diferencia en cuanto a las otras áreas en la misma
463 temporada.

464

465



466

467

468 Figura 8. Similaridad Bray Curtis para las diferentes areas en las diferentes
 469 temporadas. Control secas (TCS), Aprovechamiento Secas (TAS), Plantación secas
 470 (TPS), Control nortes (TCN), aprovechamiento nortes (TAN), Plantación nortes (TPN),
 471 aprovechamiento lluvias (TAL), control lluvias (TCL) y Plantación lluvias (TPL).

472 **5.2 Análisis del efecto de diferentes tipos de manejo y la estacionalidad sobre la**
 473 **biodiversidad de artrópodos.**

474 De acuerdo a los índices de biodiversidad la temporada con mayor riqueza de
 475 especies, es la temporada de lluvias con un máximo de 74 familias en la zona de
 476 aprovechamiento (Cuadro 7).

477 La biodiversidad de las tres áreas se vio afectada en la temporada de secas en
478 términos de riqueza de familias siendo el área de aprovechamiento con menor número
479 de familias (42), principalmente por familias del orden Coleoptera.

480 El índice de Margalef de riqueza de especies presenta sus niveles más altos en la
481 temporada de lluvias. En cuanto a los tipos de manejo el área de aprovechamiento
482 presenta el número más alto en cuanto a este índice (10.53), sin embargo en las
483 temporada de secas y nortes, es el área que presenta los valores más bajos de las tres
484 tipos de manejo (6.42 y 5.98).

485 En cuanto a los índices de equidad de Pielou y Shannon presentan sus niveles de
486 mayor equidad en la temporada de lluvias, siendo el área de plantación la de mayor
487 equidad (0.062 y 3.28). Correspondientemente, el índice de dominancia de Simpson,
488 presenta el mínimo de familias dominantes en la temporada de lluvias, , siendo el área
489 de aprovechamiento en temporada de nortes la que mayor dominancia presenta.

490 El índice de dominancia de Simpson presenta el mínimo de familias dominantes en la
491 temporada de lluvias, como los otros índices, siendo el área de aprovechamiento en
492 temporada de nortes la que mayor dominancia presenta.

493 El mayor número de individuos colectados se presenta en el área de aprovechamiento
494 en la temporada de nortes, la menor cantidad de individuos colectados se presenta en
495 el área de aprovechamiento temporada de secas.

496

497 Cuadro 7. Índices de biodiversidad por Temporadas, comparando las áreas con los
 498 diferentes tipos de manejo. S=# de familias, N=# Individuos, D=Margalef, J'=Pielou,
 499 H'=Shannon y λ = Simpson.

	Nortes			Secas			Lluvias		
	C	A	P	C	A	P	C	A	P
S	61	53	55	47	42	54	63	74	70
N	1168	3284	1621	1576	940	2077	1653	1001	1147
D	8.49	6.42	7.30	6.24	5.98	6.93	8.36	10.57	9.79
J'	0.64	0.18	0.62	0.57	0.63	0.62	0.76	0.74	0.77
H'	2.66	0.74	2.51	2.21	2.37	2.48	3.16	3.21	3.28
λ	0.14	0.76	0.15	0.21	0.18	0.13	0.065	0.079	0.062

500

501 **5.3 Familias bioindicadoras de los diferentes tipos de manejo, temporadas y las**
 502 **mejores técnicas de colecta para dichas especies.**

503 **5.3.1 Familias bioindicadoras por tipo de manejo**

504 Las familias que presentaron una mayor sensibilidad en cuanto al tipo de manejo de
 505 acuerdo a las pruebas de ANOVA y las pruebas de comparación múltiples (Student-
 506 Newmans-Keul).

507 Para el área control las familias más significativas son: Cosmetidae, Gerridae y
 508 Nymphalidae.

509 Para el área de aprovechamiento la familia más significativas es: Formicidae Para el
 510 área de plantación las familias más significativas son: Acrididae, Cicadellidae, Largidae,
 511 Lygaeidae, Muscidae, Phalangidae, Pyrrhocoridae), Scarabaeidae y Vespidae

512 Los datos fueron analizados tomando en cuenta todas las trampas y temporadas y son
 513 presentados en el cuadro 8.

514 Cuadro 8. ANOVA de las familias por área (C=Control, A=Aprovechamiento y
 515 P=Plantación) con el promedio de individuos por área, desviación estándar (DE), F y P.
 516 respectivas para cada familia.

	C		A		P		ANOVA	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	F	P
Acrididae	58.00 ab	46.09	27.00 a	15.90	81.33 b	30.65	3.795	.023
Cicadellidae	30.33 a	23.23	33.00 ab	34.56	79.33 b	74.66	3.490	.031
Cosmetidae	6.00 b	5.35	3.00 a	1.63	3.00 a	3.56	6.183	.002
Formicidae	122.00 a	37.00	1088.66 b	1265.06	313.66 a	195.62	6.828	.001
Gerridae	9.00 b	12.03	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	3.254	.039
Largidae	0.00 a	0.00	0.66 a	0.94	4.66 b	5.25	5.008	.007
Lygaeidae	1.00 a	0.82	31.66 b	14.52	2.33 a	2.62	3.022	.049
Muscidae	4.33 a	2.05	2.00 a	2.83	22 b	5.35	3.787	.023
Nymphalidae	4.33 b	3.09	0.00 a	0.00	3.66 ab	5.19	3.336	.036
Phalangidae	3.00 a	0.82	4.00 a	1.63	30.66 b	35.71	6.257	.002
Pyrrhocoridae	23.00 a	17.91	50.66 a	37.03	201.00 b	155.55	4.771	.009
Scarabaeidae	18.66 a	22.87	27.66 b	24.94	59.33 b	47.32	3.744	.024
Vespidae	2.66 a	0.94	1.33 a	1.25	4.00 b	2.83	3.973	.019

517

518

519

520 **5.3.2 Familias bioindicadoras por temporada**

521 En el cuadro 9 se presentan Las familias que presentaron una mayor sensibilidad en
522 cuanto a la temporada de acuerdo a las pruebas de ANOVA y las pruebas de
523 comparación múltiples (Student-Newmans-Keul) sumando las tres áreas y las seis
524 trampas para cada temporada. Las familias cuya respuesta varía en cuanto a
525 temporadas son:

526 a) Nortes

527 Gryllidae y Phalangiidae

528 b) Secas

529 Acrididae, Cerambycidae, Curculionidae, Pyrrhocoridae y Staphylinidae

530 c) Lluvias

531 Araneidae, Cercopidae, Chrysomelidae, Cicadellidae, Crambidae, Cydnidae,
532 Elateridae, Formicidae, Noctuidae, Scarabaeidae, Tetragnathidae, y Trigoniulidae.

533

534

535

536

537

538

539 Cuadro 9. ANOVA de las familias por temporada, con el promedio de individuos por
 540 temporada, desviación estándar (DE), F y P. respectivas para cada familia.

Familia	Nortes		Secas		Lluvias		ANOVA	
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	F	P
Acrididae	20.66 a	12.26	81.66 b	44.15	64.00a	27.07	3.870	.021
Araneidae	15.33 a	8.99	4.00 a	2.94	18.66 b	0.47	3.404	.034
Cerambycidae	5.33 a	3.68	39.33 b	18.12	1.33 a	1.89	14.726	.000
Cercopidae	0.00 a	0.00	0.66 a	0.94	15.00 b	10.68	3.992	.019
Chrysomelidae	7.33 a	4.19	2.33 a	2.05	52.00 b	19.65	6.925	.001
Cicadellidae	17.00 a	16.08	16.33 a	0.94	109.33 b	53.31	15.886	.000
Crambidae	10.33 ab	4.92	5.00 a	4.08	42.00 b	24.71	3.649	.027
Curculionidae	25.00 a	6.68	317.66 b	137.61	36.66 a	3.30	9.690	.000
Cydnidae	0.00 a	0.00	0.66 a	0.94	9.66 b	2.87	5.425	.005
Elateridae	1.66 a	1.25	1.00 a	0.82	6.66 b	3.77	5.880	.003
Formicidae	1184. b	1204.36	215.33 b	128.61	124.66 a	83.09	7.961	.000
Gryllidae	91.66 b	31.20	32.66 a	9.39	87.33 a	24.73	8.126	.000
Noctuidae	14.66 ab	7.59	4.66 a	5.25	59.33 b	11.95	5.326	.005
Phalangiidae	30.66 b	35.65	4.33 a	3.30	2.33 a	1.25	5.829	.003
Pyrrhocoridae	122.00 a	70.57	145.00 b	168.58	7.66 a	4.11	4.614	.010
Scarabaeidae	3.00 a	2.16	48.33 a	51.91	54.33 b	4.71	5.118	.006
Staphylinidae	139.66 b	94.27	342.66 c	208.65	17.66 a	8.99	17.631	.000
Tetragnathidae	0.33 a	0.47	0.33 a	0.47	3.00 b	1.41	6.025	.003
Trigoniulidae	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	3.66 b	1.25	8.353	.000

541

542

543 **5.3.3 Eficiencia de técnicas de colecta por familia**

544 En el cuadro 10 se presentan las familias (37) que presentaron una mayor sensibilidad
545 en cuanto a la técnica de colecta, según las pruebas de ANOVA y las pruebas de
546 comparación múltiples (Student-Newmans-Keul) sumando las tres áreas y las tres
547 temporadas por cada trampa. Las familias cuya respuesta varía en cuanto a trampas
548 son:

549 a) Trampa de luz

550 Apidae, Arctiidae, Blattellidae, Bostrichidae, Cerambycidae, Chrysomelidae,
551 Cicadellidae, Crambidae, Cydnidae, Geometridae, Gerridae, Hydrophilidae,
552 Limacodidae, Mantidae, Mantispidae, Miridae, Muscidae, Noctuidae, Notodontidae,
553 Pentatomidae, Pyrrhocoridae, Reduviidae, Scarabaeidae y Sphingidae.

554 b) Colecta Directa Nocturna

555 Carabidae, Cercopidae, Lycosidae, Passalidae

556 c) Red Nocturna

557 Salticidae

558 d) Colecta Directa Diurna

559 Acrididae y Rhinotermitidae

560 e) Red Diurna

561 Pieridae

562 f) Pitfall

563 Cosmetidae, Curculionidae, Formicidae, Gryllidae, Staphylinidae

564 La trampa de luz presenta una mayor cantidad de familias y variedad de órdenes, cuya
565 respuesta a esta trampa muestra una diferencia significativa en cuanto a las otras
566 trampas estudiadas, siendo el más del 64% del total de familias con diferencia
567 significativa.

568

569 Cuadro 10. ANOVA de las familias por trampa, con el promedio de individuos por
570 trampa (\bar{x}), desviación estándar (DE), F y P. respectivas para cada familia.

	Luz		Colecta directa nocturna		Red nocturna		Colecta directa diurna		Red diurna		Pitfall		F	P
	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE		
Acrididae	0.63 a	1.53	1.30 a	3.69	0.81 a	1.82	1.68 b	4.41	0.79 a	2.09	0.19 a	0.59	3.185	.008
Apidae	0.22 b	0.71	0.08 a	0.41	0.00 a	0.00	0.22 a	0.70	0.20 a	0.56	0.02 a	0.18	2.991	.011
Arctiidae	0.94 b	1.58	0.29 a	0.95	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	26.197	.000
Blattellidae	0.89 b	1.65	0.74 ab	1.42	0.77 ab	1.33	0.18 a	0.55	0.04 a	0.25	0.13 a	0.41	3.117	.009
Bostrichidae	0.80 b	3.51	0.43 a	2.11	0.06a	0.27	0.03 a	0.31	0.01 a	0.10	0.13 a	0.48	3.698	.003
Carabidae	0.19 a	0.52	0.26	0.87	0.12	0.39	0.06	0.27	0.09	0.49	0.24	0.84	2.407	.036
Cerambycidae	1.61 c	3.41	0.85 b	2.14	0.27 ab	0.75	0.02 a	0.15	0.03 a	0.23	0.02 a	0.20	10.649	.000
Cercopidae	0.17 ab	0.69	0.12 a	0.51	0.20 b	1.12	0.03 ab	0.23	0.07 ab	0.33	0.03 ab	0.31	2.583	.025
Chrysomelidae	1.92 b	6.04	0.83 a	3.46	0.44 a	1.62	0.24 a	0.72	0.21 a	0.78	0.03 a	0.21	5.738	.000
Cicadellidae	3.64 c	7.82	1.88 b	5.18	1.60 ab	4.48	0.13 a	0.56	0.41 a	1.59	0.03 a	0.18	10.964	.000
Cosmetidae	0.00 a	0.00	0.03 ab	0.17	0.00 a	0.00	0.09 ab	0.38	0.00 a	0.00	0.13 b	0.48	4.331	.001
Crambidae	4.58 b	8.83	1.45 a	5.16	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	24.202	.000
Curculionidae	0.22 a	0.85	0.31 a	1.34	0.43 a	1.69	0.10 a	0.42	0.19 a	0.93	5.74 b	17.50	11.050	.000
Cydnidae	0.28 b	1.17	0.20 a	0.79	0.03 a	0.18	0.02 a	0.15	0.00 a	0.00	0.01 a	0.10	3.274	.006
Formicidae	2.11 a	3.95	2.45 ab	6.72	1.20 a	2.23	4.46 bc	8.03	0.58 a	1.65	20.58 c	182.84	13.507	.000
Geometridae	1.06 b	1.63	0.32 a	1.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	18.142	.000
Gerridae	0.47 b	1.89	0.21 a	1.20	0.02 a	0.21	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	5.346	.000
Gryllidae	1.06 bc	1.97	1.10 bc	1.87	1.46 c	3.19	0.17 a	0.40	0.18 ab	0.53	1.86 c	2.33	6.340	.000

Hydrophilidae 0.78 b 1.77 0.39 a 1.16 0.19 a 0.91 0.02 0.15 a 0.03 a 0.18 0.08 a 0.40 6.097 .000

	Luz		Colecta directa nocturna		Red nocturna		Colecta directa diurna		Red diurna		Pitfall		F	P
	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE	\bar{x}	DE		
Limacodidae	0.44 b	0.86	0.14 a	0.50	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	5.022	.000
Lycosidae	0.25 a	1.04	1.11 b	2.41	0.20 a	0.64	0.53 a	1.38	0.12 a	0.57	0.41 a	0.99	6.421	.000
Mantidae	0.33 b	0.88	0.21 ab	0.63	0.23 b	0.58	0.01 a	0.10	0.06 a	0.27	0.00 a	0.00	6.404	.000
Mantispidae	0.39 b	1.23	0.19 a	0.74	0.02 a	0.15	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	2.406	.036
Miridae	0.72 b	2.90	0.31 a	1.63	0.14 a	1.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	5.232	.000
Muscidae	0.61 b	1.36	0.34 ab	1.21	0.30 ab	1.15	0.03 a	0.18	0.14 ab	0.53	0.08 a	0.32	2.404	.036
Noctuidae	6.56 b	9.85	1.97 a	6.05	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	68.602	.000
Notodontidae	0.36 b	1.00	0.11 a	0.56	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	3.277	.006
Passalidae	0.06 a	0.23	0.17 b	0.82	0.01 a	0.10	0.02 a	0.15	0.00 a	0.00	0.01 a	0.10	4.892	.000
Pentatomidae	1.00 b	1.73	0.45 a	1.08	0.51 a	1.49	0.11 a	0.67	0.06 a	0.27	0.00 a	0.00	7.477	.000
Pieridae	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.48 b	2.03	0.00 a	0.00	5.453	.000
Pyrrhocoridae	16.67 b	27.35	6.20 a	16.97	0.59 a	2.88	0.09 a	0.32	0.10 a	0.62	0.02 a	0.30	32.919	.000
Reduviidae	0.17 b	0.55	0.17 ab	0.56	0.13 ab	0.43	0.01 a	0.10	0.02 a	0.15	0.01 a	0.10	3.959	.002
Rhinotermitidae	0.03 a	0.16	0.69 a	7.48	0.73 a	5.32	6.10 b	26.07	0.00 a	0.00	0.01 a	0.10	5.405	.000
Salticidae	0.00 a	0.00	0.12 ab	0.57	0.60 b	1.55	0.18 ab	0.46	0.29 ab	0.76	0.09 ab	0.34	2.396	.036
Scarabaeidae	2.78 c	6.56	2.11 b	4.17	0.41 a	1.05	0.04 a	0.21	0.02 a	0.15	0.07 a	0.32	14.105	.000
Sphingidae	0.44 b	1.04	0.15 a	0.60	0.00 a	0.00	0.01 a	0.10	0.02 a	0.15	0.01 a	0.07	1.915	.090
Staphylinidae	0.06 a	0.23	0.12 a	0.70	0.06 a	0.35	0.00 a	0.00	0.01 a	0.10	8.22 a	14.18	33.979	.000

571

572 Los índices de biodiversidad (cuadro 11) muestran que la red de golpeo nocturna y la
573 colecta directa nocturna registraron una mayor riqueza de especies, aunque la cantidad
574 de individuos colectados con estas trampas es mucho menor que los colectados con
575 las trampas de luz y pitfall.

576 Cuadro 11. Índices de biodiversidad por trampa, comparando las áreas con los
577 diferentes tipos de manejo y las diferentes temporadas. S=# de familias, N=#
578 Individuos, D=Margalef, J'=Pielou, H'=Shannon y λ = Simpson.

579

Trampas		C			A			P		
		Nortes	Secas	Lluvias	Nortes	Secas	Lluvias	Nortes	Secas	Lluvias
Luz	S	30	9	29	13	15	35	21	21	31
	N	188	45	323	136	56	234	361	409	235
	D	5.538	2.102	4.846	2.443	3.478	6.232	3.396	3.326	5.495
	J'	0.843	0.894	0.735	0.510	0.853	0.777	0.610	0.456	0.713
	H'	2.865	1.965	2.473	1.308	2.309	2.763	1.858	1.389	2.448
	λ	0.080	0.152	0.128	0.478	0.121	0.096	0.322	0.412	0.148
Colecta Directa Nocturna	S	25	28	48	17	26	37	26	24	30
	N	127	111	838	119	136	298	115	353	213
	D	4.954	5.733	6.983	3.348	5.089	6.319	5.269	3.921	5.409
	J'	0.7275	0.8581	0.7481	0.5103	0.8749	0.8212	0.8956	0.6727	0.7586
	H'	2.342	2.859	2.896	1.446	2.85	2.965	2.918	2.138	2.58
	λ	0.199	0.079	0.089	0.439	0.073	0.077	0.071	0.173	0.111
Red de golpeo Nocturna	S	33	22	27	21	13	26	22	23	40
	N	124	112	110	70	29	138	164	119	367
	D	6.639	4.451	5.531	4.708	3.564	5.074	4.118	4.603	6.604
	J'	0.8306	0.7133	0.8508	0.7842	0.9528	0.8533	0.7786	0.8228	0.7963
	H'	2.904	2.205	2.804	2.387	2.444	2.78	2.407	2.58	2.937
	λ	0.087	0.215	0.085	0.166	0.096	0.087	0.139	0.110	0.087
Colecta Directa Diurna	S	9	11	18	13	12	25	10	18	24
	N	415	129	193	113	96	110	100	133	126
	D	1.327	2.058	3.23	2.538	2.41	5.106	1.954	3.476	4.756
	J'	0.2709	0.5338	0.5478	0.2911	0.6513	0.6879	0.3484	0.662	0.8856
	H'	0.5953	1.28	1.583	0.7467	1.618	2.214	0.8023	1.913	2.814
	λ	0.719	0.465	0.357	0.739	0.290	0.211	0.693	0.247	0.077
Red de golpeo Diurna	S	7	6	17	13	11	6	14	30	26
	N	13	64	40	25	32	17	46	78	155
	D	2.339	1.202	4.337	3.728	2.885	1.765	3.395	6.656	4.957
	J'	0.9138	0.6114	0.9012	0.9012	0.7984	0.7709	0.8405	0.9029	0.8804
	H'	1.778	1.095	2.553	2.311	1.914	1.381	2.218	3.071	2.868
	λ	0.195	0.406	0.098	0.123	0.221	0.322	0.143	0.060	0.073

	S	23	19	20	24	16	24	21	22	15
	N	301	1115	149	2821	591	204	835	985	51
Pitfall	D	3.855	2.565	3.797	2.895	2.350	4.325	2.973	3.047	3.561
	J'	0.590	0.440	0.722	0.098	0.449	0.664	0.490	0.459	0.723
	H'	1.849	1.294	2.164	0.310	1.245	2.110	1.491	1.420	1.958
	λ	0.238	0.390	0.165	0.901	0.394	0.217	0.329	0.343	0.251

580 Se presentan a continuación los resultados detallados para cada tipo de trampa. De
581 acuerdo a los datos obtenidos mediante las ANOVAS y los ACP las familias que tienen
582 una buena captura con la trampa de luz son las siguientes: Cerambycidae (F=8.010,
583 gl=8, P=.000) encontrándose más individuos en el área de plantación en la temporada
584 de secas, Formicidae (F=3.036, gl=8, P=.014) área de aprovechamiento temporada de
585 lluvias, Gerridae (F=4.387, gl=8, P=.002) solo encontrados en el área control, mediante
586 esta trampa en la temporada de nortes, Limacodidae (F=2.412, gl=8, P=.042)
587 encontrados en la temporada de lluvias en igual proporción en el área de
588 aprovechamiento y plantación, Miridae (F=2.556, gl=2, P=.032) en temporada de nortes
589 en el área control, Noctuidae (F=3.393, P=.008) temporada de lluvias área de
590 plantación con el mayor número de individuos colectados, Pyrrhocoridae (F=3.823,
591 gl=2, P=.004) en temporada de nortes más individuos en el área de plantación y
592 Scarabaeidae (F=10.179, gl=8, P=.000) encontrándose la mayoría de los individuos en
593 el área de plantación en temporada de secas.

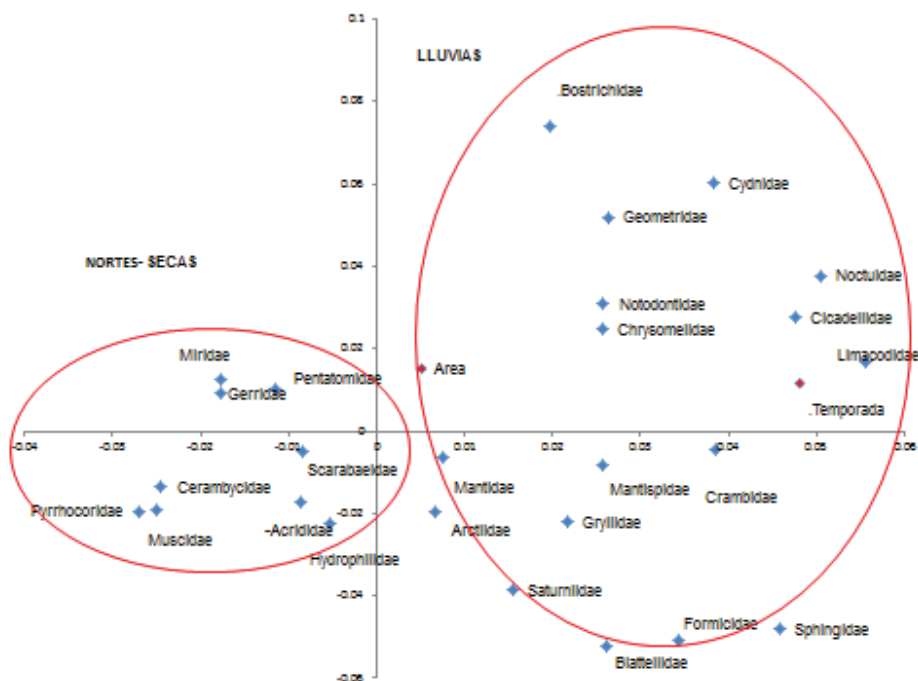
594

595

596

597

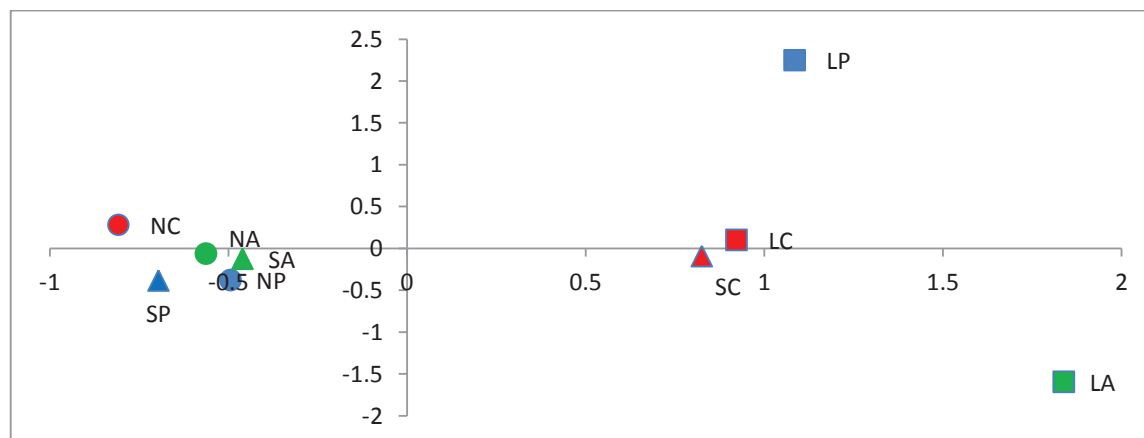
598



599

600 Figura 9. ACP trampa de luz en la gráfica se presentan los nombres de las familias
601 obtenidos durante las tres temporadas en las tres áreas.

602



603

604 Figura 10. ACP Trampa de Luz. NC= Control Nortes, NA= Aprovechamiento Nortes,
605 NP=Nortes Plantación, SC=Control Secas, SA=Secas Aprovechamiento, SP=Secas
606 Plantación, LC=Lluvias Control, LA=Lluvias Aprovechamiento, LP=Lluvias Plantación.
607 El eje uno representa el 25.97% y el eje dos 17.24%.

608

609

610 De acuerdo a los datos obtenidos mediante las ANOVAS y los ACP las familias que
611 mostraron una buena captura mediante la colecta directa nocturna son las siguientes:

612 Acrididae, esta familia presento preferencia por el área de plantación el mayor número
613 de individuos colectados mediante esta trampa se dio en la temporada de lluvias
614 ($F=4.035$, $gl=8$, $P=.000$), Gryllidae ($F=2.728$, $gl=2$, $P=.010$) colectados en el área de
615 plantación en temporada de lluvias y Pyrrhocoridae ($F=2.728$, $gl=8$, $P=.010$)
616 encontrándose el mayor número de individuos en el área de plantación en la temporada
617 de secas.

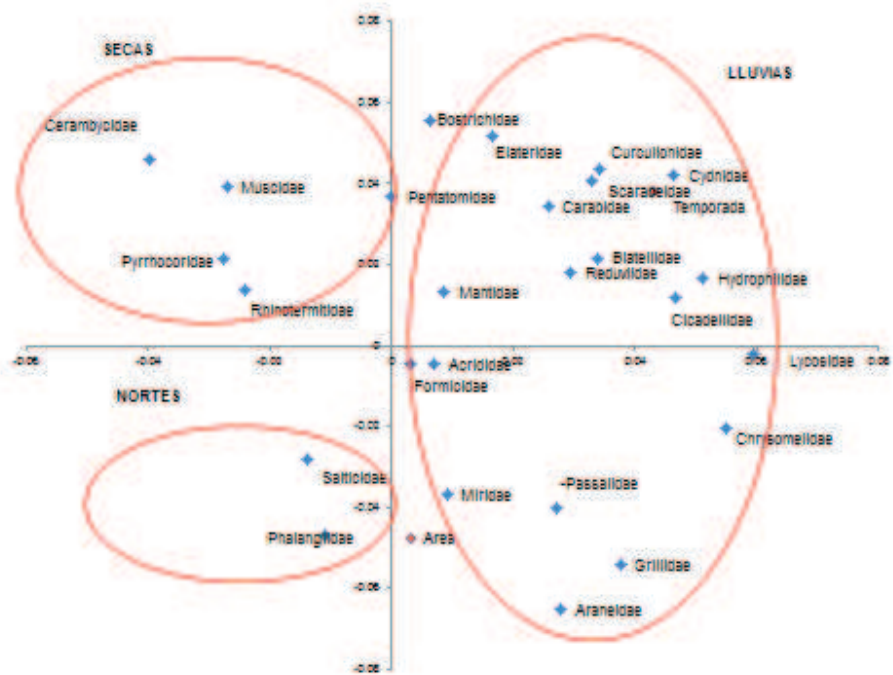
618

619

620

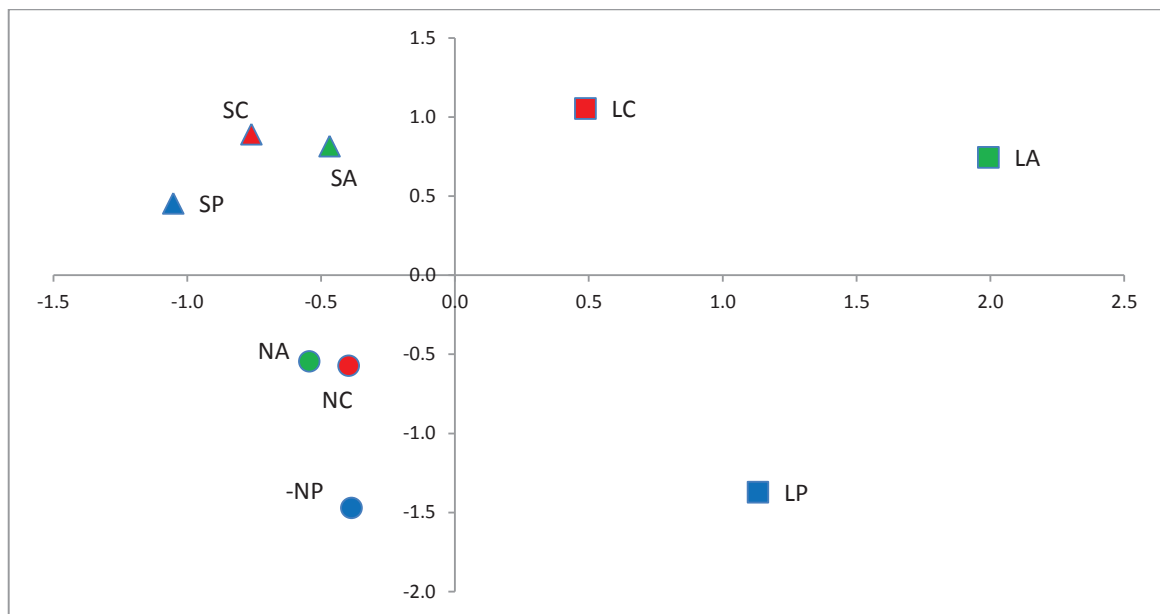
621

622



623

624 Figura 11. ACP colecta directa nocturna, en la gráfica se presentan los nombres de las
 625 familias obtenidos durante las tres temporadas en las tres áreas.



626

627 Figura 12. ACP Colecta directa nocturna NC= Control Nortes, NA= Aprovechamiento
 628 Nortes, NP=Nortes Plantación, SC=Control Secas, SA=Secas Aprovechamiento,
 629 SP=Secas Plantación, LC=Lluvias Control, LA=Lluvias Aprovechamiento, LP=Lluvias
 630 Plantación. El eje uno representa el 22.36% y el eje dos 15.40%.

631 De acuerdo a los datos obtenidos mediante las ANOVAS y los ACP las familias que
632 mostraron una buena captura con la colecta red nocturna son las siguientes:

633 Araneidae ($F= 2.250$, $gl=8$, $P=.032$) mayor número de individuos en la temporada de
634 nortes en el área de plantación, Carabidae ($F=2.134$, $gl=8$, $P=.042$) temporada de
635 lluvias área de plantación, Chrysomelidae ($F=4.680$, $gl=2$, $P=.000$) más individuos en el
636 área control temporada de lluvias y Lycosidae ($F=2.250$, $gl=2$ $P=.032$) con un mayor
637 número de individuos colectados en el área control en la temporada de secas.

638

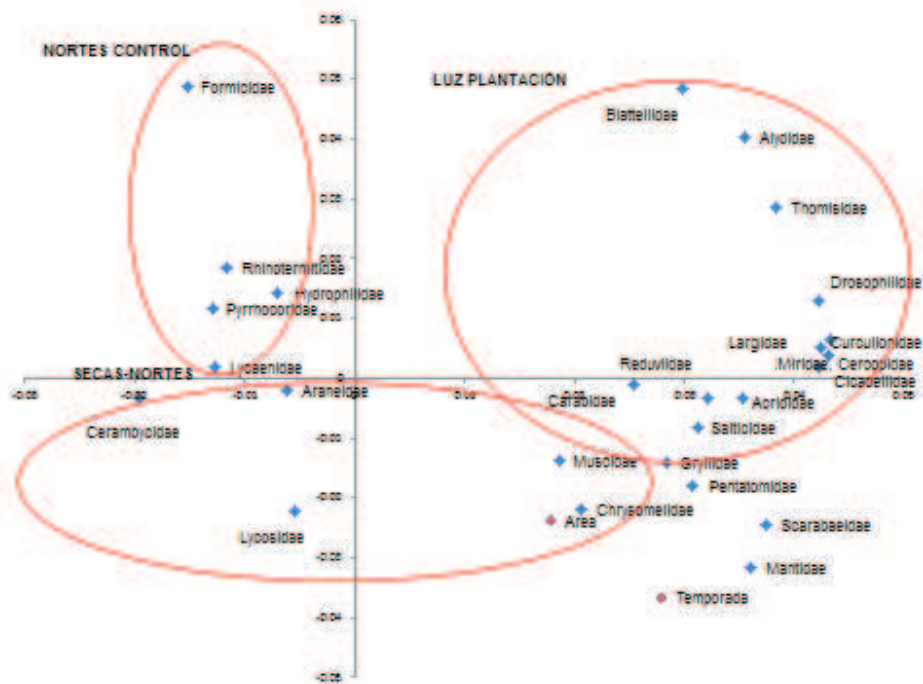
639

640

641

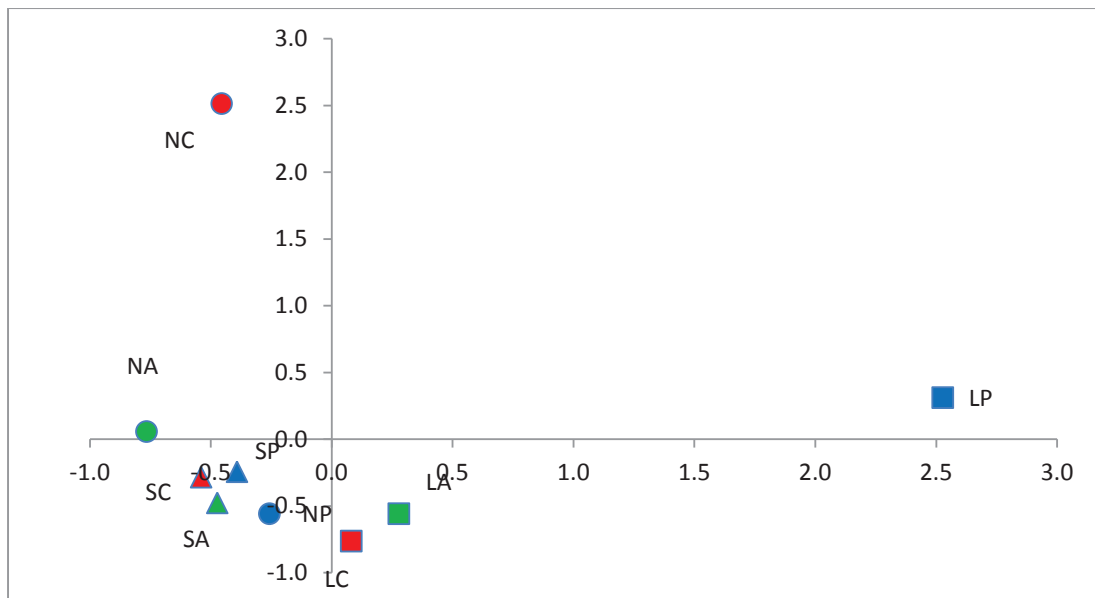
642

643



644

645 Figura 13. ACP red nocturna, en la gráfica se presentan los nombres de las familias
 646 obtenidos durante las tres temporadas en las tres áreas.



647

648 Figura 14. ACP red nocturna. NC= Control Nortes, NA= Aprovechamiento Nortes,
 649 NP=Nortes Plantación, SC=Control Secas, SA=Secas Aprovechamiento, SP=Secas
 650 Plantación, LC=Lluvias Control, LA=Lluvias Aprovechamiento, LP=Lluvias Plantación.
 651 El eje uno representa el 33.24% y el eje dos 17.51%.

652 De acuerdo a los datos obtenidos mediante las ANOVAS y los ACP las familias que
653 mostraron una buena captura con la colecta directa diurna son las siguientes:

654 Acrididae (F=5.918, gl=8, P=.000) encontrando un mayor número en temporada de
655 secas en el área control, Salticidae (F=2.072, gl=8, P=.048) área control temporada de
656 lluvias y Vespidae (F=3.857, gl=8 P=.001) con un mayor número de individuos en el
657 área de aprovechamiento temporada de lluvias.

658

659

660

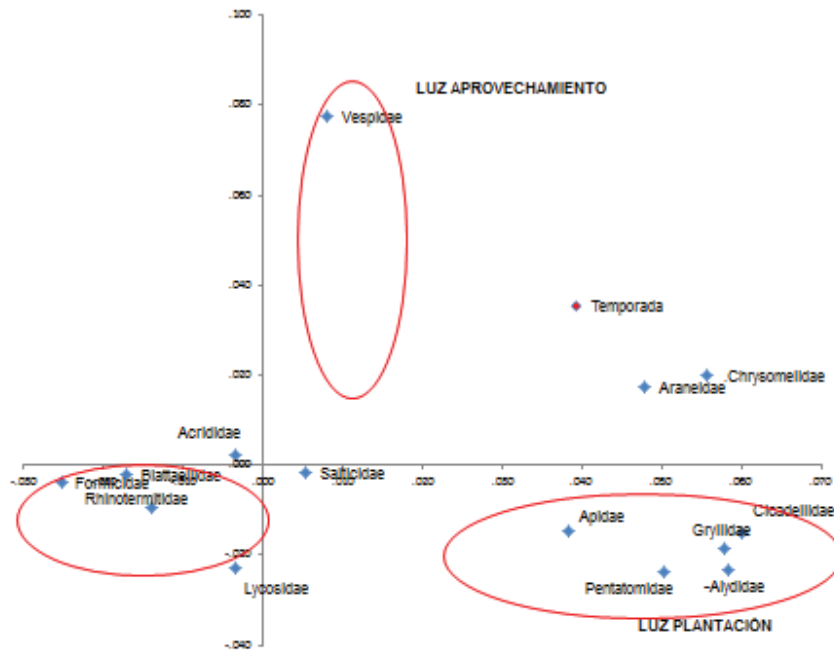
661

662

663

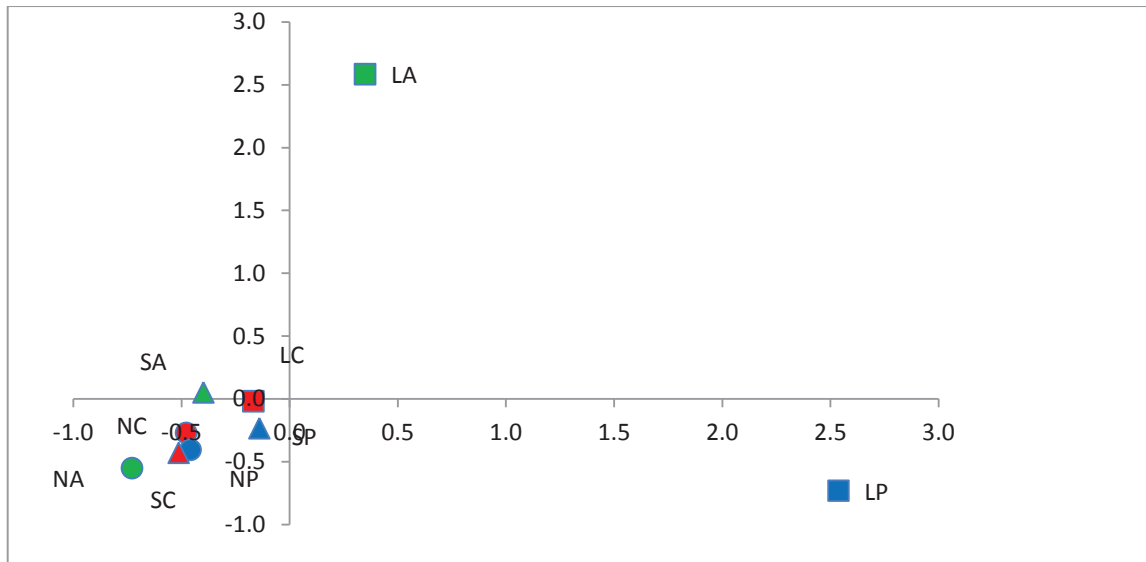
664

665



666

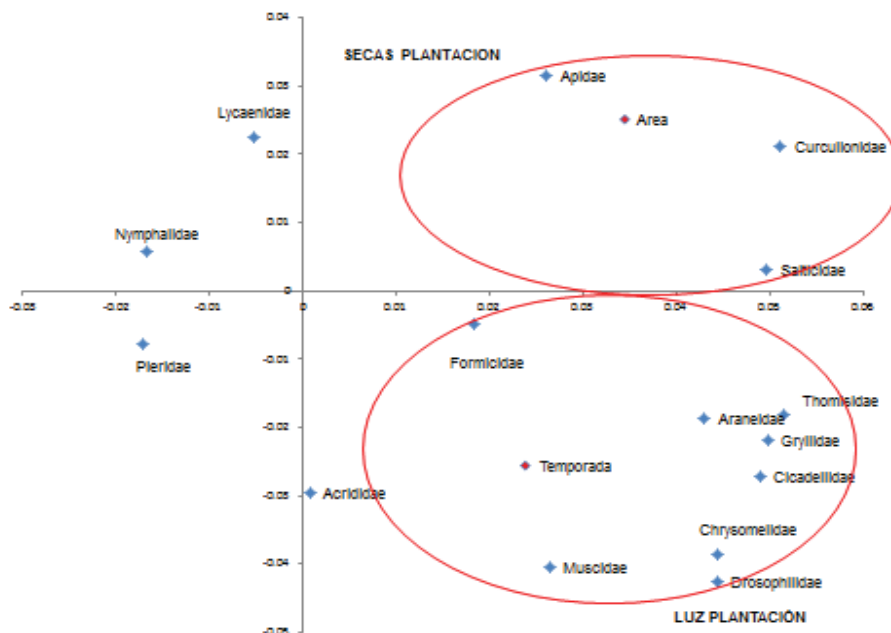
667 Figura 15. ACP colecta directa diurna, en la gráfica se presentan los nombres de las
 668 familias obtenidos durante las tres temporadas en las tres áreas.



669

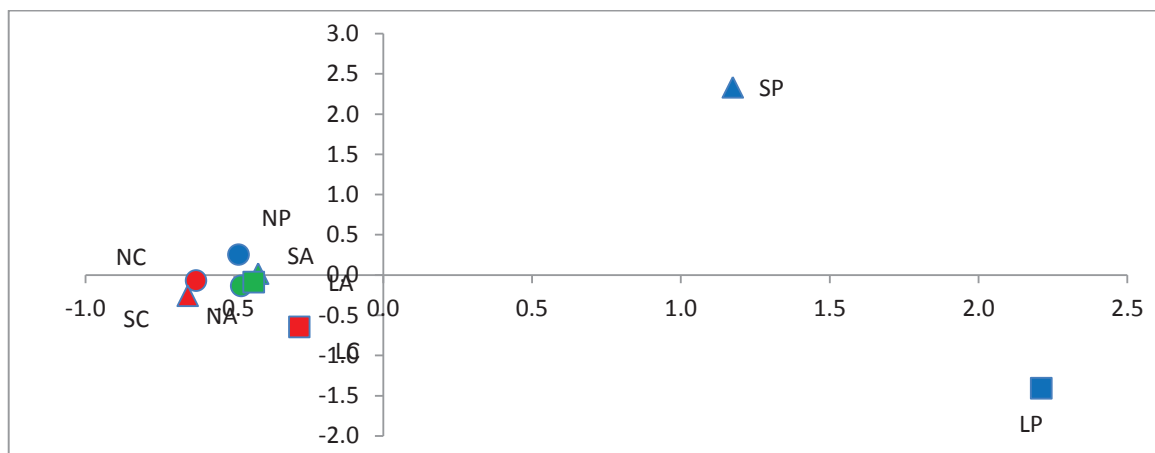
670 Figura 16. ACP Colecta directa diurna. NC= Control Nortes, NA= Aprovechamiento
 671 Nortes, NP=Nortes Plantación, SC=Control Secas, SA=Secas Aprovechamiento,
 672 SP=Secas Plantación, LC=Lluvias Control, LA=Lluvias Aprovechamiento, LP=Lluvias
 673 Plantación. El eje uno representa el 27.79% y el eje dos 21.52%.

674 Para el caso de la red diurna, ninguna familia con más de 10 individuos que mostro
 675 diferencia significativa en los análisis realizados.



676

677 Figura 17. ACP red diurna, en la gráfica se presentan los nombres de las familias
 678 obtenidos durante las tres temporadas en las tres áreas.



679

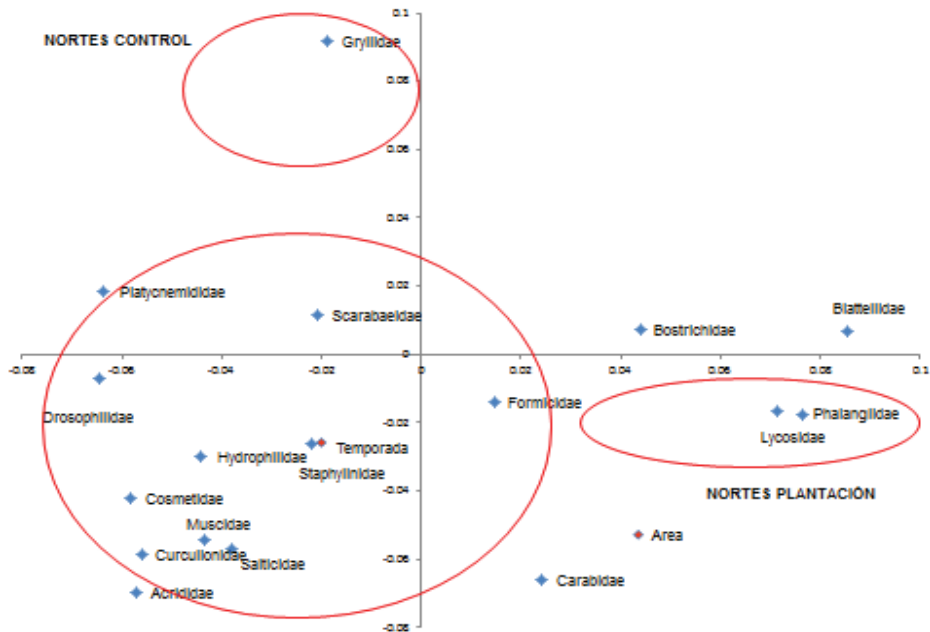
680 Figura 18. ACP red diurna. NC= Control Nortes, NA= Aprovechamiento Nortes,
 681 NP=Nortes Plantación, SC=Control Secas, SA=Secas Aprovechamiento, SP=Secas
 682 Plantación, LC=Lluvias Control, LA=Lluvias Aprovechamiento, LP=Lluvias Plantación.
 683 El eje uno representa el 32.23% y el eje dos 21.33%.

684 De acuerdo a los datos obtenidos mediante las ANOVAS y los ACP las familias que
685 mostraron una buena captura con la trampa pitfall son las siguientes:

686 Bostrichidae ($F=2.303$, $gl=8$, $P=.023$) más individuos en temporada de lluvias en el área
687 control, mientras más perturbación menos individuos encontramos, Cosmetidae
688 ($F=5.381$, $gl=8$, $P=.000$) más en área control en temporada de secas, Curculionidae
689 ($F=4.707$, $gl=8$, $P=.000$) esta familia presenta la mayoría de individuos colectados en la
690 temporada de secas en el área de plantación, Formicidae ($F=11.484$, $gl=8$, $P=.000$)
691 temporada de nortes área de aprovechamiento, Gryllidae ($F=5.250$, $gl=8$, $P=.000$) más
692 individuos en temporada de nortes en el área control, Lycosidae ($F=2.704$, $gl=2$,
693 $P=.008$) temporada de nortes área de plantación , Muscidae ($F=3.138$, $gl=2$, $P=.002$)
694 control temporada de secas, Phalangiidae ($F=5.451$, $gl=8$, $P=.000$) área de plantación
695 temporada de nortes, Salticidae ($F=3.796$, $gl=8$, $P=.000$) mientras más perturbación
696 mayor número de individuos colectados mayor incidencia en temporada de secas y
697 Staphylinidae ($F=17.690$, $gl=8$, $P=.000$) mayor número de individuos en temporada de
698 secas en el área control.

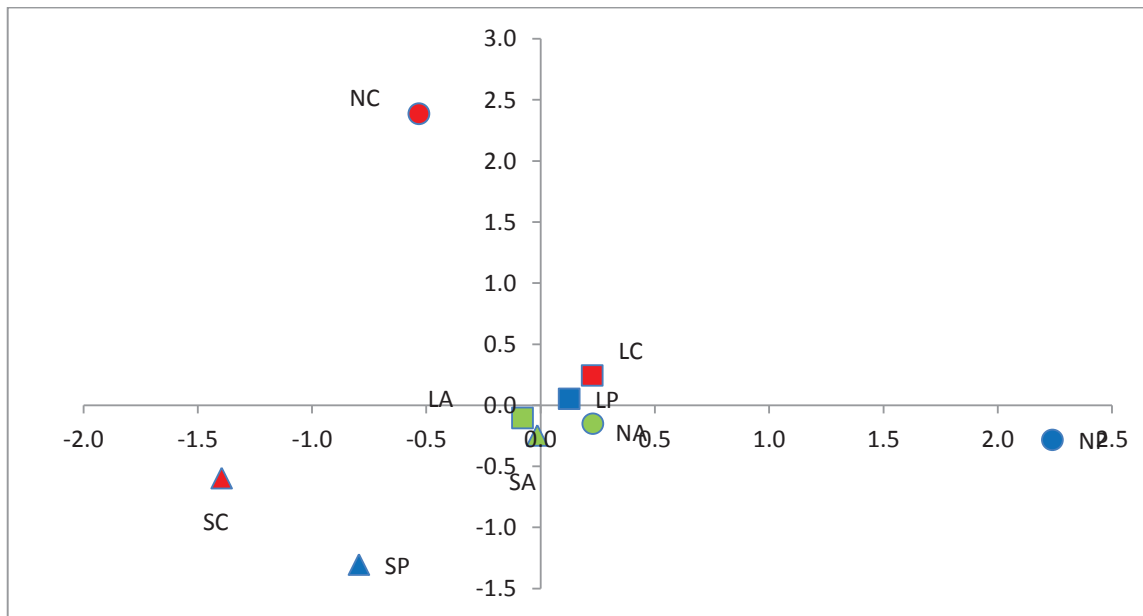
699

700



701

702 Figura 19. ACP pitfall, en la gráfica se presentan los nombres de las familias obtenidos
 703 durante las tres temporadas en las tres áreas.



704

705 Figura 20. ACP pitfall. NC= Control Nortes, NA= Aprovechamiento Nortes, NP=Nortes
 706 Plantación, SC=Control Secas, SA=Secas Aprovechamiento, SP=Secas Plantación,
 707 LC=Lluvias Control, LA=Lluvias Aprovechamiento, LP=Lluvias Plantación. El eje uno
 708 representa el 20.48% y el eje dos 18.44%.

709 **5.4 Familias plagas y/o invasoras encontradas en cada área.**

710 Encontramos un total de 6 familias consideradas plagas de acuerdo al listado de
711 Equihua (2002) para el estado de Quintana Roo, se presenta el número de individuos
712 encontrados en cada área y cada temporada (Cuadro 12).

713 De las familias consideradas plagas presentes en este estudio Formicidae es la que
714 presenta el mayor número de individuos, presentándose con mayor incidencia en el
715 área de aprovechamiento (3266) y el área de plantación (244). Seguida por la familia
716 Curculionidae con mayor número de individuos colectados en el área de plantación
717 (512) y una baja incidencia en el área de aprovechamiento (196).

718 Para la familia Acrididae la mayor abundancia de esta familia se presenta en el área de
719 plantación (244).

720 La familia Rhinotermitidae presenta un gran número de individuos colectados en el área
721 control (522).

722 De la familia Pyralidae solo se encontró un organismo presente en el área de estudio,
723 específicamente en el área de aprovechamiento.

724

725

726

727

728 Cuadro 12. Familias plagas con su huésped presentes en las áreas muestreadas
 729 control (C), Aprovechamiento (A) y Plantación (P).

Familia	Nombre científico especies plaga	Huésped	Áreas		
			C	A	P
Insectos que se alimentan de brotes y yemas					
Pyrilidae	<i>Hypsipyla grandella</i> (Zéller 1848.)	<i>Cedrela odorata</i> , <i>Swietenia macrophylla</i> .	0	1	0
Insectos defoliadores					
Acrididae	<i>Schistocerca piceifrons</i> (Walker, 1870)	<i>Metopium brownei</i> y <i>Chrysophyllum mexicanum</i> .	174	81	244
Formicidae	<i>Atta cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Cedrela odorata</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> .	366	3266	941
Insectos que se alimentan de la madera húmeda					
Rhinotermitidae	<i>Captotermes crassus</i> (Snyder, 1922)	<i>Bursera simaruba</i> , <i>Cedrela odorata</i> , <i>Spondias mombin</i> y <i>Swietenia macrophylla</i> .			
	<i>Heterotermes convexinotatus</i> (Snyder, 1924)	<i>Bursera simaruba</i> , <i>Cedrela odorata</i> , y <i>Swietenia macrophylla</i> .	522	35	148
	<i>Nasutitermes nigriceps</i> (Haldeman, 1853)	<i>Bursera simaruba</i> y <i>Swietenia macrophylla</i>			
	<i>Nasutitermes corniger</i> (Haldeman, 1853)	<i>Swietenia macrophylla</i> .			
Curculionidae	<i>Xyleborus volvulus</i> (Fabricius, 1775)	<i>Cedrela odorata</i> y <i>Bursera simaruba</i>			
Curculionidae	<i>Euplatypus parallelus</i> (Fabricius, 1801)	<i>Brosimum spp</i> , <i>Croton spp</i> y <i>Lonchocarpus rugosus</i>	430	196	512
Buprestidae	<i>Chrysobothris yucatanensis</i> (Van Dyke, 1953)	<i>Cedrela odorata</i> .	2	8	2

730

731

732 **5.5 Familias con uso potencial para control de plagas.**

733 De acuerdo a las familias encontradas en las diferentes áreas y temporadas, se lista a
 734 continuación (cuadro 13) los posibles controladores naturales para cada una de las
 735 especies mencionadas en el cuadro 12 como plagas para el estado de Quintana Roo
 736 (Varón et al. 2005; Cano 2006; Issa 2010).

737 Cuadro 13 .Artrópodos controladores de plagas en el estado de Quintana Roo.

FAMILIA	ESPECIE PLAGA	FAMILIA CON USO POTENCIAL PARA CONTROL DE PLAGA
Pyralidae	<i>Hypsipyla grandella</i> (Zéller 1848,)	Formicidae
Acrididae	<i>Schistocerca piceifrons</i> (Walker, 1870)	<i>Thomisidae</i> sp <i>Araneae</i> sp
Formicidae	<i>Atta cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Lycosiae</i> , <i>Araneidae</i>
Rhinotermitidae	<i>Captotermes crassus</i> (Snyder, 1922)	Blattellidae
Rhinotermitidae	<i>Heterotermes convexinotatus</i> (Snyder, 1924)	Formicidae
Rhinotermitidae	<i>Nasutitermes nigriceps</i> (Haldeman, 1853)	Gomphidae
Rhinotermitidae	<i>Nasutitermes corniger</i> (Haldeman, 1853)	Buthidae
Curculionidae	<i>Xyleborus volvulus</i> (Fabricius, 1775)	Pentatomidae
Curculionidae	<i>Euplatypus parallelus</i> (Fabricius, 1801)	Elateridae
Buprestidae	<i>Chrysobothris yucatanensis</i> (Van Dyke, 1953)	Formicidae
Formicidae	<i>Camponotus abdominalis transvectus</i> (Wheeler, 1910)	<i>Lycosiae</i> , <i>Araneidae</i>
	<i>C. caryae</i> (Fitch, 1855)	<i>Lycosiae</i> , <i>Araneidae</i>
	<i>C. planatus</i> (Roger, 1863)	<i>Lycosiae</i> , <i>Araneidae</i>
	<i>C. picipes</i> (Olivier, 1792)	<i>Lycosiae</i> , <i>Araneidae</i>

738

739

740 **5.6 Especies en peligro de extinción.**

741 Ninguna de las familias encontradas durante esta investigación se encuentran dentro
742 de los listados del CITES o NOM 059.

743

744

745

746

747

748

749

750

751

752

753

754

755

756 **6. DISCUSIONES**

757 Según nuestros resultados, de acuerdo a la hipótesis “La diversidad de la fauna de
758 artrópodos, se ve afectada por los diferentes tipos de manejo.” De acuerdo a los
759 resultados obtenidos con los índices de biodiversidad podemos concluir, que en
760 conjunto varios tipos de manejo, permiten ofrecer una mayor diversidad de artrópodos
761 que un solo tipo de manejo, es por esto que el aprovechamiento forestal por turno, en
762 el cual se van racionalizando las áreas forestales y aprovechando solo los individuos
763 con los diámetros especificados por la NOM-001-RECNAT-1995, permiten una mayor
764 diversidad de artrópodos; reduciendo con esto, las plagas que pueden afectar al mismo
765 arbolado.

766 Aunque nuestros resultados en cuanto a la biodiversidad de las diferentes áreas de
767 manejo, demostraron que no hay diferencias significativas entre ellos, se encontró que
768 hay familias que son más sensibles a los cambios en cuanto a los tipos de manejo. Las
769 especies pertenecientes a estas familias son las que pueden funcionar como
770 bioindicadores de los grados de perturbación ocasionados por diferentes manejos.

771 Las familias que se encuentran más relacionadas a las áreas con mayor perturbación
772 son: Acrididae, Cicadellidae, Largidae, Lygaeidae, Muscidae, Phalangiidae,
773 Pyrrhocoridae, Scarabaeidae y Vespidae. Mientras que las familias con mayor
774 sensibilidad en cuanto a las perturbaciones humanas y que se encontraron en el área
775 control son: Cosmetidae, Gerridae y Nymphalidae.

776 Estos resultados apuntan a la necesidad de realizar estudios enfocados a las especies
777 pertenecientes a estas familias, excluyendo el trabajar con las otras familias de

778 artrópodos analizadas en esta investigación. En el cuadro 14 se presenta en resumen
 779 las características convenientes para que una especie sea considerada como buen
 780 indicador: Las familias que en cuanto a nuestros resultados se observaron con
 781 posibilidades de actuar como indicadores de áreas conservadas se presentan junto con
 782 sus características.

783 Cuadro 14. Características recomendadas para que un taxón sea un buen indicador. El
 784 * representa si cuentan con dicha característica las familias encontradas en el área
 785 control. NS (no se sabe).

Familia	Cosmetidae	Gerridae	Nymphalidae
Suficientemente sensible para proveer una alerta temprana de los cambios	NS	NS	NS
De amplia distribución, o distribuido uniformemente en el área que quiere monitorearse	*		*
Capaz de proveer una evaluación continua sobre un amplio rango de perturbaciones	NS	NS	
Relativamente independiente del tamaño de muestra	*		*
De medición económica y sencilla (poder ser medido por no expertos)			*
Capaz de diferenciar entre ciclos naturales y antropogénicos	NS	NS	
Relacionado con fenómenos ecológicos importantes que se dan en los distintos niveles de organización	*		
No sujeto de aprovechamiento	*	*	
De ecología bien conocida			*
Con taxa de corto tiempo de regeneración		*	*
Con taxa pertenecientes a diferentes gremios o grupos funcionales.			*

786 De las familias encontradas en el área control, solo Nymphalidae ha sido mencionada y
 787 evaluada en la zona del sur de Quintana Roo como bioindicador (Pozo et al. 2009). El
 788 conocimiento previo de la ecología y comportamiento de esta familia permite una mayor

789 facilidad para su identificación en campo, además de ser uno de los ordenes del filo
790 Artropoda del cual se tiene un mayor conocimiento y especialistas taxonómicos en
791 México. La utilización de monitores y trampas malaise permiten un monitoreo de esta
792 familia sin ser necesario el sacrificio de las mismas. El incremento en el número de
793 organismos de la familia Nymphalidae en el área control es debido a la diversidad de
794 microhábitats y de recursos como plantas hospederas para las larvas, o flores y frutos
795 para los adulto (Brown et al. 2001). La familia de los Nymphalidae se encontró en su
796 mayoría en temporada de nortes y solo en el área control en la temporada de secas.
797 Cinco individuos adultos fueron capturado por medio de trampas Pitfall, en diferentes
798 repeticiones y temporadas (2 en temporada de nortes y 3 en temporada de secas), este
799 es el primer reporte de atracción de esta familia hacia este tipo de trampa, ya que solo
800 encontramos un estudio previo de captura de Lepidópteros, pero solo en etapas
801 larvales (Grensalde y Greenslade 1971).

802

803 En el caso de la familia Gerridae, particularmente el género Halobates ha sido
804 estudiado recientemente por Harada et al. (2011) y Dias y Lopes (2009) como un
805 indicador para los cambios en la temperatura y salinidad en los oceanos. Gerridae es
806 una familia de chinches semiacuáticos que pertenecen al suborden Heteroptera,
807 infraorden Gerromorpha (Spence y Andersen 1994), los cuales son alta- mente
808 especializados en cuanto a su hábitat en la película superficial del agua; la mayoría se
809 encuentran en aguas con poca corriente, aunque algunas especies se han adaptado a
810 vivir en aguas con flujo rápido (Andersen 1982). Las especies de Gerridae
811 generalmente se presentan en aguas dulces, unas pocas en estuarios y aguas

812 salobres, tan solo cinco son completamente marinas. Algunas especies como las del
813 género *Eotrechus* (Asia tropical) viven sobre paredes de rocas húmedas (Andersen
814 1982).La mayor diversidad de especies de esta familia se presenta en la región
815 Neotropical, en África Central y Occidental, en la región indo-australiana, sur de Asia,
816 archipiélago Malayo y Nueva Guinea (Andersen 1982), hasta el momento no se cuenta
817 con estudios detallados sobre los hábitats preferidos por estos (Molano-Rendón et al.
818 2008).

819 La presencia de esta familia Gerridae en la zona forestal puede ser debido a la
820 cercanía de los cuerpos de agua y a la temporada en la cual se colectaron estos
821 individuos ya que la mayoría de los organismos fueron colectados en temporada de
822 nortes. La trampa de luz fue el método de colecta con el que se obtuvieron más
823 organismos de esta familia,

824 Los cosmétidos son una familia de Opiliones Laniatores, su mayor diversidad se
825 encuentra en el Norte de Suramérica, México, y el centro de América (Kury & Pinto-da-
826 Rocha 2007) Su identificación a nivel de familia es relativamente sencilla, sin embargo
827 la identificación a nivel de Género y especie, se complica por los pocos especialistas
828 taxonómicos en México y la poca literatura acerca de su ecología. Brown et al. (2001)
829 menciona solo 286 especies de opiliones estimadas para México según su estudio en
830 los sistemas tropicales mexicanos. El hecho de ser depredadores pueden ser
831 bioindicadores muy valiosos ya que están en el tope de la cadena alimenticia, por lo
832 cual creemos que esta familia debe ser más utilizada en esta zona. (Maes y Kury
833 2011). De las familias reportadas en este trabajo como bioindicadores, esta es la que
834 presenta una mayor abundancia, siendo la trampa pitfall la mejor opción de captura

835 para estos organismos, esto puede deberse a la necesidad de humedad, ya que
836 aunque se colectaron individuos en todo el año, la mayor incidencia se presentó en la
837 temporada de secas.

838 Henle et al. (1996) comentan que los modelos en los que se utilizan especies
839 indicadoras del hábitat pueden ser aplicados al dominio natural donde se realizó el
840 estudio, pero que aún no se conoce que tan extendido puede ser ese modelo a otras
841 áreas.

842 Favila & Halfitter (1997) y Morón (1997) reportan a los escarabajos, en particular de la
843 familia Scarabaeidae como un buen bioindicador para áreas conservadas, sin embargo
844 para esta región del estado de Quintana Roo los resultados obtenidos en esta
845 investigación muestran una mayor abundancia dentro de las áreas perturbadas.

846 Para el orden de las Lepidópteras la familia Nymphalidae se presenta como la única de
847 este orden que puede ser utilizada según nuestros resultados coincidiendo con los
848 resultados de Villarreal et al. (2006), Stork (2003), Pozo (2006) y Pozo et al. (2009),
849 esto debido a su abundancia en los ambientes conservados, gracias a la disponibilidad
850 de alimento, refugio y las posibilidades de encontrar pareja. Para el orden Hymenoptera
851 las familias Vespidae y Formicidae se presenta como mayor abundancia dentro de las
852 áreas perturbadas coincidiendo con Perfecto (2003), la cual menciona que las hormigas
853 son más resistentes a las modificaciones en su hábitat que las mariposas. Agregamos
854 a esta lista de familias, los siguientes ordenes de los cuales se conoce poco sobre sus
855 posibilidades de bioindicadores Opiliones (Cosmetidae y Phalangiidae) y los

856 Hemípteros (Cicadellidae, Gerridae, Largidae, Lygaeidae y Pyrrhocoridae), los cuales
857 no habían sido reportados hasta este trabajo como probables bioindicadores.

858 En cuanto a la temporada con mayor número de organismos colectados, nuestros
859 resultados coinciden con los estudios realizados por Buskirk y Buskirk en cuanto al
860 orden con mayor abundancia en la temporada de secas (1976), en el cual en ambiente
861 neotropical con una marcada época de lluvias y secas, la temporada en la cual
862 obtuvieron un mayor número de individuos fue a finales de la época de secas y
863 principios de la temporada de lluvias. Obteniendo en su mayoría organismo del orden
864 Coleoptera.

865 Los medio ambientes tropicales están caracterizados por sus altas temperaturas,
866 elevadas precipitaciones y mayor productividad. Para el grupo de las mariposas, más
867 precipitación implica más diversidad de plantas, que se traduce en alimento para larvas
868 (hojas, rebrotes, plántulas) y adultos (flores), en sitios de ovoposición y lugares para
869 encontrar pareja y refugio (Pozo et al. 2008; Maya-Martínez et al. 2009). El incremento
870 en el orden Lepidóptera coincide con lo descrito por Salinas (2010) en su trabajo
871 realizado en la selva Maya, en el cual los resultados mencionan, que la temperatura y
872 la precipitación son las principales variables para determinar la gran diversidad de
873 mariposas en México.

874 Acorde a nuestros resultados las familias sensibles a los cambios entre los tipos de
875 manejo son encontradas en diferentes temporadas Phanalgiidae se encuentran con
876 mayor facilidad en la temporada de nortes, para la familias Formicidae, Pyrrhocoridae
877 la temporada de secas es la mejor para su captura mientras que para Cicadellidae y

878 Scarabaeidae, es la temporada de lluvias. Indudablemente la temporada en la cual
879 encontramos una mayor riqueza de especies es la temporada de lluvias, por lo cual
880 sugerimos para futuros trabajos de medición de biodiversidad en esta región del sur de
881 Quintana Roo esta temporada.

882 De acuerdo a lo dicho por Wolda (1992) una de las desventajas de las trampas de luz
883 es que no son buenas para medir tamaños de población o densidades, hay que tomar
884 en cuenta los patrones de vuelo de las diferentes especies, lo que hace que varíe la
885 densidad de individuos de una especie a otra. Para la búsqueda de bioindicadores en
886 especial la trampa de luz puede ser efectiva en el caso de las mariposas nocturnas y
887 de las Cicadellidae, esto debido a que una de las ventajas de la misma es la atracción
888 de adultos a la trampa, lo que facilita el trabajo de identificación taxonómica de los
889 mismos en el laboratorio. Sin embargo hay que tomar en cuenta las temporalidad en
890 los muestreos, ya que estos pueden alterar los resultados obtenidos, sin importar los
891 métodos utilizados para su colecta (Pozo et al. 2005, 2008)

892 Según los estudios realizados por Nestel et al. (1993) con trampas pitfall, los
893 escarabajos relacionados con los árboles, mientras más diversidad de especies
894 arbóreas se encuentren, mayor número de especies de escarabajos se encontraran,
895 Esto coincide con nuestros resultados en la temporada de secas, donde más individuos
896 se colectaron, fue el área control, ya que cuenta con una mayor diversidad de árboles,
897 sin embargo el segundo lugar en cuanto a números de individuos se refiere fue el área
898 de plantación y cuenta solo con tres especies arbóreas.

899 Coincidiendo con nuestros resultados si existen técnicas / métodos de trapeo que son
900 más adecuados para encontrar bioindicadores. De acuerdo a nuestros resultados las
901 técnicas que nos permiten medir mejor la biodiversidad y encontrar buenos
902 bioindicadores de la misma serian la red de golpeo y la colecta directa nocturna, ya que
903 nos permiten colectar familias no solo del suelo y nivel de las plantas, sino de
904 artrópodos que se encuentran volando a una corta distancia del suelo, lo que nos da
905 una mayor diversidad de familias por este tipo de trampas aunque pocos individuos de
906 cada familia. Las técnicas de colecta con las cuales pudimos obtener un mayor número
907 de individuos de las familias más sensibles a los cambios en su medio fueron: Pitfall
908 para Cosmetidae y trampa de luz Gerridae, y Nymphalidae.

909 Entre las desventajas que obtuvimos con las trampas Pitfall fue la captura de más de
910 2500 individuos de Formicidae en una sola repetición. Se ha decidido no eliminare esta
911 repetición debido a que uno de nuestros objetivos es encontrar la mejor trampa para los
912 bioindicadores en las diferentes temporadas.

913 Contrario a los trabajos realizados por Pinkus (2006) e Ibarra-Nuñez et al. (1993 y
914 1998) que demuestran que las arañas son buenos bioindicadores en zonas de cultivo
915 orgánico en el estado de Chiapas; donde el clima es más húmedo, nuestros resultados
916 demuestran que las arañas no servirían como bioindicadores en esta región del sur de
917 Quintana Roo, aunque otros quelicerados como opiliones si son candidatos a
918 bioindicadores debido a que son depredadores de otros artrópodos.

919 Para el sur del estado de Quintana Roo como sugerimos mayores estudios en áreas
920 con perturbaciones humanas (agricultura, ganadería, ecoturismo, etc) cercanas a áreas

921 conservadas, no solo en áreas naturales protegidas, esto nos permitirá un mejor
922 conocimiento de hasta dónde podemos aprovechar nuestros recursos responsable y
923 sustentablemente. No podemos olvidar que la mayoría de los ejidos del sur del estado
924 de Quintana Roo depende de las actividades forestales como una de sus principales
925 actividades.

926 Se ha realizado diversos estudios acerca de los artrópodos dentro de las áreas
927 naturales protegidas (Pozo 2006; Pozo et al 2008). A través de este trabajo podemos
928 apreciar la necesidad de conocer más acerca de la biodiversidad en artrópodos en
929 áreas con mayores perturbaciones humanas, que no presentan protección por ser
930 áreas naturales protegidas.

931 Es necesario confirmar las familias mencionadas en este trabajo como bioindicadores
932 de las áreas conservadas, realizando estudios en otros parches forestales. Si se
933 confirma los bioindicadores, es importante a futuro hacer estudios de conectividad de
934 estas familias en parches forestales cercanos, para observar el efecto de la
935 fragmentación en las poblaciones de estas familias.

936

937

938

939

940

941 **7. LITERATURA CITADA**

- 942 Alves RRN & Rosa IML. 2007. Biodiversity, traditional medicine and public health:
943 where do they meet?. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 3: 14.
- 944 Andersen NM. 1982. The semiaquatic Bugs (Hemiptera: Gerromorpha) Phylogeny,
945 Adaptations, Biogeography and Classification. *Entomograph* Vol. 3.
946 Scandinavian Science Press LTD Klampenborg. Pp. 455.
- 947 Arroyo J, Iturrondobeitia JC, Caballero A. & González-Carcedo S. 2003. Una
948 aproximación al uso de taxones de artrópodos como bioindicadores de
949 condiciones edáficas en agrosistemas. *Bol. S.E.A.*, 32: 73–79.
- 950 Bahena H. 1994. Los reptiles de La Unión, sur del Estado de Quintana Roo y algunos
951 aspectos de sus hábitos alimenticios. Tesis de licenciatura. Universidad
952 Nacional Autónoma de México, México. Pp. 57.
- 953 Borror DJ, De Long DM & Triplehorn CA. 1981. *An Introduction to the Study of Insects*,
954 5th edn. Saunders College Publishing. Pp . 875
- 955 Bowden J. 1982. An analysis of factors affecting catches of insects in light traps. *Bull.*
956 *ent. Res.* 72: 535-556.
- 957 Brown KS. 1991. Conservation of Neotropical Environments: Insects As Indicators. *The*
958 *Conservation of Insects and Their Habitats*. Collins N., J. Thomas Ed. Chap 14.
959 350-423.

- 960 Brown KS. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests:
961 insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect*
962 *Conservation* 1: 25–42.
- 963 Brown G, Fragoso C, Barois I, Rojas P, Patrón JC, Bueno J, Moreno AG, Lavelle P,
964 Ordaz V, & Rodríguez C. 2001. Diversidad y rol funcional de la macrofauna
965 edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos. *Acta Zool. Mex.* Número
966 especial 1:79-110
- 967 Buskirk RE & Buskirk WH. 1976. Changes in arthropod abundance in a highland Costa
968 Rican forest. *American Midland Naturalist* 95:288-98.
- 969 Butler L, Kondo V, Barrows EM & Townsend E. 1999. Effects of Weather Conditions
970 and Trap Types on Sampling for Richness and Abundance of Forest
971 Macrolepidoptera. *Environ. Entomol.* 28(5): 795-811.
- 972 Camero R Diaz JE, Salinas A, Téllez L & Agudelo D. 2005. Estudio de la artropofauna
973 asociada a suelos de dos tipos de ecosistemas en la cuenca del río Cauca-
974 Colombia. *Journal of Natural History*, 2007; 41(17–20): 1025–1033.
- 975 Cano SZ. 2006. Ecología e historia natural de *Schistocerca americana* socorro y *S.*
976 *piceifrons piceifrons* en Isla Socorro. Universidad Nacional Autónoma de
977 México. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. BS007. México.
- 978 Ceballos L, Hénaut Y & Legal L. 2005. Foraging strategies of *eriophora edax* (Araneae,
979 Araneidae): a nocturnal orb-weaving spider. *The Journal of Arachnology* 33(2):
980 509-515.

- 981 CONABIO. 1997. Carta de climas de Yucatán. Esc. 1: 1000000
- 982 CONABIO. 1997. Carta de precipitación total anual total de Yucatán. Esc. 1: 1000000
- 983 Consultora de asesores forestales S.A. de C.V. 2009. Programa de manejo forestal
984 nivel simplificado para remoción de arbolado muerto y dañado por fenómeno
985 meteorológico (Huracán Dean) en el ejido Miguel Hidalgo y Costilla, Municipio
986 de Othón P. Blanco, Quintana Roo. Pp. 58.
- 987 Dale VH, Brown S, Haeuber RA, Hobbs NT, Huntly N, Naiman RJ, Riebsame WE,
988 Turner MG & Valone, TJ. 2000. Ecological principles and guidelines for
989 managing the use of land. *Ecological Applications*, 10, 639–670.
- 990 Davies KF, Marguels CR & Lawrence JF. 2000. Which traits of species predict
991 population declines in experimental forest fragments? *Ecology*, 81, 1450–1461.
- 992 De Groot P & Nott R. 2001. Evaluation of traps of six different designs to capture pine
993 sawyer beetles (Coleoptera: Cerambycidae). *Agricultural and Forest*
994 *Entomology* 3: 107-111.
- 995 Dias JF & Lopes CL. 2009. Occurrence, distribution and abundance of *Halobates*
996 *micans* Eschscholtz, 1822 (Heteroptera, Gerridae) along the southeastern
997 Brazilian coast. *Braz. J. Biol.*, 69(1): 67-73
- 998 Dor AS, Machkour-M'Rabet S, Legal L, Williams L & Hénaut Y. 2008. Chemically
999 mediated burrow recognition in the Mexican tarantula *Brachypelma vagans*
1000 female. *The Journal of Arachnology* 37: 10-14.

- 1001 Equihua Martínez A. 2002. Entomología Forestal. J.E. Llorente Bousquets, y J. J.
1002 Morrone (eds). Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de
1003 México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Volumen III. Capítulo 2.
1004 CONABIO. Pp. 690.
- 1005 Favila M & Halffter G. 1997. The use of indicators groups for measuring biodiversity as
1006 related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana* 072:1-
1007 25.
- 1008 Fischer J, Lindenmayer DB, Blomberg SP, Montague-Drake R, Felton A & Stein JA.
1009 2007. Functional richness and relative resilience of bird communities in regions
1010 with different land use intensities. *Ecosystems* 10: 964–974
- 1011 Groombridge B & Jenkins MD. 2002. *World Atlas of Biodiversity*. UNEP-WCMC.
1012 University of California Press, Berkeley. Pp 352.
- 1013 Greenslade P & Greenslade PJM. 1971. The use of baits and preservatives in pitfall
1014 traps. *Australian Journal of Entomology* 10 (4): 253–260.
- 1015 Harada T, Takenaka S, Sekimoto T, Nakajyo M, Inoue T, Ishibashi T & Katagiri C. 2011.
1016 Heat coma as an indicator of resistance to environmental stress and its
1017 relationship to ocean dynamics in the sea skaters, Halobates (Heteroptera:
1018 Gerridae). *Insect Science* 00: 1–9.
- 1019 Harrison S & Bruna E. 1999. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what
1020 do we know for sure?. *Ecography*, 22, 225–232.

- 1021 Hayes TM. 2006. Parks, People, and Forest Protection: An Institutional Assessment of
1022 the Effectiveness of Protected Areas. *World Development* Vol. 34, No. 12, pp.
1023 2064–2075.
- 1024 Hénaut Y, Ibarra-Núñez G & Williams T. 2001. Retention capture and consumption of
1025 experimental prey by orb-web weaving spiders in coffee plantations of Southern
1026 México. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 98(1): 1-8.
- 1027 Hénaut Y, Serrano F, Weissenberger H, Valdez Hernández M & Machkour M'Rabet S.
1028 2010. Búsqueda de hospederos potenciales para *Cactoblastis cactorum* en las
1029 reservas naturales de la península de Yucatán, Tabasco y Chiapas y
1030 descripción de su fauna asociada. Informe Técnico. SAGARPA. Pp 34.
- 1031 Henle K, Poschold P, Margules C & Settele J. 1996. Species survival in relation to
1032 habitat quality, size and isolation: summary conclusion and future directions. En:
1033 Settele J. Margules C.R., Poschold & Henle K (eds). *Species Survival in*
1034 *fragmented landscapes*, 373-381. Kluwer, Dordrecht.
- 1035 Hoback WW, Svatos TM, Stephen MS & Higley LG. 1999. Trap color and placement
1036 affects estimates of insect family-level abundance and diversity in a Nebraska
1037 salt marsh. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 91: 393–402
- 1038 Ibarra-Núñez G, García Ballinas JA & Moreno- Próspero MA. 1993. La comunidad de
1039 artrópodos de dos cafetales con diferentes prácticas agrícolas: El caso de los
1040 Hymenópteros Resúmenes, XXVIII Congreso Nacional de Entomología,
1041 Sociedad Mexicana de Entomología, 23–26 May 1993. Universidad de las
1042 Américas, Cholula, Puebla, Mexico.

- 1043 Ibarra-Núñez G. & Garcia-Ballinas JA. 1998. Diversidad de tres familias de arañas
1044 tejedoras (Araneae: Araneidae, Tetragnathidae, Theridiidae) en cafetales del
1045 soconusco, Chiapas, Mexico. *Folia Entomologica Mexicana* 102: 11–20.
- 1046 INEGI. 2009. Anuario estadístico de Quintana Roo. Pp. 497.
- 1047 Issa S. 2010. Plagas Agrícolas de Venezuela. Sociedad Venezolana de Entomología.
1048 Universidad Simón Bolívar, Distrito Federal, Venezuela. Pp. 21.
- 1049 Kim KC. 1993. Biodiversity, conservation and inventory: why insects matter. *Biodiversity*
1050 *and Conservation*. 2: 191-214.
- 1051 Klein AM, Steffan-Dewenter I & Tscharntke T. 2006. Rain forest promotes trophic
1052 interactions and diversity of trap-nesting Hymenoptera in adjacent agroforestry.
1053 *Journal of Animal Ecology* 75 :315–323.
- 1054 Kury, AB & Pinto-Da-Rocha R. 2007. Cosmetidae Koch, 1839. Pp 182-185. En: Pinto-
1055 da-Rocha, R., G. Machado & G. Giribet (eds.). *Harvestmen: the biology of the*
1056 *Opiliones*. Harvard University Press, Cambridge and London. Pp.597.
- 1057 Langor DW & Spence JR. 2006. Arthropods as ecological indicators of sustainability in
1058 Canadian forest. *The forestry Chronicle* 32(3):344-350.
- 1059 Legendre P & Legendre L. 1998. *Numerical Ecology*. Editorial Elsevier. Amsterdam. Pp.
1060 853.

- 1061 Llorente Bousquets JE, Garcés Medina A, Pulido T & Luna Vega I. 1995. Manual de
1062 recolección y preparación de animales. Universidad Nacional Autónoma de
1063 México. Pp. 270.
- 1064 Machkour-M'Rabet S, Hénaut Y, Rojo R & Calmé S. 2005. A not so natural history of
1065 the tarantula *Brachypelma vagans*: Interaction with human activity. *Journal of*
1066 *Natural History* 39(27) 2515-2523.
- 1067 Machkour-M'Rabet S, Hénaut Y, Sepulveda A, Rojo R, Calmé S. & Geissen V. 2007.
1068 Soil preference and burrow structure of an endangered tarantula *Brachypelma*
1069 *vagans* (Mygalomorphae: Theraphosidae). *Journal of Natural History* 41:1025-
1070 1033.
- 1071 Machkour-M'Rabet S, Hénaut Y, Winterton P & Rojo R. 2011. A case of zotherapy with
1072 the tarantula *Brachypelma vagans* Ausserer, 1875 in traditional medicine of the
1073 Chol Mayan ethnic group in Mexico. *Journal of Ethnobiology and*
1074 *Ethnomedicine*, 7:12.
- 1075 Magurran AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University
1076 Press, New Jersey. Pp 185.
- 1077 Matthews E. 2000. Wetlands, in *Atmospheric Methane: Its Role in the Global*
1078 *Environment*, Ed por M. A. K. Khalil. Springer, New York. Pp. 202–233.
- 1079 Maya-Martínez, Pozo C. & Schmitter-Soto J.J. 2009. Distribution patterns of charaxinae
1080 (Lepidoptera: Nymphalidae) in Yucatan peninsula, Mexico. *Acta Zoológica*
1081 *Mexicana* 25(2): 283-301.

- 1082 McGeoch MA. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as
1083 bioindicators. *Biological Review* 73: 181 - 201.
- 1084 Molano-Rendón F, Morales-Castaño IT, Serrato-Hurtado C. 2008. Clasificación y
1085 hábitats de Gerridae (Heteroptera - Gerromorpha) en Colombia. *Acta biol.*
1086 *Colomb.*, 13(2): 41 – 60.
- 1087 Morón MA. 1997. Inventarios faunísticos de los Coleoptera Melolonthidae Neotropicales
1088 con potencial como bioindicadores. *Giornale Italiano di Entomología* 8: 265-
1089 274.
- 1090 Myers N, Mittermeier R, Mittermeier C, da Fonseca G & Kent J. 2000. Biodiversity
1091 hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853-858.
- 1092 Nestel D, Dickschen F & Altieri M. 1993. Diversity patterns of soil macro-Coleoptera in
1093 Mexican shaded and unshaded coffee agroecosystems: an indication of habitat
1094 perturbation. *Biodiversity and conservation* 2(1):70-78
- 1095 Noss RF. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach.
1096 *Conservation Biology* 4: 355-364.
- 1097 Perfecto I, Mas A, Dietsch T & Vandermeer J. 2003. Conservation of biodiversity in
1098 coffee agroecosystems: a tri-taxa comparison in southern Mexico. *Biodiversity*
1099 *and Conservation* 12: 1239–1252.
- 1100 Pinkus Rendón MA, Ibarra-Núñez G, Parra-Tabla V, García-Ballinas JA & Hénaut Y.
1101 2006. Spider diversity in coffee plantations with different management in
1102 southeast Mexico. *The Journal of Arachnology* 34:104–112.

- 1103 Pozo C, Llorente-Bousquets J, Martínez AL, Vargas-Fernández I & Salas-Suárez N.
1104 2005. Reflexiones acerca de los métodos de muestreo para mariposas en las
1105 comparaciones biogeográficas. Regionalización biogeográfica en Iberoamérica
1106 y trópicos afines. Llorente-Bousquets J & Morrone JJ (eds). CYTED,UNAM &
1107 CONABIO, México. Pp. 203-215.
- 1108 Pozo C. 2006. Los Rhopalocera de la región de Calakmul, Campeche: Métodos de
1109 estudio, fenología y su uso como indicadores de disturbio. Tesis de Doctorado.
1110 UNAM. México. Pp.157.
- 1111 Pozo C, Martínez AL, Llorente-Bousquets J, Salas-Suárez N, Maya-Martínez A,
1112 Vargas-Fernández I. & Warren AD. 2008. Seasonality and Phenology of the
1113 Butterflies Lepidoptera: Papilionoidea and hesperioidea) of Mexico's Calakmul
1114 Region. Florida Entomologist, 91(3):407-422.
- 1115 Pozo C, Salas-Suárez N, Prado-Cuellar B, May-Uc E. 2009. Riqueza de mariposas
1116 diurnas (Lepidoptera:Rhopalocera) en el Santuario del Manatí y una propuesta
1117 para su uso en el monitoreo de ambientes terrestres del área. El sistema
1118 ecológico de la bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar Caribe.
1119 Espinoza-Avalos J., Islebe G.A. y Hernández-Arana H.(eds.) ECOSUR. 252 p.
1120 139-147.
- 1121 Reyes-Novelo E, Meléndez Ramírez V, Delfín González H & Ayala R. 2009. Wild bees
1122 (Hymenoptera: Apoidea) as bioindicators in the neotropics. Tropical and
1123 Subtropical Agroecosystems 10: 1–13.

- 1124 Rosenberg DM, Danks HV & Lehmkühl DM. 1986. Importance of insects in
1125 environmental impact assessment. *Environmental Management* 6: 773-783.
- 1126 Salas OE, Stuart CF, Armesto JJ, Berlow E, Bloomfield J, Dirzo R, Huber-Sanwald E,
1127 Huenneke LF, Jackson RB, Kinzig A, Leemans R, Lodge DM, Mooney HA,
1128 Martin, LeRoy Poff N, Sykes MT, Walker B, Walker M & Wall DH. 2000. Global
1129 Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- 1130 Salinas Gutierrez J.L. 2010. Biogeografía de las mariposas (Rhopalocera:
1131 Papilionoidea) de la Selva Maya de México, Guatemala y Belice. Tesis de
1132 Doctorado, ECOSUR, Chetumal. Pp. 217.
- 1133 Schulze CH, Waltert M, Kessler PJA, Pitopang R, Shahabuddin, Veddeler D,
1134 Mühlberg M, Gradstein SR, Leuschner C, Steffan-Dewenter & Tschardtke
1135 T. 2004. Biodiversity Indicator groups of Tropical land-use systems: comparing
1136 plants, birds, and Insects. *Ecological Applications*, 14(5): 1321–1333.
- 1137 Schuster JC, Cano EB & Cardona C. 2000. Un método sencillo para priorizar la
1138 conservación de Los Bosques Nubosos de Guatemala, Usando Passalidae
1139 (Coleoptera) como organismos indicadores. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 80: 197-209.
- 1140 Spence J & Andersen N. 1994. *Biology of Water Striders: Interactions between*
1141 *Systematic and Ecology*. *Annu. Rev. Entomol.* 39:101-28.
- 1142 Stork NE, Srivastava DS, Watt AD & Larsen TB. 2003. Butterfly diversity and
1143 silvicultural practice in lowland rainforests of Cameroon. *Biodiversity and*
1144 *Conservation* 12: 387–410.

- 1145 Varón EH, Barbera N, Hanson P, Carballo M & Hilje L. 2005. Potencial de depredación
1146 de *Hypsipyla grandella* por hormigas en cafetales de Costa Rica Manejo
1147 Integrado de Plagas y Agroecología 74: 17-23.
- 1148 Villarreal H, Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, Mendoza H, Ospina M
1149 & Umaña AM. 2006. Inventarios de biodiversidad. In: Manual de métodos para
1150 el desarrollo de inventarios de biodiversidad segunda edición. Programa de
1151 Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos
1152 Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- 1153 Williams-Linera G. & Meave J. 2002. Patrones fenológicos. Ecología y conservación de
1154 bosques neotropicales (eds. M. Guariguata & G. Kattan), pp. 407- 431. Editorial
1155 Libro Universitario Regional. San José, Costa Rica. [ISBN 9968-801-11-9].
- 1156 Wolda H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects.
1157 *Journal of Animal Ecology* 47: 369-381.
- 1158 Wolda H. 1992. Trends in abundance of tropical forest insects. *Oecologia* (1992) 89: 47-
1159 52.
- 1160 Zapata JM. 2008a. Informe anual de actividades 2007 y 2008. Informe anual de
1161 plantación en el predio Naranjal II. Pp. 17.
- 1162 Zapata JM. 2008b. Programa de manejo Simplificado Naranjal Fracción III. Pp. 17.
- 1163
- 1164

1165 **8. REFERENCIAS ELECTRONICAS.**

1166 Bugguide. 2010.

1167 <http://bugguide.net/node/view/15740>

1168 Montero G. 2011.

1169 <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/25/9AM25.htm>

1170 Maes JM, Cockendolpher JC & Kury AB. 2011.

1171 <http://www.bio-nica.info/Ento/Arthro/OPILIONIDA.htm>

1172 Sistema Nacional de Información Ambienta. 2009.

1173 <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx>

1174

1175

1176

1177

1178

1179

1180

1181

1182

1183

1184

1185 **9. ANEXOS**

1186 **Anexo 1. Especies arbóreas encontradas en los tres tipos de manejo forestal,**

1187 **(AC) área control, (AA) área de aprovechamiento, (AP) área de Plantación**

Nombre Científico	Nombre Común	Área en la que se localiza
<i>Talauma mexicana</i>	ANONILLA	A
<i>Swietenia macrophylla</i>	CAOBA	C Y P
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CAIMITILLO	A
<i>Croton reflexifolius</i>	CASCARILLO DELGADO	C Y A
<i>Cedrella odorata</i>	CEDRO	P
<i>Caesalpineia platyloba</i>	CHACTE-VIGA	C
<i>Bursera simarouba</i>	CHACA	C Y A
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEN NEGRO	C Y A
<i>Manilkara zapota</i>	CHICOZAPOTE	C Y A
<i>Malmea depressa</i>	ELEMUY	A
<i>Guazuma ulmifolia</i>	GUACIMO DE MONTAÑA	C Y A
<i>Talisia olivaeformis</i>	GUAYA	C
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	A
<i>Spondias mombin</i>	JOBO	C
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANAZIN	A

<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	C Y A
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	A
<i>Caesalpinea gaumeri</i>	KITANCHE	A
<i>Conocarpus erectus</i>	LAURELILLO	C Y A
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	MACHICHE	A
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAGUA BLANCA	C Y A
<i>Simaruba glauca</i>	PA'ASAK	C Y A
<i>Brosimun alicastrum</i>	RAMON BLANCO	C
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAC-CHACA	C Y A
<i>Lonchocarpus xuul</i>	SHUUL BLANCO	C Y A
<i>Dyospyros cuneata</i>	SILIL	C Y A
<i>Cordia dodecandra</i>	CIRICOTE	P
<i>Zuelania guidonia</i>	TAMAY	C
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	A
<i>Lysiloma bahamensis</i>	TZALAM	C Y A
<i>Coccoloba spicata</i>	UVERO	C Y A
<i>Vitex gaumeri</i>	YA'AXNIK	C Y A
<i>Gymnanthes lucida</i>	YAITI	C
<i>Pouteria unilocularis</i>	ZAPOTILLO	A

1188

1189

1190

1191

1192 **Anexo 2.** Base de datos en el programa Excel , en cada columna se presentan las
 1193 diferentes familias encontradas ordenadas por orden alfabético, La clave (1CLNN)
 1194 representa: el número de repetición de cada trampa, el área, el método de colecta,
 1195 diurna o nocturna y la temporada muestreada. En cada cuadro se marcan las
 1196 abundancias de cada familia presentes en la trampa.

	Acridae	Alydidae	Anisobidae	Apidae	Araneidae	Arctiidae	Assilidae	Blattellidae	Bombicidae
1CLNN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2CLNN	5	1	0	0	0	0	0	6	0
3CLNN	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4CLNN	0	3	0	0	0	0	0	0	0
1CCNN	1	0	0	0	0	0	0	1	0
2CCNN	0	0	0	0	1	0	0	1	0
3CCNN	0	0	0	0	2	0	0	0	0
4CCNN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5CCNN	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6CCNN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7CCNN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8CCNN	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9CCNN	0	0	0	0	0	0	0	2	0
10CCNN	0	0	0	0	0	0	0	4	0
1CRNN	0	0	0	0	4	0	0	2	0
2CRNN	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3CRNN	0	0	0	0	0	0	0	1	0
4CRNN	1	0	0	0	1	0	0	1	0
5CRNN	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6CRNN	0	0	0	0	2	0	0	5	0
7CRNN	0	4	0	0	0	0	0	1	0
8CRNN	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9CRNN	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10CRNN	0	0	0	0	0	0	0	2	0

1197
 1198
 1199
 1200
 1201
 1202
 1203

1204 **Anexo 3.** Formulas empleadas para los índices de biodiversidad.

1205 Cálculos para los índices de Margalef, Simpson, Shannon y Pielou

1206 a) Índice de Margalef

$$1207 \quad D_{mg} = (S - 1) / \ln N,$$

1208 Siendo S la riqueza o número de especies y N el número total de individuos de la
1209 muestra. Es un índice de riqueza de especies.

1210 b) Índice de Simpson

$$1211 \quad \lambda = \sum p_i^2$$

1212 Siendo p_i la proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N.

1213 Índice estructural de dominancia, pudiéndose calcular la diversidad como $1-\lambda$.

1214 c) Índice de Shannon

$$1215 \quad H' = - \sum p_i \ln p_i.$$

1216 Es un índice estructural de equidad.

1217 d) Equidad de Pielou

$$1218 \quad J' = H' / H'_{\max}$$

1219 Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad
1220 esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas
1221 las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988).

1222



Influence of the sampling methods and seasons to evaluated arthropods abundance and diversity in Mexican Neotropical forest

Journal:	<i>Entomologia Experimentalis et Applicata</i>
Manuscript ID:	Draft
Manuscript Type:	Regular Paper
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Cavanzón-Medrano, Laura; El Colegio de la Frontera Sur, Bioconservación ante el Cambio Global Machkour M'Rabet, Salima; El Colegio de la Frontera Sur, Bioconservación ante el Cambio Global Pozo, Carmen; El Colegio de la Frontera Sur, Bioconservación ante el Cambio Global Hénaut, Yann; El Colegio de la Frontera Sur, Bioconservación ante el Cambio Global
Key Words:	Biodiversity, Traps, Family level

REGULAR PAPER

Influence of the sampling methods and seasons to evaluated arthropods abundance and diversity in Mexican Neotropical forest

Laura Cavanzón-Medrano¹, Salima Machkour-M'Rabet¹, Carmen Pozo¹ and Yann Hénaut^{1§}

¹ Bioconservación ante el Cambio Global, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Av. del Centenario Km. 5.5, C.P. 77900, Chetumal, Quintana Roo, Mexico

§ Correspondence:

Yann Hénaut: yhenaut@ecosur.mx

Tel: 00 (52) 983 83 50440 (ext. 4342)

Short Title: Arthropods biodiversity sampling in south Mexico

Key words: Light traps, Pitfall trap, Direct collect, Strike web, Seasons, Yucatan peninsula, Arthropods sampling method

Abstract

Many works on insects sampling, in tropical and neotropical forest, has demonstrated the influences of both, seasonal changes and the sampling methods, that affect the insects sampling to study the biodiversity. The arthropods biodiversity of the Yucatan peninsula (south of Mexico) has been studied principally using Lepidoptera species but any biodiversity study was realized using a more complex set of technical sampling and using all orders of arthropods of the region. Consequently, we examined the effects of seasons (dry season, rainy season and cool winds season) using several sampling methods (light traps, pitfall, direct collect and sweep net) to evaluate the arthropods abundance and diversity. Own study take place in a parch of forest in the area of the village "Miguel Hidalgo y Costilla" located in the south of the Yucatan peninsula. We identified a total of 3755 insects from 87 families and 17 arthropods orders for all seasons in 2010. The orders that present more individuals are in order Coleoptera, Blattodea and Orthoptera. The rainy season present the better richness of families but has fewer individuals than the cool winds and dry seasons. In contrast, dry season has more individuals but fewer families and more dominance. The biodiversity indices per trap shows that light and pitfall traps permit to capture higher numbers of individuals by families, but their richness is less than direct collect and sweep net during the night. Also the Simpson indice shows more dominance with these traps (light and pitfall), because they are more specialists with the kind of organism collected. For future samples in the south-east of the Yucatan peninsula we propose the rainy season for collect more biodiversity but if the finality is the collect only of coleopteros the end of the dry season represent more individuals and families of this order.

41

42 Introduction

43

44 Arthropods, and particularly insects, represent a large part of animal biodiversity and have an
45 important role in ecosystem functions. Consequently, they deserve to be studied and protected
46 (Kim, 1993). Insects are considered as very good indicators to measure impact of human
47 activities on the biodiversity because they present high diversity and abundance, and they
48 founded in practically all habitats (Rosenberg et al., 1986; Noss, 1990; Kremen, 1992; Kremen et
49 al., 1993; Pearson & Cassola, 1992). Other important point to use insects for characterized
50 biodiversity is the low cost and facility to collect this taxa (Langor & Spence, 2006; Arroyo et
51 al., 2003).

52 In tropical forest (e.g. in Brazilian Atlantic forest) a large number of insects orders (earthworms,
53 termites, ants, some beetles, butterflies and springtails) were identified as practical, informative
54 and ecologically faithful indicators to monitoring environmental changes (Brown, 1997). Indeed,
55 these small insects have two important properties to monitoring systems: short life-cycle and low
56 resilience. Particularly in the Tropical and Neotropical zones, many studies mention arthropods
57 as very good indicators to measure impact of human activities on biodiversity. Reyes Novelo et
58 al. (2009) consider that bees are a good indicator in the Neotropical areas. Favila & Halffter
59 (1997) and Morón (1997) mention that beetles are the best bioindicators in Mexico, and ants and
60 butterflies are considered by Villareal (2006) in Colombia, Pozo (2006) in Calakmul region and
61 Pozo et al. (2009) in Chetumal bay, like the best bioindicators.

62

1
2
3
4 63 As mentioned before, insects present the great advantage to be easier sampled than others
5
6 64 animals, but is necessary to standardize a methodology to determinate bioindicators in each
7
8 65 region and particularly in Tropical regions where the conversion rate of the landscape use is high
9
10 66 (Lawrence & Bierregaard, 1997;Orians, 2000; Pozo et al., 2005). However, the sampling
11
12 67 technique largely contributes to change the result and deserve to be analyzed. For example, the
13
14 68 use of sampling based on trapping using attractions (light or odor) or interceptive methods (trap
15
16 69 placement) could largely change the results (Hoback et al., 1999). The trap design is another
17
18 70 factor that may change the results (Muir-Thomson, 1991; de Groot & Nott, 2001). For example,
19
20 71 Bowden (1982) catches only night flyers insects with the light traps and the attractiveness of the
21
22 72 trap varies among taxa.

23
24
25
26
27 73 Hoback et al. (1999) mention that interception techniques of sampling, like insecticidal fogging,
28
29 74 sweep netting, malaise and pitfall traps, have the great advantage to capture all individuals
30
31 75 moving across their barrier. The efficiency of these techniques depends on different parameters
32
33 76 as placement, physical environment, retention of captures, and the degree which species move in
34
35 77 the habitat (McGeachie, 1989;Hoback et al., 1999). On the other hand, the attraction traps, like
36
37 78 sticky traps, light traps and, baited traps, have many limitations in comparison with interception
38
39 79 traps and can varied in their attractiveness among species (Hoback et al., 1999; Montoya et al.,
40
41 80 2002).

42
43
44
45
46 81 Other factor that can change the results of insects sampling is the weather, as shown in the study
47
48 82 of Butler (1999) with Macrolepidoptera and Pozo et al. (2008) with diurnal butterflies. Butler
49
50 83 (1999) shows that the abundance of Macrolepidoptera, in West Virginia (USA), sampled using
51
52 84 malaise trap and blacklight methods, was highest during the warm and dry year, and lowest
53
54 85 during the cool and wet year. His study put in evidence that a minimum temperature and rainfall

1
2
3
4 86 affected significantly the size of samples with blacklight traps method but to a lesser extent with
5
6 87 malaise trap method was. Finally, he shows that during the moonlight in the absence of cloud
7
8 88 cover the capture of moths with blacklight traps decrease. Others studies using Homoptera,
9
10 89 Tettigoniidae and Mantidae (Wolda, 1978) or Lepidoptera (Pozo et al., 2005, 2008) showed that
11
12
13 90 the results are greatly affected by the seasonal changes affect doesn't matter the samples
14
15 91 technics.

16
17 92 Studies realized in Neotropical environments (Janzen & Schoenert, 1968; Robinson & Robinson,
18
19 93 1970; Janzen, 1973a,b) showed that in region with two seasons (dry and rainy), arthropod
20
21
22 94 population present lower numbers of individuals and species during the dry season. Pozo et al.
23
24
25 95 (2008) showed that Pieridae, Nymphalidae and Lycaenidae families showed peaks of greatest
26
27 96 species richness and relative abundance during the rainy season. Nevertheless, Buskirk &
28
29 97 Buskirk (1976) collected more individuals the months at the junction between dry and wet
30
31
32 98 season than during the rainy season and Pozo et al. (2008) showed the greatest species richness
33
34 99 by Papilionidae family during the dry season in the Calakmul region.

35
36 100 The Yucatan peninsula is particularly sensible to global changes, principal new threats for the
37
38 101 conservation of flora and fauna biodiversity in forest (Salas et al., 2000; Fischer et al., 2007). In
39
40
41 102 particular, the landscape fragmentation, the loss of the habitat with the changes in the land use
42
43 103 (e.g. agriculture, urbanization) and, the global warming increase the frequencies of hurricanes
44
45 104 and wild fires and causes a big loss in the trees. Also the invasive species cause imbalance in the
46
47
48 105 trophic levels, because they do not have competition or depredators that control their populations
49
50
51 106 (Salas et al., 2000; Fischer et al., 2007).

52
53 107
54
55
56

1
2
3
4 108 The Yucatan peninsula is considered by Myers et al. (2000) like a hotspots biodiversity, and
5
6 109 consequently, it is important to conserve the numerous endemic species of this region.
7
8 110 Unfortunately, in the southern of Mexican Caribbean state of Quintana Roo, that is inside of one
9
10 111 of the 25 biodiversity hotspots for the conservation priorities in the world (Myers et al., 2000),
11
12 112 any work was realized focused on all arthropods biodiversity that should be use like bio-
13
14 113 indicators to measure the effect of the alterations caused by global change.
15
16

17 114 In this work, we emphasized on different aspects of the sampling technique to obtain different
18
19 115 orders of arthropods to put in evidence the importance of the sampling design in a particular
20
21 116 region as the Neotropical forest of the Yucatan peninsula. We tested two important aspects of the
22
23 117 sampling: the type of the trap with a total of four kind of traps (light trap, pitfall trap, direct
24
25 118 collect and insect sweep nets) and, the seasonal change (dry season, rainy season and cool winds
26
27 119 season).
28
29
30

31
32 120

33 34 121 **Materials and methods**

35
36
37 122

38 39 123 **Experimental sites**

40
41 124 The study area take place in the state of Quintana Roo (southeastern of Mexico) in a forest
42
43 125 (18°53'27"N - 88°21'38"W; 25 m above sea level) located at 25 km north of Bacalar town
44
45 126 (Figure 1). The study area has a total size of 2261.737 hectares and is part of the village of
46
47 127 "Miguel Hidalgo y Costilla". This region have many wood exploitation areas, but the study area
48
49 128 has never been used to extract wood. This forest is principally covered by sapodilla trees rich in
50
51 129 gummy latex called "chicle" (*Manilkara zapota* P. Royen, 1953; Ericales, Sapotaceae), by
52
53
54
55
56

1
2
3
4 130 commercial Tzalam trees (*Lysiloma bahamensis* Benth, 1875: Fabales, Leguminosae), and by
5
6 131 fiddlewood plan (*Vitex gaumer* Linnaeus, 1753: Lamiales, Lamiaceae).

7
8 132 The annual precipitation ranged from 1300 to 2000 mm and the annual average temperature is
9
10 133 between 24°C and 28°C. The weather in the Yucatan peninsula is hot-damp and the altitude is
11
12 134 comprise between 0 to 50 meter above sea level (Chiappy et al., 2000).

13
14
15 135 This region of Mexican Caribbean coast is hurricanes prone. Just before the experiments (august
16
17 136 2007) hurricane Dean (5 in category Saffir-Simpson) destroy the region and provoke more forest
18
19 137 fires. This stochastic event can have influence the ecological situation of different landscape in
20
21 138 this region and, consequently own study parch. If the parch for the experiment is much
22
23 139 conserved (without any human activities), it is located among areas with high anthropogenic
24
25 140 activities like agriculture, cattle farming and villages.

26
27
28
29 141

30 31 142 **Season types**

32
33
34 143 The weather in the Yucatan peninsula have three season. The dry season extends from February
35
36 144 to May, followed by the rainy season from June to September, which in turns is followed by the
37
38 145 “nortes” (or cold) season, from October to January. “Nortes” refer to frequent fronts of cool
39
40 146 winds that cross the Gulf of Mexico and carry humidity from a NE to SW direction (Williams-
41
42 147 Linera & Meave, 2002). For the season of cool winds, we sampled during February, for the dry
43
44 148 season we take the samples in April and finally for the rainy season we sampled in July.

45
46
47
48 149

49 50 150 **Sampling methods**

51
52
53 151 We decided to evaluate a total of four sampling methods to trapping the greater number of
54
55 152 families of arthropods. Following, we present each type of collect, their placement and the mode

1
2
3
4 153 of inspection: (a) Lights traps, typically used to collect insects like moths which are attracted to
5
6 154 light. The trap consist of a source of light that project light on a white cloth (3 X 2 m) placed at
7
8 155 50 cm above the ground. All insects attracted to the cloth were collected in a plastic bottle to be
9
10 156 sacrificed using ethyl acetate. We realized all experiments from 7:00 pm to 11:00 pm, and four
11
12 157 repetitions (one day) by season; (b) Pitfall trap, typically used for trapping insects which walk on
13
14 158 the ground. The trap consists of plastic bottle (deep: 15 cm and diameter: 12 cm) placed in a hole
15
16 159 in the ground to a depth of 15 cm. We randomly placed a total of 20 bottles for each season,
17
18 160 following a transect respecting a distance between bottles of 20 m. All bottles were placed the
19
20 161 same day at 8:00 am for 24:00 hours with 250 ml of alcohol (70°); (c) Direct collect method, that
21
22 162 consists to catch manually all insects observed in a limited area. We collect manually in bottles
23
24 163 all species of interest and they were sacrifice in alcohol at 70°. For this method, we realized, for
25
26 164 each season, nocturnal collects (7:00 pm to 11:00 pm) and diurnal collects (6:00 am to 12:00
27
28 165 am), and for each of them we sampled randomly ten different sites with an area of 10 m² (1 m x
29
30 166 10 m) beginning at 7:00 pm and ending at 11:00 pm; (d) Sweep nets, this method consist in
31
32 167 striking the vegetation in horizontal direction strongly, picking up certain amount of leaves,
33
34 168 along with which the insects will come, later the gathered insects is separated of leaves. The
35
36 169 organisms collected were putted in Ziploc® bags with alcohol (70°) and Lepidoptera individuals
37
38 170 were sacrificed with ethyl acetate and putted in cellophane envelope. We realized, for each
39
40 171 season, nocturnal collects (7:00 pm to 11:00 pm) and diurnal collects (6:00 am to 12:00 am), and
41
42 172 for each of them we sampled randomly ten different sites in an area of 10 m² (1 m x 10 m).
43
44 173 The number of repetition for pitfall traps, used in this study, were determined in previous study
45
46 174 (Dor et al., 2008) to optimize the arthropods collect in this particular region of Yucatan
47
48 175 peninsula. For others traps methods, we realized some previous test to determined optimal
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 176 number of repetition. The choice of the collect period (nocturnal and diurnal) was determined
4
5 177 previously by Hénaut et al. (2001) and Ceballos et al. (2005) in the same region.
6
7
8 178

9 10 179 **Data and statistical analysis**

11
12 180 The identification of all individuals at family-level was realized according to insect systematic
13
14 181 guide of Borror et al. (1981) and with the web-site of Bugguide (2011). To confirm own
15
16 182 identification, all individuals were compared with them of the same family which belong to the
17
18 183 collection of arthropods of the Zoological Museum of “El Colegio de la Frontera Sur”
19
20 184 (ECOSUR, Chetumal, Quintana Roo, Mexico) by personal specialist (Noemi Salas-Suarez, Yann
21
22 185 Hénaut, Jena-Paul Lachaud, Benigno Gómez y Gómez, Juan Carlos Di Triani). The unidentified
23
24 186 specimens (3% of trapped individuals) were either immature or were destroyed during sampling.
25
26
27 187 Because the results do not present a normal distribution, we applied a square root transformation
28
29 188 [$y = \text{SQR}(x + 0.5)$] of the data base before ANOVA analysis. Furthermore, some families (n =
30
31 189 50) present few individuals (Appendix) then we limited our ANOVA analyses using families
32
33 190 where capture totals exceeded ten individuals (Hoback, 1999).
34
35
36 191 To put in evidence the effect of seasons and of trap type on family sampling, we applied
37
38 192 ANOVA analysis using SPSS program. To evaluate the biodiversity (family-level) following
39
40 193 seasons and trap condition we determined different biodiversity indices: Simpson’s, Margalef’s,
41
42 194 Shannon-Wiener, and Pielou using PRIMER 6 software.
43
44
45 195

46 47 48 196 **Results**

49
50
51
52 197
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3 198 We collected and identified a total of 3755 insects comprising 87 families from 17 arthropods
4
5
6 199 orders (Table 1). If we consider all seasons and all capture methods, the orders that present more
7
8 200 individuals is Coleoptera (39%) following by Blattodea (16%) and Orthoptera (11%).
9

201

202 **Season effect**

203 Numerically, we collected more individuals in the dry season (n = 1576 representing 42% of
204 collect) following by cool wind season (n = 1168 representing 31%) and lower insects during the
205 rainy season (n = 1011 representing 27%). For the dry season, the three orders with more
206 collected individuals are Coleoptera (n = 1040 representing 66%), Orthoptera (n= 167
207 representing 10.6 %) and Hymenoptera (n= 110 representing 6.9%). For rainy season the three
208 orders with more collected individuals are Coleoptera (n= 226, 22.3%), Lepidoptera (n=170,
209 16.8%) and Blattodea (n=137, 13.5%). In cool wind season the three orders with more collected
210 individuals are Blattodea (n = 399, 34.1%), Coleoptera (n = 202, 12.0%) and Hymenoptera (n =
211 184, 15.7%).

212 In Table 2 is reported the ANOVA analysis to determinate the response of the families behind
213 different seasons. The seasonality had significant effects on the capture of individuals in eight
214 families (for detail of individuals number see Appendix): a) in the cool wind season only
215 Grillidae family present significant more individual (F = 3.49; df = 2 ; P = 0.033); b) in the dry
216 season five families present significantly more individuals, Acrididae (F = 6.14; df = 2; P =
217 0.003), Cerambycidae (F = 3.16; df = 2; P = 0.045), Cosmetidae (F = 6.47; df = 2; P = 0.002),
218 Curculionidae (F = 3.860; df = 2; P =0.023) and Staphylinidae (F = 14.47; df = 2; P = 0.000); c)
219 for the rainy season three families present significantly more individuals, Chrysomelidae (F =

220 3.97; $df = 2$; $P = 0.020$), Elateridae ($F = 5.71$; $df = 2$; $P = 0.004$) and Scarabeidae ($F = 5.88$; $df =$
221 2; $P = 0.003$).

222

223 **Traps effect**

224 Table 3 present ANOVA to determinate the response of the families with different traps or
225 sampling methods. Sampling methods show significant effects on the number of individuals
226 captured for 19 families: a) for lights traps: Cerambicidae ($F = 2.902$; $df = 5$; $P = 0.041$),
227 Chrysomelidae ($F = 5.015$, $df = 5$; $P = 0.000$), Crambidae ($F = 7.363$; $df = 5$; $P = 0.000$),
228 Geometridae ($F = 3.651$; $df = 5$; $P = 0.004$), Gerridae ($F = 5.851$; $df = 5$; $P = 0.000$),
229 Hydrophilidae ($F = 4.406$; $df = 5$; $P = 0.001$); Miridae ($F = 7.743$; $df = 5$; $P = 0.000$); Noctuidae
230 ($F = 20.621$, $df = 5$, $P = 0.000$), Pentatomidae ($F = 3.787$; $df = 5$; $P = 0.003$) and, Pyrrhocoridae
231 ($F = 8.407$; $df = 5$; $P = 0.000$); b) for direct collect night: Lycosidae ($F = 2.635$, $df = 5$; $P =$
232 0.023) and Scarabaeidae ($F = 3.184$; $df = 5$; $P = 0.009$); c) for sweep net night: Alydidae ($F =$
233 2.365; $df = 5$; $P = 0.041$); d) for direct collect day: Acrididae ($F = 2.815$; $df = 5$; $P = 0.018$) and
234 Pieridae ($F = 2.991$; $df = 5$; $P = 0.013$); e) for pitfall traps: Cosmetidae ($F = 4.510$; $df = 5$; $P =$
235 0.001), Curculionidae ($F = 7.546$; $df = 5$; $P = 0.000$), Gryllidae ($F = 10.287$; $df = 5$; $P = 0.000$)
236 and Staphylinidae ($F = 16.086$; $df = 5$; $P = 0.000$); f) the sweep net day did not present any
237 affinity with any family.

238

239 **Biodiversity Indices**

240 According with the biodiversity indices analysis (Table 4) the rainy season present more
241 richness of families but less individuals that the north and dry seasons. In contrast, the dry season

1
2
3
4 242 have more individuals but present fewer families (low richness) and more dominances (Shannon-
5
6 243 Wiener indices).

7
8 244 The biodiversity indices for each trap (Table 5) shows that light and pitfall traps has a high
9
10 245 number of individuals by families, but the richness are less than direct collect and sweep net
11
12 246 during the night. Also the Simpson indices shows more dominance with this trap, because these
13
14 247 traps are more specialists with the organism to collect.
15
16

17 248

19 249 **Discussion**

20
21
22
23 250

24
25 251 According with our results, the dry season present more individuals. This result coincide with
26
27 252 those obtained by Buskirk & Buskirk (1976). Those authors showed that the end of the dry
28
29 253 season and the early rainy season permit to obtained more individuals that during the peak of the
30
31 254 rainy season. They obtained more individuals of Coleoptera order in the dry season that in the
32
33 255 end of the rainy season. We also obtained more Coleopteran individuals in dry season that in the
34
35 256 other season. More of 65% of total organism of dry season bellowing to Coleoptera order.
36
37 257 During the rainy season the number of Lepidoptera individuals increase because the increase of
38
39 258 plants in this period give to the larvae more source of food and to the adults more oviposition,
40
41 259 reproduction and shelters sites (Pozo et al., 2008; Salinas, 2010).

42
43 260 Light traps gave very good results for Lepidoptera order but also for orders like Coleoptera and
44
45 261 Hemiptera. This method allow to collect more families, but is affected by the dry season (Pozo et
46
47 262 al., 2005, 2008) even if during this season we obtained some Coleoptera families and as mention
48
49 263 Bowden (1982) and Butler (1999) this trap is gained on night-flyers only.
50
51
52
53
54
55
56

1
2
3 264 As mention by Drift (1963), Scolytidae beetles were attracted when alcohol was used in pitfall
4
5 265 trap. We obtained a big quantity of individuals of Curculionidae and Staphilinidae with this
6
7 266 traps. We also obtained five adults individuals of Nymphalidae family, in five different pitfall
8
9 267 traps (2 in cool winds season and 3 in dry season). For the first time, we report the attraction of
10
11 268 Nymphalidae adults individuals using pitfall trap. Only one study report capture of Lepidoptera
12
13 269 individuals with pitfall traps but only larvae (Grensalde & Greenslade, 1971).
14
15
16 270 According with our results the best season by measure biodiversity richness of Arthropoda in the
17
18 271 southern of Yucatan peninsula is the rainy season. We also recommended direct collect and
19
20 272 sweep net take samples during night, because the biodiversity indices are more equals, richness
21
22 273 is more than the other traps and they are really cheeped to capture organism with this technics.
23
24
25
26
27 274

275 **Acknowledgments**

276
277 We thank the peoples of the village “Miguel Hidalgo y Costilla” for their help during field work.
278 This study has financiered thought to the project “Búsqueda de hospederos potenciales para
279 *Cactoblastis cactorum* en las reservas naturales de la península de Yucatán, Tabasco y Chiapas y
280 descripción de su fauna asociada” financiered by SAGARPA. Laura Cavanzon benefited from a
281 grant given by ECOSUR through the program PALI. Many people provided precious technical
282 help and advice for the study: Gabriela Perez-Lachaud, Estela de los Ángeles Dominguez Mukul,
283 Tania Montejo, José Manuel Medina and Benigno Gómez. Finally, we would like to thank
284 Janneth Adriana Padilla Saldivar of ECOSUR for drawing the map.

285 **References**

286

287 Arroyo J, Iturrondobeitia JC, Caballero A & González-Carcedo S (2003) Una aproximación al
288 uso de taxones de artrópodos como bioindicadores de condiciones edáficas en
289 agrosistemas. Bolletín SEA 32: 73–79.

290 Borror DJ, De Long DM & Triplehorn CA (1981) An Introduction to the Study of Insects, 5th
291 edn. Saunders College Publishing.

292 Bowden J (1982) An analysis of factors affecting catches of insects in light traps. Bulletin of
293 Entomological Research 72: 535-556.

294 Brown KS (1997) Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as
295 indicators for conservation monitoring. Journal of Insect Conservation 1: 25–42.

296 BugGuide (2011) Identification, Images, & Information for Insects, Spiders & their Kin for the
297 United States & Canada. Available on <http://bugguide.net/node/view/15740>, last update
298 4 January 2011.

299 Buskirk RE & Buskirk WH (1976) Changes in arthropod abundance in a highland Costa Rican
300 forest. American Midland Naturalist 95:288-98.

301 Butler L, Kondo V, Barrows EM & Townsend E (1999) Effects of Weather Conditions and Trap
302 Types on Sampling for Richness and Abundance of Forest Macrolepidoptera.
303 Environmental Entomology 28(5): 795-811.

304 Ceballos L, Hénaut Y & Legal L (2005) Foraging strategies of *Eriophora edax* (Araneae,
305 Araneidae): a nocturnal orb-weaving spider. The Journal of Arachnology 33(2): 509-
306 515.

- 1
2
3 307 Chiappy JC, Gama L, Giddings L, Rico GV & Velazquez A. 2000. Caracquerización de los
4 paisajes terrestres actuales de la Península de Yucatán. Investigaciones Geográficas 42:
5 308 28-39.
6
7 309
8
9
10 310 de Groot & Nott R (2001) Evaluation of traps of six different designs to capture pine sawyer
11 beetles (Coleoptera: Cerambycidae). Agricultural and Forest Entomology 3: 107-111.
12
13 311
14
15 312 Dor AS, Machkour-M'Rabet S, Legal L, Williams L & Hénaut Y (2008) Chemically mediated
16 burrow recognition in the Mexican tarantula *Brachypelma vagans* female. The Journal
17 of Arachnology 37: 10-14.
18
19 314
20
21
22 315 Drift JVD (1963) A comparative study of the soil fauna in forest and cultivated land on sandy
23 soil in Suriname. In " Studies on the fauna of Suriname and other Guyanas". Natour
24 study-Kring Surinae 32:1-42.
25
26 317
27
28
29 318 Favila M & Halffter (1997) The use of indicators groups for measuring biodiversity as related to
30 community structure and function. Acta Zoológica Mexicana 072:1-25.
31
32 319
33
34 320 Fischer J, Lindenmayer DB, Blomberg SP, Montague-Drake R, Felton A & Stein JA (2007)
35 Functional richness and relative resilience of bird communities in regions with different
36 land use intensities. Ecosystems 10: 964-974.
37
38 322
39
40
41 323 Greenslade P & Greenslade PJM (1971) The use of baits and preservatives in pitfall traps.
42 Australian Journal of Entomology 10 (4): 253-260.
43
44 324
45
46 325 Hénaut Y, Ibarra-Nuñez G & Williams T (2001) Retention capture and consumption of
47 experimental prey by orb-web weaving spiders in coffee plantations of Southern
48 México. Entomologia Experimentalis et Applicata 98(1): 1-8.
49
50 327
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

- 1
2
3 328 Hoback WW, Svatos TM, Stephen MS & Higley LG (1999) Trap color and placement affects
4
5 329 estimates of insect family-level abundance and diversity in a Nebraska salt marsh.
6
7 330 Entomologia Experimentalis et Applicata 91: 393–402
8
9
10 331 Janzen DH & Schoenert TW(1968) Differences in insect abundance and diversity between wetter
11
12 332 and drier sites during a tropical dry season. Ibid 49:96-110.
13
14 333 Janzen DH (1973a) Sweep samples of tropical foliage insects: Description of study sites, with
15
16 334 data on species abundances and size distributions. Ecology 54: 659-86.
17
18 335 Janzen DH (1973b) Sweep samples of tropical foliage insects: Effects of seasons, vegetation
19
20 336 types, elevation, time of day and insularity. Ecology 54: 687-708.
21
22
23 337 Kim KC (1993) Biodiversity, conservation and inventory: why insects matter. Biodiversity and
24
25 338 Conservation 2: 191-214.
26
27
28 339 Kremen C (1992) Assessing the indicator properties of species Assemblages for areas
29
30 340 monitoring. Ecological Applications 2(2): 203-217.
31
32
33 341 Kremen C, Colwell RK, Erwin TL, Murphy DD, Noss RF & Saujayan MA(1993) Terrestrial
34
35 342 arthropod assemblages: their use as indicators in conservation planning. Conservation
36
37 343 Biology 7(4): 796-808.
38
39
40 344 Langor DW & Spence JR (2006) Arthropods as ecological indicators of sustainability in
41
42 345 Canadian forest. The forestry Chronicle 32(3):344-350.
43
44
45 346 Lawrence FW & Bierregaard Jr (1997) Tropical forest remnants: Ecology , management and
46
47 347 conservation of fragmented communities. The university Chicago Press, Chicago and
48
49 348 London.
50
51
52 349 Magurran AE (1988) Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New
53
54 350 Jersey.
55
56
57
58
59
60

- 1
2
3 351 McGeachie WJ (1989) The effects of moonlight illuminance, temperature and wind speed on
4
5 352 light-trap catches of moths. Bulletin of Entomological Research 79: 185-192.
6
7
8 353 Montoya P, Celedonio H, Miranda H, Paxtian J & Orozco D (2002) Evaluación del sistema de
9
10 354 trampeo y atrayentes para la captura de hembras de *Ceratitis capitata* y otras moscas de la
11
12 355 fruta (Diptera: Tephritidae) en la region del Soconusco, Chiapas. Folia Entomologica
13
14 356 Mexicana 41:359-374.
15
16
17 357 Morón MA (1997) Inventarios faunísticos de los Coleoptera Melolonthidae Neotropicales con
18
19 358 Muirhead-Thomson RC (1991) Trap responses of flying insects. The influence of trap design on
20
21 359 capture efficiency. Academic, San Diego.
22
23
24 360 Myers N, Mittermeier R, Mittermeier C, da Fonseca G & Kent J (2000) Biodiversity hotspots for
25
26 361 conservation priorities. Nature 403:853-858.
27
28
29 362 Noss RF (1990) Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation
30
31 363 Biology 4: 355-364.
32
33
34 364 Orians HG (2000) Biodiversity and ecosystem processes in tropical ecosystems. Revista de
35
36 365 Biología Tropical 48:297-303.
37
38
39 366 Pearson DL & Cassola F (1992) World-wide species richness patterns of tiger beetles
40
41 367 (Coleoptera: Cicindelidae): indicator taxon for biodiversity and conservation studies.
42
43 368 Conservation Biology 6: 376-391.
44
45
46 369 potencial como bioindicadores. Giornale Italiano di Entomología 8: 265-274.
47
48
49 370 Pozo C (2006) Los Rhopalocera de la región de Calakmul, Campeche: Métodos de estudio,
50
51 371 fenología y su uso como indicadores de disturbio. PhD UNAM, Mexico.
52
53 372 Pozo C, Llorente-Bousquets J, Martínez AL, Vargas-Fernández I & Salas-Suárez N (2005)
54
55 373 Reflexiones acerca de los métodos de muestreo para mariposas en las comparaciones

- 1
2
3
4 374 biogeográficas. Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y trópicos afines (ed. by J
5
6 375 Llorente-Bousquets & JJ Morrone) CYTED, UNAM & CONABIO, Mexico, pp. 203-215.
7
8 376 Pozo C, Martínez AL, Llorente-Bousquets J, Salas-Suárez N, Maya-Martínez A, Vargas-
9
10 377 Fernández I & Warren AD (2008) Seasonality and Phenology of the Butterflies
11
12 378 Lepidoptera: Papilionoidea and hesperioidea of Mexico's Calakmul Region. Florida
13
14 379 Entomologist 91(3):407-422.
15
16
17 380 Pozo C, Salas-Suárez N, Prado-Cuellar B & May-Uc E (2009) Riqueza de mariposas diurnas
18
19 381 (Lepidoptera: Rhopalocera) en el Santuario del Manatí y una propuesta para su uso en el
20
21 382 monitoreo de ambientes terrestres del área. In: El sistema ecológico de la bahía de Chetumal
22
23 383 / Corozal: costa occidental del Mar Caribe (ed. By Espinoza-Avalos J, Islebe GA &
24
25 384 Hernández-Arana H). ECOSUR 252 pp. 139-147.
26
27
28
29 385 Reyes-Novelo E, Meléndez Ramírez V, Delfín González H & Ayala R (2009) Wild bees
30
31 386 (Hymenoptera: Apoidea) as bioindicators in the neotropics. Tropical and Subtropical
32
33 387 Agroecosystems 10: 1–13.
34
35
36 388 Rosenberg DM, Danks & Lehmkuhl (1986) Importance of insects in environmental impact
37
38 389 assessment Environmental Management 6: 773-783.
39
40
41 390 Salas OE, Stuart CF, Armesto JJ, Berlow E, Bloomfield J, Dirzo R, Huber-Sanwald E,
42
43 391 Huenneke LF, Jackson RB, Kinzig A, Leemans R, Lodge DM, Mooney HA, Oesterheld M,
44
45 392 LeRoy Poff N, Sykes MT, Walker B, Walker M & Wall DH (2000) Global Biodiversity
46
47 393 Scenarios for the Year 2100. Science 287: 1770-1774.
48
49
50 394 Salinas Gutierrez JL (2010) Biogeografía de las mariposas (Rhopalocera: Papilionoidea) de la
51
52 395 Selva Maya de México, Guatemala y Belice. PhD. El Colegio de la Frontera Sur, Mexico.
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

396 Villarreal H, Álvarez M, Córdoba S, Escobar F, Fagua G, Gast F, Mendoza H, Ospina M
 397 &Umaña AM (2006) Inventarios de biodiversidad. In: Manual de métodos para el desarrollo
 398 de inventarios de biodiversidad segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad.
 399 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá,
 400 Colombia.

401 Williams-Linera G & Meave J (2002) Patrones fenológicos. In Ecología y conservación de
 402 bosques neotropicales (ed. MR Guariguata & GH Kattan). Libro Universitario Regional,
 403 Costa Rica, p.407-431.

404 Wolda H (1978) Seasonal Fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects.
 405 Journal of Animal Ecology 47: 369-381.

406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

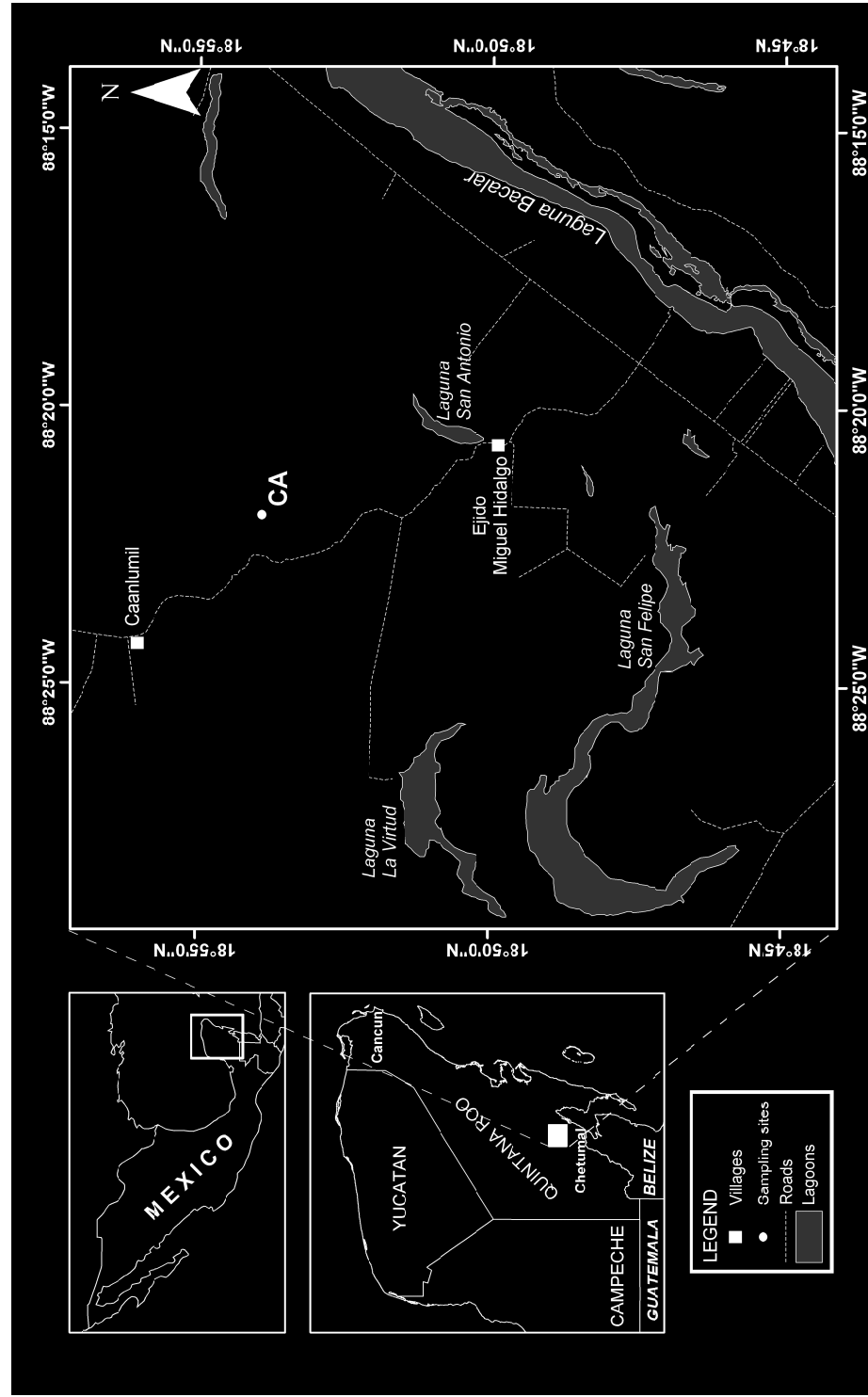
419 **Figure legend**

420

421 Figure 1. Sampling location in the south of the Yucatan peninsula. CA: conserved area.

For peer review

422 Figure 1



423

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49

1
2
3
4 424 Table 1. Order-level Arthropod response to seasons in the study area during 2010. Numbers
5
6 425 represent the sum of all individuals by order collected from 64 traps (six kind of traps together)
7
8 426 for each season. Ultimate column represent the total of individuals per order over all seasons and
9
10 427 the ultimate line represent the total of Arthropods collected in each season.
11
12
13 428

Order	Cool winds	Dry	Rainy	Total per order
Araneae	46	37	86	169
Blattodea	399	69	137	605
Coleoptera	202	1040	226	1468
Dermaptera	1	0	1	2
Diptera	9	16	12	37
Hemiptera	145	63	125	333
Hymenoptera	184	110	102	396
Isopodo	6	0	0	6
Ixodida	0	1	2	3
Lepidoptera	31	43	170	244
Mantodea	1	5	16	22
Neuroptera	1	4	13	18
Odonata	4	6	0	10
Orthoptera	136	167	107	410
Opiliones	3	15	9	27
Pseudoscorpiones	0	0	1	1
Spirobolida	0	0	4	4
Total per season	1168	1576	1011	3755

429

430

431

432

433

434

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

435 Table 2. Mean (standard deviation) of individuals captured per family, in each season and for all
 436 kind of traps. Results of ANOVA test. F: test value, P: probability, * P < 0.05, ** P < 0.01, *** P
 437 < 0.001, ns: not significant. Letters following means represent intergroup differences (SNK test).

Families	Seasons			ANOVA (df = 2)	
	Cool wind	Dry	Rainy	F	P
Acrididae	2.00 (1.67) a	20.17 (33.60) b	6.83 (7.13) a	6.14	**
Alydidae	1.33 (2.06)	0.50 (0.83)	0.33 (0.81)	1.64	ns
Apidae	1.00 (1.55)	1.17 (2.40)	0.67 (0.81)	1.23	ns
Araneidae	1.66 (2.87)	0.00 (0)	3.17 (3.86)	1.97	ns
Blattaellidae	5.16 (5.60)	2.50 (2.58)	4.50 (4.41)	0.07	ns
Bostrichidae	1.83 (2.63)	1.83 (3.54)	1.33 (2.80)	0.03	ns
Carabidae	0.33 (0.81)	1.33 (2.33)	1.50 (1.97)	0.58	ns
Cerambycidae	1.66 (1.36) a	6.00 (6.09) b	0.67 (0.81) a	3.16	*
Chrysomelidae	2.16 (3.43) a	0.00 (0) a	12.5 (16.89) b	3.97	*
Cicadellidae	1.83 (2.56)	2.83 (6.46)	10.50 (17.95)	2.37	ns
Cosmetidae	0.00 (0) a	2.17 (4.83) b	0.83 (1.16) a	6.47	**
Crambidae	0.67 (1.63)	0.00 (0)	12.67 (30.53)	2.06	ns
Curculionidae	5.67 (10.51) a	60.00 (140.62) b	6.00 (12.75) a	3.86	*
Drosophilidae	0.83 (1.6)	0.83 (2.04)	0.33 (0.81)	1.49	ns
Elateridae	0.00 (0) a	0.33 (0.81) a	2.00 (1.54) b	5.71	**
Formicidae	29 (21.33)	16.83 (22)	15.17 (9.10)	0.02	ns
Geometridae	0.67 (1.63)	0.00 (0)	1.67 (4.08)	0.50	ns
Gerridae	4.33 (6.77)	0.17 (0.40)	0.00 (0)	2.62	ns

Gryllidae	19.83 (39.48) b	7.33 (15.10) a	11.00 (17.28) a	3.49	*
Hydrophilidae	2.50 (3.50)	2.50 (4.23)	1.00 (1.67)	0.36	ns
Lycosidae	3.00 (3.79)	5.00 (4.89)	7.33 (8.75)	2.53	ns
Mantidae	0.17 (0.48)	0.83 (0.98)	2.67 (3.01)	1.76	ns
Mantispidae	0.17 (0.48)	0.67 (1.21)	2.17 (3.71)	0.41	ns
Miridae	4.17 (9.72)	0.5 (0.83)	0.00 (0)	2.23	ns
Muscidae	0.33 (0.51)	1.17 (2.04)	0.67 (0.81)	2.74	ns
Noctuidae	2.00 (4.89)	0.00 (0)	9.50 (23.27)	1.67	ns
Nymphalidae	1.00 (1.67)	1.17 (1.83)	0.00(0)	2.07	ns
Pentatomidae	1.83 (4.02)	2.33 (2.87)	5.17 (7.13)	1.03	ns
Pieridae	0.33 (0.81)	5.33 (13.06)	0.00 (0)	1.65	ns
Platycnemididae	0.67 (1.63)	1.00 (2.44)	0.00(0)	0.66	ns
Pyrrhocoridae	8.00 (13.19)	2.33 (3.14)	1.17 (1.60)	2.25	ns
Reduviidae	1.17 (1.94)	0.33 (0.81)	0.67 (1.63)	1.25	ns
Rhinotermitidae	60.83 (140.84)	8.00 (19.59)	18.17 (44.49)	0.51	ns
Salticidae	0.50 (0.83)	0.50 (0.83)	2.33 (1.86)	2.91	ns
Scarabaeidae	0.33 (0.51) a	0.50 (0.83) a	8.50(14.74) b	5.88	**
Staphylinidae	17.17 (39.63) a	100.17 (244.86) b	2.83 (6.94) a	14.47	***

438 Table 3. Mean y standard deviation (SD) of individuals captured per family, for each kind of trap for all seasons. Results of ANOVA

439 test. F: test value, P: probability, * P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001, ns: not significant. Letters following means represent
 440 intergroup differences (SNK test).

Families	Light trap		DC night		SN night		SN day		DC day		Pitfall		Anova (df = 5)	
	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	m	SD	F	P
Acrididae	1.67	2.36 a	7.67	8.73 ab	3.33	2.62 ab	31.33	70.02 ab	11.00	10.20 b	3.00	3.56 a	2.81	*
Alydidae	1.33	1.89 b	0.00	0.00 a	2.67	0.94 ab	0.33	0.80 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	2.36	*
Apidae	0.67	0.94	0.33	0.47	0.00	0.00	3.33	5.39	1.33	1.25	0.00	0.00	1.10	ns
Araneidae	0.00	0.00	1.00	1.41	5.33	3.86	2.33	5.63	0.67	0.94	0.33	0.47	0.89	ns
Blattellidae	3.33	2.49	9.00	3.27	7.67	4.64	2.33	4.03	0.33	0.47	1.67	1.25	2.13	ns
Bostrichidae	2.33	3.30	3.67	3.77	0.67	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33	2.62	1.88	ns
Carabidae	0.67	0.94	1.67	0.47	0.33	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	3.67	2.62	1.38	ns
Cerambycidae	5.67	6.02 a	5.33	4.03 a	4.00	3.56 a	0.67	1.61 a	0.00	0.00 a	1.00	0.82 a	2.90	*
Chrysomelidae	18.00	19.44 b	1.00	1.41 a	6.33	7.59 a	1.67	3.37 a	1.67	2.36 a	0.67	0.47a	5.01	***
Cicadellidae	16.67	20.81	9.00	6.68	4.33	2.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.47	2.03	ns
Cosmetidae	0.00	0.00 a	0.33	0.47 a	0.00	0.00 a	0.67	1.14 a	0.00	0.00 a	5.00	5.10 a	4.51	***
Crambidae	26.33	34.45 b	0.33	0.47 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	0.00	0.00 a	7.36	***
Curculionidae	2.33	2.05 a	3.00	1.63 a	2.33	0.47 a	0.33	0.80 a	0.00	0.00 a	135.33	149.68 b	7.55	***

1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						
33																						
34																						
35																						
36																						
37																						
38																						
39																						
40																						
41																						
42																						
43																						
44																						
45																						
46																						
47																						
48																						
49																						

1
2
3 441 Table 4. Biodiversity indices by season. S = species number, N = individuals numbers, D =
4
5
6 442 Margalef, J = Pielou's, H' = Shannon-Wiener, λ = Simpson.
7

8 443

9
10 444

Season	S	N	D	J'	H'	λ
Cool winds	61	1168	8.49	0.64	2.66	0.14
Dry	47	1576	6.24	0.57	2.21	0.21
Rain	63	1011	8.96	0.79	3.28	0.05

22 445

23
24 446

25 447

26
27 448

28 449

29 450

30 451

31 452

32 453

33 454

34 455

35 456

36 457

37 458

38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

459 Table 5. Biodiversity indices by trap and by season. S = species number, N = individuals
 460 numbers, D = Margalef, J = Pielou's, H' = Shannon, λ = Simpson.

Traps	Season	S	N	D	J'	H'	λ
Light	CW	30	188	5.538	0.843	2.865	0.075
	D	9	45	2.102	0.894	1.965	0.151
	R	29	323	4.846	0.735	2.473	0.128
Pitfall	CW	23	301	3.855	0.590	1.849	0.238
	D	19	1115	2.565	0.440	1.294	0.390
	R	20	149	3.797	0.722	2.164	0.165
DC night	CW	25	127	4.954	0.728	2.342	0.192
	D	28	111	5.733	0.858	2.859	0.071
	R	34	192	6.277	0.822	2.899	0.080
DC day	CW	9	415	1.327	0.271	0.5953	0.718
	D	11	129	2.058	0.534	1.28	0.461
	R	18	193	3.23	0.548	1.583	0.354
SN night	CW	33	124	6.639	0.831	2.904	0.079
	D	22	112	4.451	0.713	2.205	0.208
	R	27	110	5.531	0.851	2.804	0.076
SN day	CW	7	13	2.339	0.914	1.778	0.128
	D	6	64	1.202	0.611	1.095	0.397
	R	17	40	4.337	0.901	2.553	0.074

461

462

Appendix. Number of individuals per family for each season. The ultimate column present the total of individuals captured during one year per family and the ultimate line present the total of Arthropods captured by season.

Orders	Families	Cool winds	Dry	Rainy	Total
Araneae	Araneidae (Simon, 1895)	10	0	19	29
	Deinopidae (Koch, 1850)	1	0	0	1
	Dysderidae (Koch, 1837)	1	0	0	1
	Gnaphosidae (Pocock, 1898)	1	1	0	2
	Lycosidae (Sundevall, 1833)	18	30	44	92
	Nephilidae (Simon, 1894)	0	0	3	3
	Pisauridae (Simon, 1890)	3	1	1	5
	Salticidae (Blackwall, 1841)	3	3	14	20
	Sicariidae (Keyserling, 1880)	0	1	0	1
	Tetragnathidae (Menge, 1866)	0	0	1	1
	Theridiidae (Sundevall, 1833)	3	1	0	4
	Thomisidae (Sundevall, 1833)	2	0	3	5
	Blattellidae (Karny, 1908)	31	15	27	73
	Polyphagidae (Kirby, 1904)	3	0	0	3
Rhinotermitidae (Light, 1921)	365	48	109	522	
Coleoptera	Teremospidae (Holmgren, 1911)	0	6	1	7
	Bostrichidae (Latreille, 1802)	11	11	8	30
	Brentidae (Billberg, 1820)	2	0	0	2
	Buprestidae (Leach, 1815)	0	2	0	2
	Carabidae (Latreille, 1802)	2	8	9	19
	Cerambycidae (Latreille, 1802)	10	36	4	50
	Chrysomelidae (Linnaeus, 1758)	13	0	75	88
	Coccinellidae (Latreille, 1807)	1	2	4	7

1								
2								
3								
4	Curculionidae (Latreille, 1802)	34	360	36	430			
5	Dytiscidae (Leach, 1815)	0	0	3	3			
6	Elatерidae (Leach, 1815)	0	2	12	14			
7	Hydrophilidae (Latreille, 1802)	15	15	6	36			
8	Lampyridae (Latreille, 1817)	1	0	0	1			
9	Passalidae (Leach, 1815)	8	0	1	9			
10	Scarabaeidae (Latreille, 1802)	2	3	51	56			
11	Staphylinidae (Latreille, 1802)	103	601	17	721			
12								
13	Anisulabididae (Srivastava y Chen & Ma.							
14	Steinmann, 1986)	1	0	1	2			
15								
16	Asilidae	0	4	1	5			
17	Culicidae (Meigen, 1830)	0	0	5	5			
18	Dolichopodidae (Latreille, 1809)	2	0	0	2			
19	Drosophilidae	5	5	2	12			
20	Muscidae (Latreille, 1802)	2	7	4	13			
21								
22	Alydidae (Amyot and Serville, 1843)	8	3	2	13			
23	Belostomatidae (Leach, 1815)	1	0	1	2			
24	Cercopidae (Leach, 1815)	0	0	6	6			
25	Cicadellidae (Latreille, 1825)	11	17	63	91			
26	Cicadidae (Westwood, 1840)	2	0	0	2			
27	Coreidae (Leach, 1815)	1	0	0	1			
28	Cydnidae (Billberg, 1820)	0	0	6	6			
29	Gerridae (1815)	26	1	0	27			
30	Hydrometridae	3	1	0	4			
31	Lygaeidae (Schilling, 1829)	1	0	2	3			
32	Membracidae	1	0	0	1			
33	Miridae (Hahn, 1833)	25	3	0	28			
34	Nabidae (Costa, 1854)	0	0	1	1			
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								

1								
2								
3		Nepidae (Latreille, 1802)	0	0	1	1	1	1
4		Pentatomidae (Leach, 1815)	11	14	31	31	56	56
5								
6		Pyrrhocoridae (Amyot & Serville, 1843)	48	14	7	7	69	69
7								
8		Reduviidae (Latreille, 1807)	7	2	4	4	13	13
9								
10		Saldidae (Amyot & Serville, 1843)	0	0	1	1	1	1
11								
12		Scutelleridae (Leach, 1815)	0	8	0	0	8	8
13								
14		Apidae	6	7	5	5	18	18
15		Formicidae (Latreille, 1809)	174	101	91	91	366	366
16								
17		Trigonalidae	0	0	4	4	4	4
18		Vespidae	4	2	2	2	8	8
19	Isopodae	Philosciidae (kinahan, 1857)	6	0	0	0	6	6
20	Ixodida	Ixodidae (Koch, 1844)	0	1	2	2	3	3
21	Lepidoptera	Arctiidae (Leach, 1815)	1	0	5	5	6	6
22		Bombicidae (Latreille, 1802)	0	0	2	2	2	2
23		Crambidae (Latreille, 1810)	4	0	76	76	80	80
24		Geometridae (Leach, 1815)	4	0	10	10	14	14
25								
26		Hesperiidae (Latreille, 1809)	0	1	0	0	1	1
27		Limacodidae	0	0	4	4	4	4
28								
29		Linyphiidae (Blackwall, 1859)	4	0	1	1	5	5
30		Noctuidae (Latreille, 1809)	12	0	57	57	69	69
31								
32		Notodontidae (Stephens, 1829)	1	0	8	8	9	9
33								
34		Nymphalidae (Rafinesque, 1815)	6	7	0	0	13	13
35		Papilionidae (Latreille, 1802)	0	3	0	0	3	3
36		Pieridae (Duponchel, 1835)	2	32	0	0	34	34
37		Saturniidae (Boisduval, 1837)	0	0	4	4	4	4
38		Sphingidae (Latreille, 1802)	1	0	3	3	4	4
39								
40		Thyrididae	0	0	1	1	1	1
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								

1									
2									
3	Mantodea	Mantidae (Burmeister, 1838)	1	5	16	22			
4	Neuroptera	Mantispidae	1	4	13	18			
5									
6	Odonata	Platycnemididae (Jacobson & Bianchi, 1905)	4	6	0	10			
7									
8									
9	Opiliones	Cosmetidae (Koch, 1839)	0	13	5	18			
10		Phalangidae (Latreille, 1802)	3	2	4	9			
11		Acrididae (MacLeay, 1819)	12	121	41	174			
12	Orthoptera	Gryllidae (Bolivar, 1878)	119	44	66	229			
13		Tettigoniidae (Krauss, 1902)	5	2	0	7			
14		Cheliferidae (Risso, 1826)	0	0	1	1			
15	Pseudoscorpiones	Spirobolidae	0	0	4	4			
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
			Total per season	1168	1576	1011	3755		



[Main Menu](#) → [Author Dashboard](#) → Submission Confirmation

You are lo

Submission Confirmation

Thank you for submitting your manuscript to *Entomologia Experimentalis et Applicata*.

Manuscript ID: EEA-2011-0155

Title: Influence of the sampling methods and seasons to evaluated arthrop abundance and diversity in Mexican Neotropical forest

Authors: Cavanzón-Medrano, Laura
Machkour M'Rabet, Salima
Pozo, Carmen
Hénaut, Yann

Date Submitted: 03-Jun-2011

 [Print](#)  [Return to](#)

ScholarOne Manuscripts™ v4.6.1 (patent #7,257,767 and #7,263,655). © ScholarOne, Inc., 2011. All Rights Reserved.
ScholarOne Manuscripts is a trademark of ScholarOne, Inc. ScholarOne is a registered trademark of ScholarOne, Inc.

 [Follow ScholarOne on Twitter](#)

[Terms and Conditions of Use](#) - [ScholarOne Privacy Policy](#) - [Get Help Now](#)