



El Colegio de la Frontera Sur

Variación espacial de la estructura comunitaria de  
flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) en Quintana Roo

TESIS

presentada como requisito parcial para optar para el grado de  
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

Por

Biol. Emigdio May Uc

2010

## DEDICATORIA

A mis queridos padres por su sabiduría, su apoyo y cariño

Al amor de mi vida Rosalie, por su amor incondicional y consejos

## **AGRADECIMIENTOS**

A ECOSUR por permitirme realizar mis estudios de maestría y utilizar las instalaciones.

Al CONACYT por la beca otorgada para la realización de la maestría.

Esta investigación recibió apoyo financiero del proyecto: “Determinación de Zonas de Riesgo de Transmisión de Leishmaniasis Mediante el Análisis de la Distribución Geográfica de los Insectos Vectores y su Capacidad Vectorial”. Fondo Mixto Gobierno del Estado de Quintana Roo y Conacyt (QROO-2005-C01-19166). Responsable Dr. Eduardo A. Rebollar-Téllez.

Al FOMIX CONACYT Quintana Roo por la beca nivel II otorgada.

Al Dr. Héctor A. Arana Hernández por su tiempo, paciencia y ayuda durante las salidas de campo, revisiones del escrito de la tesis y el artículo.

Al Dr. Eduardo Rebollar Téllez por la atención que brindó a este proyecto de tesis, desde el trabajo de campo hasta el escrito final. Al Dr. Julio Rojas por sus comentarios en la versión final de la tesis. Al Dr. Sergio Ibáñez Bernal por las sugerencias para el escrito de la tesis y la publicación. A Carmen Pozo y David Gonzáles por sus comentarios y sugerencias al escrito final.

A 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 Holger Weissenberger por los mapas proporcionados para la tesis.

A los Comisarios Ejidales de las localidades visitadas por la amabilidad y hospitalidad en las casas ejidales. A los compañeros de campo que sin su ayuda no se habría realizado este trabajo, a David Moo Llanes, Ana Montes de Oca, René Cortéz León, Irvin May Concha y otros que apoyaron en las recolectas. A Nancy A. Tuyub Avilés por su ayuda en el montaje de los ejemplares.

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
Índice de cuadros .....	3
Índice de figuras .....	4
RESUMEN .....	6
INTRODUCCIÓN .....	8
OBJETIVOS .....	14
Objetivos específicos .....	14
HIPÓTESIS .....	15
MATERIALES y MÉTODOS .....	16
Área de estudio .....	16
Localidades y períodos de muestreo .....	18
Análisis de datos .....	22
RESULTADOS .....	26
Especies exclusivas .....	26
Promedios de abundancia y promedio de riqueza de especies .....	29
Dominancia de especies .....	32
Curva de acumulación de especies .....	34
Análisis de la estructura comunitaria y patrones espaciales de diferencias y variabilidad .....	35
PERMANOVA: .....	35
BioEnv .....	37

DISCUSIÓN .....	41
CONCLUSIONES.....	56
LITERATURA CITADA.....	58
APÉNDICE I Lista de especies registradas es este trabajo .....	69
APÉNDICE II Mapas .....	71
APÉNDICE III Artículo enviado a Acta Zoológica Mexiana nueva serie.....	73

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Estudios recientes realizados en la PY sobre Phlebotominae.. .....	13
Cuadro 2. Lista de localidades muestreadas en el estado de Quintana Roo .....	19
Cuadro 3. Lista de especies identificadas, registradas y abundancia total por especie en dieciocho localidades de Quintana Roo. ....	27
Cuadro 4 Prueba general de PERMANOVA .....	37
Cuadro 5. BIOENV, mejor correlación entre los datos ambientales y bióticos ( <i>Best biota and/or environment matching</i> ) con el método de rangos de correlación de Spearman.....	40

## Índice de figuras

Figura 1. Mapa de los puntos de muestreo .....	20
Figura 2. Número de especies por zona, así como el número de especies exclusivas, compartidas entre dos zonas y compartidas entre las tres zonas .....	28
Figura 3. Localidades con el número de especies totales, especies exclusivas, compartidas entre dos, tres localidades y entre cuatro o más localidades en cada una de las zonas. ....	29
Figura 4. Especies con mayor abundancia promedio en cada una de las localidades de las diferentes zonas en Quintana Roo.....	30
Figura 5. Patrón de variabilidad espacial de la abundancia promedio a escala de localidad. ....	31
Figura 6. Patrón de variabilidad espacial en el número de especies promedio a escala de localidad.....	32
Figura 7. Curvas acumulativas de dominancia K de las 18 localidades de Quintana Roo.....	33
Figura 8. Curvas acumulativas de dominancia K de los sitios conservados (C) y perturbados (P) en las tres zonas de Quintana Roo .....	34
Figura 9. Curva de acumulación de especies con las especies esperadas (Se) calculado con la fórmula de Clench. ....	35
Figura 10. CAP de los flebotomíneos mostrando el patrón de variación en el estado por zonas.....	38



Figura 11. CAP con el factor localidad donde los cuadros pertenecen a la zona norte, los círculos a la zona centro y los triángulos a la zona sur, cada color pertenece a una localidad dentro de cada zona.....	39
Figura 12. Ordenación de PCA en dos dimensiones de los tres factores ambientales (transformados y estandarizados) de las tres zonas en Quintana Roo (85.4% de la variación explicada).....	40
Figura 13. Distribución de isotermas en el estado de Quintana Roo.....	71
Figura 14. Tipos de vegetación de la localidades muestreadas a lo largo de Quintana Roo.....	72

## RESUMEN

Los flebotomíneos son vectores de patógenos del género *Leishmania* spp. causantes de leishmaniasis, localmente conocida como “úlceras de los chicleros”. Quintana Roo es un estado que se encuentra en una región endémica de leishmaniasis y se conocen las especies de flebotomíneos sólo para algunas localidades, por lo que no se sabe cómo es su distribución ni los factores que lo condicionan. Por esta razón se decidió estudiar la riqueza, la abundancia y distribución de estos insectos relacionándolos a los tipos de vegetación, gradientes de humedad, temperatura y velocidad del viento en el estado. Para lograr este objetivo, se elaboró un diseño jerárquico anidado a diferentes escalas espaciales muestreando 18 localidades en Quintana Roo (en una localidad sitios con vegetación conservada y otra con vegetación perturbada a distancias de un km, entre localidades, 30 km y entre zonas 100 km). Se capturaron 14 532 ejemplares de 20 especies pertenecientes a dos géneros de Phlebotominae. En dos escalas espaciales (Localidades y zonas) el análisis PERMANOVA mostró diferencias en la composición y abundancia de los flebotomíneos. A escalas de un kilómetro entre la vegetación perturbada y conservada no existe diferencia en la estructura comunitaria, observando la mayor variación a escalas menores. A escalas espaciales de 30 km, entre localidades, los factores que provocan las diferencias en la composición y abundancia son los tipos de vegetación y suelos que se presenta entre las localidades. Entre las zonas las diferencias en la estructura comunitaria se asocian a los gradientes históricos de temperatura, precipitación y tipos de vegetación del estado. Los datos de temperatura, humedad

relativa y velocidad del viento registrados *in situ* durante los muestreos no mostraron ningún patrón espacial y al analizar los datos ambientales con los de composición y abundancias de los flebotomíneos, el análisis BioEnv tampoco mostró correlación estadística alguna.

Palabras clave: Phlebotominae, *Lutzomyia*, Quintana Roo, escalas espaciales, PERMANOVA.

## INTRODUCCIÓN

Los dípteros constituyen uno de los grupos más abundantes de insectos donde se incluyen un gran número de especies de importancia económica y médica (Hill, 1997). Los dípteros hematófagos, entre los que destacan las familias Culicidae, Simuliidae, Psychodidae, Tabanidae y Glossinidae, han sido los más estudiados por su interés médico (Gibson y Torr, 1999), debido a que transmiten parásitos que producen enfermedades en el humano, como el dengue, paludismo, oncocercosis, leishmaniasis, bartonelosis, la enfermedad del sueño, entre muchas otras. (Anthony, 1962; Braverman, 1994; Young y Duncan, 1994; Darsie y Ward, 2005). Los flebotomíneos pertenecientes a la familia Psychodidae, su importancia médica radica en la capacidad de las especies hematófagas para transmitir agentes patógenos como virus, rickettsias y protozoarios, pero principalmente a tripanosomátidos causantes de leishmaniasis (OMS, 1990).

Los estudios sobre la biología y ecología de los miembros de la subfamilia Phlebotominae se han enfocado a las especies de importancia médica como *Phlebotomus papatasi* en el Viejo Mundo ó *Lutzomyia longipalpis* en el continente Americano. Del conocimiento que existe, se sabe que: el desarrollo larval de estas especies se da en suelos con gran cantidad de materia orgánica por ejemplo madrigueras de roedores y otros animales (Feliciangeli, 2004). Durante el día, los adultos se encuentran en lugares sombreados y con humedad relativa alta. Muchas de las especies tienen actividad nocturna, razón por la cual son capturadas empleando trampas luminosas. Las especies hematófagas pueden atraerse mediante cebos

animales; son más fáciles de recolectar durante el crepúsculo matutino o vespertino y la noche (Young y Duncan, 1994).

Se ha reportado que los factores bióticos y abióticos afectan la manera en que los flebotomíneos se distribuyen localmente a escalas inferiores a un km. Por ejemplo, la condición de vegetación modifica la distribución espacial y la diversidad de especies. Azevedo *et al.* (2002) encontraron una mayor riqueza y abundancia de especies de flebotomíneos en las selvas conservadas en comparación con los sitios perturbados. En un tipo de vegetación homogénea generalmente no se presentan cambios en la composición de especies, cómo han sido encontrados por De Luca *et al.* (2003) en la Amazonía donde no existieron diferencias en la distribución, composición y riqueza de *Lutzomyia* spp. recolectadas en la selva primaria, pero sí en parches de una selva secundaria. Salomón *et al.* (2003) encontraron en la región sureste de Paraguay, que la mayor riqueza de especies de *Lutzomyia* estaba correlacionada con la presencia de selva primaria; como también ha sido detectado en Río de Janeiro (Meneses *et al.*, 2002). Rotureau *et al.* (2006) observaron que los diferentes grados de perturbación de la selva favorecen el incremento de la densidad de ciertas especies de flebotomíneos, principalmente aquellos que son considerados vectores de *Leishmania* spp. Las especies dominantes en las áreas conservadas son distintas a las especies que se encuentran en las zonas de selva secundaria, o al menos difieren en sus abundancias (Travi *et al.*, 2002). Esto ha llevado a plantear la hipótesis de que la condición de vegetación afecta directamente la distribución de las especies de flebotomíneos, particularmente las especies vectores, las cuales se han adaptado a las perturbaciones

ocasionadas por las actividades productivas y expansión de la población (Travi *et al.*, 2002; De Luca, *et al.*, 2003; Valderrama *et al.*, 2008).

Entre los principales factores abióticos que causan marcadas variaciones intra-  
anuales de abundancia en los flebotomíneos están la temperatura y la humedad (Johnson *et al.*, 1999). Para algunas especies las densidades aumentan durante los meses lluviosos y disminuyen en los meses secos (Salomón *et al.*, 2002; Salomón *et al.*, 2004; Balbino, *et al.*, 2005). Así mismo, se han observado diferencias en la variación de la proporción de las abundancias de *L. olmeca olmeca* presenta dos picos, una durante la temporada de lluvias con temperaturas calurosas y otra con temperaturas frías. Otras especies como *L. cruciata* y *L. shannoni* sólo presentan altas abundancias en la temporada con temperaturas frías (Sánchez y Pozo, 2007).

Uno de los factores abióticos menos estudiados, que influye sobre la actividad de los flebotomíneos, es la velocidad del viento. Donde se ha observado que velocidades menores de 0.4 m/s de viento permite el desplazamiento de sus sitios de descanso a las áreas de alimentación. También se ha documentado que el viento tiene una influencia sobre el desarrollo de los flebotomíneos ya que en condiciones de alta velocidad durante largos periodos (como 90 días) se presenta una disminución de la temperatura del suelo lo cual favorece el desarrollo de los huevos (Ximenes *et al.*, 2006).

En la Península de Yucatán (PY), destacan los trabajos sobre flebotomíneos realizados por Biagi *et al.*, en 1966, y recientemente en el estado de Campeche los relacionados a registros de distribución de especies, índices de infección, incriminación de vectores y comportamiento de alimentación (Rebollar-Téllez *et al.*, 1996a; 1996b;

2004; 2005). En Quintana Roo están los trabajos realizados por Biagi *et al.* (1965) y Cruz-Ruiz *et al.* (1994); Ibáñez-Bernal (2000), presenta una lista de especies de la subfamilia para el estado y recientemente se realizó un trabajo en la zona periurbana de Chetumal donde se obtuvieron los índices de infección y la relación de especies con el grado de perturbación de la vegetación (Sánchez *et al.*, 2010). Se presenta un cuadro comparativo (Cuadro 1) de los estudios realizados recientemente en la PY en el que se resaltan diferencias en metodologías y las especies más abundantes que se obtuvieron, comparados con este estudio, que posteriormente se retomará en las discusiones.

A pesar de que el estado de Quintana Roo es un área endémica de leishmaniasis cutánea, conocida localmente como “úlceras de los chicleros”, no se han realizado estudios de la distribución de las especies de flebotomíneos. Se desconoce hasta ahora si las áreas de vegetación conservada o perturbada afectan la presencia y/o la abundancia de las especies de flebotomíneos de interés médico, tampoco se sabe si el efecto de los diferentes factores climáticos o de la vegetación a diferentes escalas espaciales es similar al que ha sido reportado para otras áreas. Razón por la cual se planteó el objetivo de analizar la estructura del ensamblaje de especies de flebotomíneos en Quintana Roo, para conocer la variación espacial, su asociación con la condición de vegetación y la influencia de los factores ambientales sobre estos patrones espaciales. Este trabajo aportará conocimiento sobre el riesgo de infección que pueda existir en áreas de vegetación conservada y perturbada, la distribución de las especies de flebotomíneos, principalmente de especies incriminadas y especies sospechosas vectores de leishmaniasis, localidades o zonas donde existe mayor

abundancia de estas especies, que eventualmente podrá ser utilizado para la predicción de zonas de riesgo e implementación de medidas de prevención para la leishmaniasis, por la Secretaria de Salud en el estado.



Cuadro 1. Estudios recientes realizados en la PY sobre Phlebotominae. Las trampas son: C-CDC, D-Disney, S-Shannon. Las especies: 1- *L. shannoni*, 2- *L. cruciata*, 3- *L. ovallesi*, 4- *L. o. olmeca*, 5- *L. panamensis*, 6- *B. mesai* 7- *L. cratifer*. Épocas de muestreo. N- nortes, S- secas, L- lluvias. Quintana Roo- Q. Roo, Campeche-Camp., Calakmul-Cal.

Año	Localidades	Días de Colecta	Trampas utilizadas	Especies dominantes	Épocas	No. de especies	Referencia
1991	Q. Roo Zona centro y norte, 6 loc.	24	C y S	2- 47% 1- 44%	N, S y L	9	Cruz-Ruiz et al., 1994
2001-2002	Cal., Camp. La Guadalupe, Dos Naciones	35	C, D y S	5- 30% 2- 18% 4- 11% 3- 9%	N	15	Rebollar-Téllez et al., 2005
2005-2006	Q. Roo Chetumal	60	C, D y S	4- 57% 1-15% 2- 14%	N, S y L	18	Sánchez y Pozo, 2007
2005-2006	Cal. Camp. Dos lagunas sur, 20 de junio	No disponible	D y S	5- 30% 4-28% 1- 15% 2-15%	N	12	Pech, 2007
2006-2007	Cal. Camp. Arroyo negro, 11 de Mayo	12	S y D	1- 48% 2- 29% 4- 16% 5- 7.5%	N	9	Peraza, 2008
2008	Q. Roo Zona sur 6 loc. Zona centro 6 loc. Zona norte 6 loc.	18 18 18	C, D y S C, D y S C, D, y S	3- 49% 1- 29% 2- 12% 1- 65% 6- 12% 7- 7% 2- 6% 1- 69% 2- 7% 6- 5% 7- 5%	N N y S N y S	16 16 19	Éste trabajo

## **OBJETIVOS**

Analizar la estructura espacial de la comunidad de flebotomíneos a tres escalas espaciales, determinando su distribución, abundancia y riqueza con relación a las diferentes condiciones de la vegetación (conservado o perturbado) y a posibles gradientes de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento en el estado de Quintana Roo.

### **Objetivos específicos**

Determinar la distribución, abundancia y riqueza de especies de flebotomíneos en localidades en el estado de Quintana Roo.

Analizar la asociación de especies de flebotomíneos y sus variaciones espaciales en tres niveles jerárquicos: zonas del estado, localidades y condición de la vegetación (conservada y perturbada).

Observar si existe correspondencia entre factores ambientales registrados al momento en que se realizaron las capturas como son la temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y la composición y abundancia de especies en el estado de Quintana Roo.

## HIPÓTESIS

En este trabajo se plantearon las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1. En la Península de Yucatán existe un gradiente de humedad y temperatura de sur hacia el norte. Este gradiente junto con otros factores, por ejemplo suelos, producen diferentes tipos de vegetación: selva alta, selva mediana subperennifolia y selva mediana caducifolia. Con base en este gradiente apreciable, a escalas espaciales de cientos de kilómetros, es posible suponer que existen diferencias en la estructura comunitaria de los flebotomíneos: mayor diversidad en el sur favorecida por la mayor humedad ambiental.

Hipótesis 2. Las diferencias en temperatura ó humedad relativa entre localidades, a escalas de decenas de kilómetros, dentro de cada una de las zonas (norte, centro y sur) son factores que condicionan las diferencias en la estructura comunitaria, principalmente en cuanto a abundancias se refiere, dado que las diferencias en vegetación son mínimas.

Hipótesis 3. Las diferencias entre la vegetación conservada y perturbada en una escala pequeña (de localidad) producirán una disminución de la riqueza y abundancia de los flebotomíneos conforme se deteriore la abundancia y la riqueza de la vegetación, debido a la reducción de ambientes apropiados para la mayoría de las especies probables.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estado de Quintana Roo se encuentra en la parte oriental de la PY. Se ubica entre los paralelos 18° y 22° latitud norte y los paralelos 87° y 89° longitud oeste. Tiene un clima clasificado como cálido subhúmedo con un promedio anual de temperatura de 22 °C, y una precipitación de 450mm a 1500 mm al año. La precipitación de 1500 mm en el sur, disminuye hasta unos 450 mm en el litoral lo que se refleja en los tipos de vegetación (Vidal-Zepeda, 2005). Existe una temporada lluviosa bien definida que abarca de mayo a octubre, con lluvias regulares y precipitación abundante (mayor a 60 mm mensuales) (Orellana *et al.*, 2003).

En la región sur de Quintana Roo existe selva alta subperennifolia con precipitaciones hasta de 1500 mm anuales. La selva esta dominada por árboles perennifolios, pero se presentan algunas plantas caducifolias. Los árboles alcanzan una altura entre 25 y 30 m de altura, existe una abundancia de lianas y las palmas son dominantes junto con los helechos en el sotobosque. Las especies arbóreas más abundantes son el ramón de mico (*Pseudolmedia oxiphyllaria*), el ramón (*Brosimum alicastrum*), el zapotillo (*Pouteria unilocularis*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*) (Duran y Olmsted, 1999).

La selva mediana subperennifolia, que abarca gran parte del estado, está compuesta por los mismos estratos como en la selva alta perennifolia, pero tiene una

altura más baja y es menos rica en cuanto a número de especies que la componen, los árboles alcanzan entre 15 y 25 metros de altura. El 25 % de las especies pierden sus hojas durante la época de secas, los árboles típicos son el zapote (*Manilkara zapota*), el caracolillo (*Sideroxylon foetidissimum*), el k'aniste (*Pouteria campechana*), la guaya (*Talisia olivaeformis*), el katalox (*Swarzia cubensis*), el huano (*Sabal yapa*) el ramón (*Brosimum alicastrum*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*). Estas selvas predominan donde la precipitación anual total está ente 1100 y 1400 mm (Carnevali *et al.*, 2003).

También se presentan las selvas medianas subcaducifolias con precipitación entre 1000 y 1200, que se distribuyen en una pequeña parte de Quintana Roo. Este tipo de vegetación está formado por árboles que miden entre 13 y 18 metros, de los cuales el 50 al 75% pierden sus hojas en la temporada seca, uno de los representantes de esta selva es el ya'ax nik (*Vitex gaumeri*) que puede tener asociaciones con el ramón (*Brosimum alicastrum*), el habín (*Piscidia piscipula*), el pich (*Enterolobium cyclocarpum*), el Ya'ax che (*Ceiba petandra*) y el cedro (*Cedrela odorata*) (Duran y Olmsted, 1999).

Las selvas caducifolias (800-1200 mm) se distribuyen en la parte norte y noreste de Quintana Roo. El 100% pierde su follaje en la época de secas. Es una comunidad arbórea muy densa con árboles de 8 a 10 metros de altura. Las especies más abundantes son la *Acacia gaumeri*, *Acacia pennatula*, *mimosa bahamensis*, *Abarrida albicans* y *Gymnopodium floribundum* (Carnevali *et al.*, 2003).

## Localidades y períodos de muestreo

Las salidas de campo se realizaron en los meses de enero a abril del 2008, se visitaron 18 localidades del estado de Quintana Roo. La distancia mínima espacial entre cada localidad fue de 30 km aproximadamente, este criterio fue establecido *a priori* debido a las implicaciones del modelo de muestreo y las pruebas estadísticas a utilizar.

Debido a la limitante de no contar con varios vehículos y personal capacitado de campo para realizar colectas simultáneamente, los muestreos se estratificaron por zonas, siendo la zona sur del estado la primera en ser estudiada. Luego se procedió con el muestreo de la zona norte y por último los poblados de la zona centro del estado.

## Diseño de muestreo

El trabajo de campo se realizó usando un diseño jerárquico de tres escalas espaciales. La primera escala espacial es la de zona a una distancia de 100 km, divide al estado en tres zonas: norte, centro y sur. La segunda escala espacial es la de localidades dentro de cada zona (seis por cada zona) a una distancia mínima de 30 km (Cuadro 2) y la tercera escala espacial es el tipo de vegetación perturbada o conservada, dentro de localidades a distancias de al menos un kilómetro. Se diferenciaron dos diferentes grados de conservación de la vegetación, acahuales mayores de 10 años y otro con selva primaria o mayor a 40 años de edad (Figura 1).

Cuadro 2. Lista de localidades muestreadas en el estado de Quintana Roo

Zona Norte	Zona Centro	Zona Sur
1. Solferino	7. Chumpom	13. Cinco de Mayo
2. Central Vallarta	8. Puerto Arturo	14. Altos de Sevilla
3. Cobá	9. Chumhub	15. San Pedro Peralta
4. Macario Gómez	10. San Antonio Nuevo	16. Laguna Guerrero
5. Francisco I. Madero	11. San Isidro Poniente	17. Caobas
6. Sabán	12. Petcacab	18. Tres Garantías

A partir de esta lista se harán referencias a los números de cada localidad en futuras citas.

La recolecta de los ejemplares a la escala espacial menor (parches de vegetación conservada versus perturbada) se realizó simultáneamente en las mismas noches de muestreo usando el mismo número de trampas, CDC y Disney; así como el mismo número de colectores en la trampa Shannon. Los muestreos se realizaron en la mayoría de los casos por tres noches consecutivas, con excepción de algunas colectas donde se suspendió el trabajo debido a la lluvia. El horario de colecta fue de 18:00 a 22:00 hr durante el horario de invierno y de 19:00 a 23:00 hr durante el horario de verano.

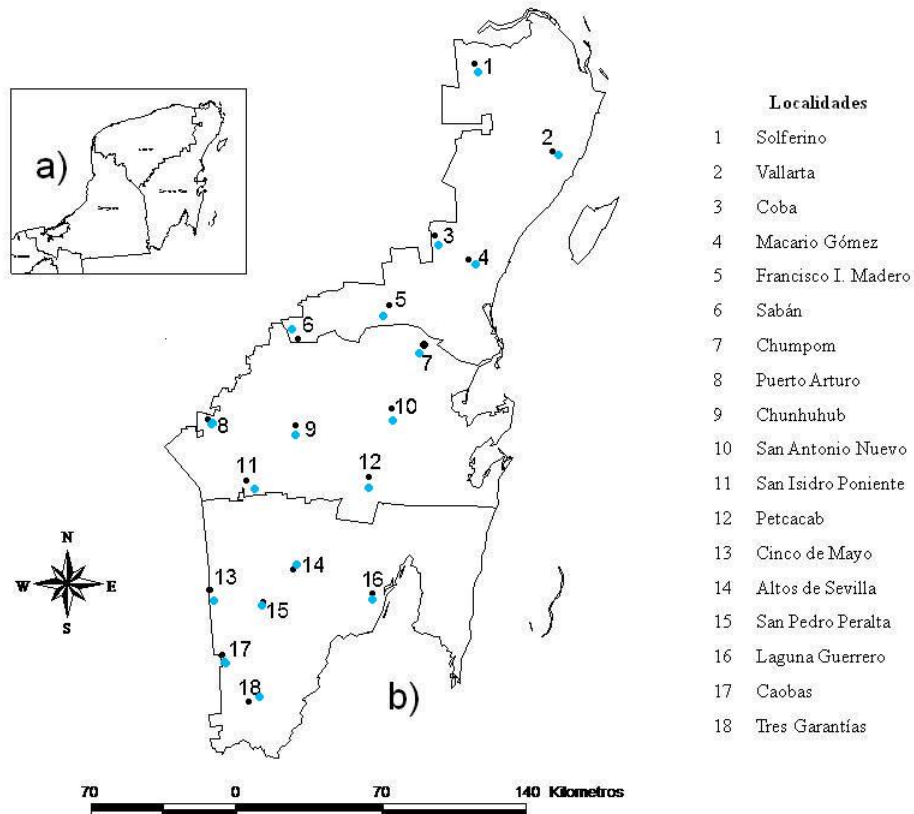


Figura 1. Mapa de los puntos de muestreo: a) Península de Yucatán, b) Estado de Quintana Roo, las primeras seis localidades pertenecen a la zona norte, después los del centro y por último los de la zona sur. Los puntos negros son los sitios conservados y los claros son los sitios perturbados

La logística del trabajo de campo consistió en un equipo de trabajo para cada tipo de vegetación (conservada y perturbada) con dos personas que se encargaron de colocar y recoger las trampas en los horarios establecidos. Se utilizaron 4 trampas Disney, 1 Shannon y 4 trampas de luz CDC. Las trampas CDC y Disney estuvieron acomodadas en un transecto a cada 20 m intercalando una trampa con otra. Todo el material que se recolectó se sacrificó con éter y se conservó en alcohol etílico al 70%.



Una vez en el laboratorio el material se montó para su identificación usando las técnicas curatoriales convencionales (Ibáñez-Bernal, 1999), y se identificaron utilizando claves taxonómicas especializadas (Young y Duncan, 1994; Ibáñez-Bernal, 1999; 2000; 2001a y b; 2002; 2003; 2005a y b). El 50% del material se depositó en el Museo de Zoología de ECOSUR de la unidad Chetumal, catalogados e identificados.

La trampa Disney (Disney, 1966) consiste en una charola cuadrada de aluminio de 50 cm por lado, en el centro tiene un agujero en el que se coloca como cebo un ratón en una jaula, esta charola se impregna con aceite de castor para que las moscas queden atrapadas cuando se estén desplazando para alimentarse del cebo, ya que las moscas tienen el hábito de desplazarse por medio de pequeños brincos. Esta trampa se instaló a una altura aproximada de 20 cm del suelo colgado de un hilo que se sostuvo de alguna rama. Los organismos capturados se retiraron de la charola con una aguja fina, los ejemplares se limpiaron del exceso de aceite sumergiéndolos en jabón Extran® al 2% durante 10 a 15 minutos, posteriormente se almacenaron en alcohol etílico al 70%.

La trampa Shannon (Shannon, 1939), Aprovecha las emanaciones del humano y el CO<sub>2</sub> que se libera en la respiración para atraer a las moscas que son antropofílicas. Es una trampa tipo pantalla cerrada completamente por los lados y por encima, con una abertura en la parte inferior, se instala de modo que la abertura inferior quede a una altura entre 40 y 50 cm de la superficie del suelo. Los cebos fueron dos personas dentro de la trampa con ropa adecuada protegidos con pabellón. Los dípteros ingresan dentro de la pantalla, debido a sus hábitos de movimiento de geotropismo negativo, tienden a dirigirse a la parte superior de la trampa, donde fueron recolectados con

aspiradores. La trampa Shannon se colocó a una distancia mínima de 100 m de las otras trampas.

La trampa CDC, (Sudia y Chamberlain, 1962) tiene una fuente de luz, un ventilador, operada por una batería y un colector. En esta trampa se capturaron las especies que son atraídas por la luz, y al momento de acercarse a la trampa el ventilador succiona al insecto hacia la parte inferior del tubo donde hay un colector, quedando atrapado en la parte inferior.

Los datos ambientales obtenidos durante los muestreos fueron la temperatura y humedad, los cuales fueron registrados cada 10 minutos con un termo-higrómetro Taylor®. De igual forma se registró si ocurrió alguna precipitación, desde una llovizna a una lluvia torrencial, la velocidad del viento se clasificó cualitativamente usando una escala nominal (nulo, moderado, fuerte y ráfagas), de igual manera se procedió a la clasificación de la nubosidad (despejado, medio nublado y nublado).

### Análisis de datos

Para la estimación de la riqueza de especies se utilizó una curva de acumulación de especies con ayuda del programa EstimateS 8.0.0 (Colwell, 2004). La acumulación de especies es una herramienta utilizada para describir el comportamiento asintótico de los valores de la riqueza de especies en una localidad, de acuerdo con la medida en que el esfuerzo de muestreo se acumula (Soberón y Llorente, 1993; León *et al.*, 1998). Las especies esperadas se calculan despejando la fórmula de Clench (1979)

$S = Se \left( \frac{N}{K + N} \right)$  despejada tenemos  $Se = \frac{S(K + N)}{N}$  como las especies esperadas son iguales

en cualquier punto de la curva de acumulación de especies, entonces

$$\frac{S_1(K + N_1)}{N_1} = \frac{S_2(K + N_2)}{N_2}$$

dónde

S= total de especies  $S_{1,2}$ = número de especies en el tiempo 1 y 2 respectivamente

N= tiempo- días, horas, etc.  $N_{1,2}$ = tiempo 1 y 2 respectivamente

Se= especies esperadas

K= constante relacionada con la probabilidad de coleccionar un organismo.

Sustituyendo los valores en la fórmula, de número de especies tomado de un punto al inicio ( $N_1$  y  $S_1$ ) de la curva de acumulación de especies y otra cercana al final de la curva ( $N_2$  y  $S_2$ ), ya que las especies esperadas son iguales en cualquier punto de la curva. Se resuelve la ecuación simultáneamente para Se y K obteniendo un valor aproximado de K el cual se sustituye en la fórmula despejada para Se.

Las curvas de dominancia K nos muestran la jerarquía de dominancia de las especies que se presentan en las localidades, y dependiendo de la forma y la altura a la que inicia la curva en el eje Y, podemos discriminar localidades más o menos diversas.

Los datos de distribución espacial de la abundancia y composición fueron analizados para probar la hipótesis que las diferencias en la estructura de la comunidad son debido a la posición geográfica y de las variaciones ambientales en las escalas observadas. Las tres hipótesis de diferencias en la estructura de la comunidad que corresponden a cada escala espacial observada fueron probadas usando Análisis

Multivariado de Permutación de Varianza (PERMANOVA). Esta técnica permite probar la respuesta simultánea de una comunidad a un número de factores considerados en la estructura de diseño de muestreo, basadas en las distancias medidas usando métodos de permutación, siguiendo un modelo lineal de la partición aditiva de la compleja variación de diseño de muestreo. La representación grafica del patrón espacial de la diferencia fue realizada usando un Análisis Canónico de Coordenadas Principales (CAP), siguiendo la estrategia de Anderson (2001, 2005). Por ejemplo, los datos de abundancia fueron transformados a raíz cuarta para reducir la sobre influencia de los taxa más abundantes; una matriz triangular de similitud fue construida usando el índice de similitud de Bray-Curtis; probando la respuesta simultánea de una comunidad a los factores considerados en el diseño de muestreo usando métodos de permutación, un PERMANOVA totalmente anidado fue utilizado para probar las diferencias entre zonas, localidades dentro de las zonas y los tipos de vegetación dentro de cada localidad. Se consideró significativa cuando existió una probabilidad de 0.05 ó menor, todas las pruebas fueron realizadas bajo 9999 permutaciones al azar.

El grado de asociación entre el ambiente y los datos de la estructura de la comunidad fue explorada usando Rangos del Coeficiente de Correlación de Pearson para los diferentes días de muestreo y para la tendencia general promediando los tres días de muestreo por tipo de vegetación. La estructura multivariada de la comunidad se relacionó con los datos ambientales simultáneamente por medio de BIOENV, con el objetivo de encontrar la mejor combinación de las variables que explican los patrones estructurales de la comunidad. La aproximación de correlación múltiple esta basado en una matriz triangular de similitud de abundancia transformada correlacionada con una

matriz de distancia de datos ambientales estandarizados que evitan la influencia de diferencias en unidades de escalas y una transformación con logaritmo de base 10. Los análisis se realizaron con el programa PRIMER versión 6.1.6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research, Clarke y Gorley, 2001).

## RESULTADOS

Los muestreos se realizaron durante 54 días, en los cuales se colectaron 14,532 individuos pertenecientes a 20 especies y dos géneros, *Brumptomyia* y *Lutzomyia*. Tres de estas especies contribuyeron con más del 81% a la abundancia total: *L. shannoni*, *L. ovallesi* y *L. cruciata*. Las especies más comunes presentes en todas las localidades muestreadas fueron *L. shannoni*, *L. cruciata* y *L. deleari*. Otras especies como *L. steatopyga* y *B. mesai* se registraron en 17 y 15 localidades respectivamente, en cambio, *L. permira* se registró solo en la zona sur; *Lutzomyia* sp. 1 y *L. beltrani* en la zona norte (Cuadro 3).

### Especies exclusivas

La zona norte presenta diecinueve de las veinte especies registradas, y dos de estas son exclusivas (*L. beltrani* y *Lutzomyia* sp. 1); comparte dos especies con la zona centro (*L. serrana* y *L. trinidadensis*) y una especie con la zona sur (*L. panamensis*). Las zonas centro y sur presentan 16 especies cada una. La zona centro no tiene especies exclusivas. La zona sur presenta a *L. permira* como especie exclusiva. 14 especies se distribuyen en las tres zonas (Figura 2).

Cuadro 3. Lista de especies identificadas, registradas y abundancia total por especie en dieciocho localidades de Quintana Roo. La presencia de la especie en la localidad se denota por la X en las celdas.

Especie* \ Localidad**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Abundancia
<i>B. hamata</i>	X				X				X						X				19
<i>B. mesai</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			X	784
<i>L. cruciata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1172
<i>L. longipalpis</i>			X	X	X					X	X		X		X	X			216
<i>L. ovallesi</i>			X	X			X						X		X		X	X	2718
<i>L. serrana</i>			X				X												3
<i>L. beltrani</i>			X	X															5
<i>L. deleoni</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	312
<i>L. steatopyga</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	257
<i>L. permira</i>													X			X		X	3
<i>L. shannoni</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	7 839
<i>L. cratifer</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X				X				478
<i>L. undulata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X			X	135
<i>L. carpenteri</i>		X		X	X				X	X		X			X	X		X	45
<i>L. olmeca olmeca</i>	X	X	X	X	X		X		X			X	X	X	X	X	X	X	391
<i>L. panamensis</i>	X												X	X	X		X	X	88
<i>L. cayennensis maciasi</i>	X	X	X	X	X		X				X		X			X			44
<i>L. trinidadensis</i>	X	X	X	X		X	X		X	X									9
<i>Lutzomyia</i> sp. 1	X	X																	4
<i>Lutzomyia</i> sp. 2			X		X							X		X					7
Total	13	12	15	14	13	8	12	7	10	9	9	9	11	10	13	8	7	11	14,532

\* los subgéneros al que pertenecen y los autores se presentan en el apéndice I

\*\* ver Cuadro 1 para identificar el nombre de las localidades

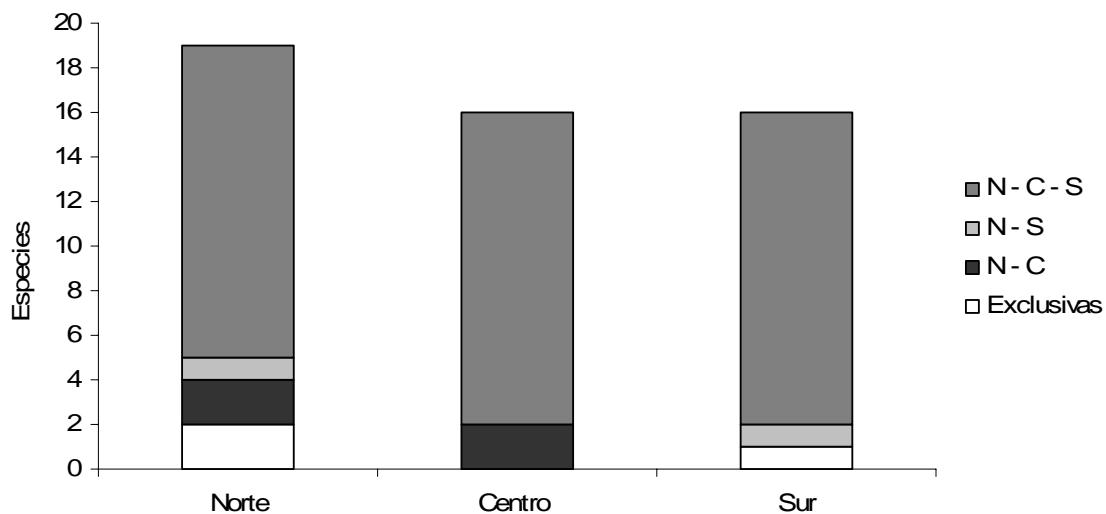


Figura 2. Número de especies por zona, así como el número de especies exclusivas, compartidas entre dos zonas y compartidas entre las tres zonas; N: norte, C: centro, S: sur.

Las localidades con mayor número de especies fueron: Cobá en la zona norte, Chumpom en la zona centro y San Pedro Peralta en la zona sur. Las localidades que presentaron menor número de especies fueron: Sabán en la zona norte, Puerto Arturo en la zona centro y Caobas en la zona sur. En la zona norte dos localidades presentan especies que no están en otras localidades de la misma zona (Solferino, *L. panamensis* y Cobá, *L. serrana*). Chumpom tiene dos especies que no comparte con las localidades del centro (*L. ovallesi* y *L. serrana*) y Chumhuhub tiene una especie que no esta presente en las otras cinco localidades del centro del estado (*B. hamata*). San Pedro Peralta presenta a *L. cratifer* y *B. hamata* como exclusivas en las localidades de la zona sur (Figura 3). La mayoría de las localidades comparten especies con dos o tres



localidades dentro de cada zona a excepción de Sabán en la zona norte, Puerto Arturo en la zona centro y Caobas en la zona sur.

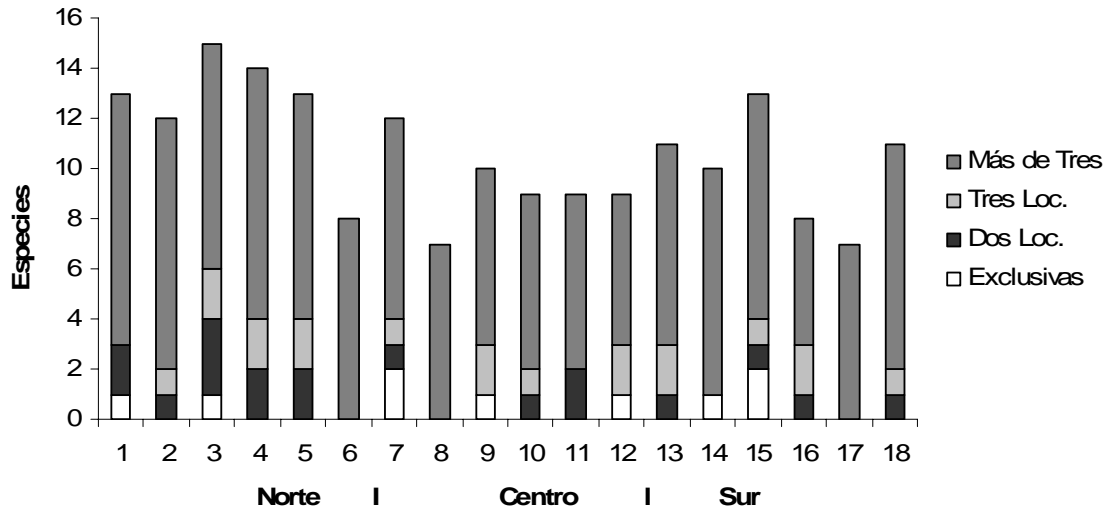


Figura 3. Localidades con el número de especies totales, especies exclusivas, compartidas entre dos, tres localidades y entre cuatro o más localidades en cada una de las zonas.

#### Promedios de abundancia y promedio de riqueza de especies

Las especies más abundantes en la zona sur, en orden descendente, fueron: *L. ovallesi*, *L. shannoni*, *L. cruciata* y *L. olmeca olmeca*. En la zona centro *L. shannoni*, *B. mesai* y *L. cratifer* fueron los más abundantes. En la zona norte fueron: *L. shannoni*, *L. cruciata* y *B. mesai*. Se observa que *L. longipalpis* se distribuye en la mayoría de las localidades, este tiene un gran número de individuos en Cobá en la zona norte. *L. deleoni* se presenta en todas las localidades en promedios bajos y constantes. *L.*

*steatopyga* se distribuye por todo el estado y sus promedios altos se encontraron en el norte y centro (Figura 4). Las especies con pocos ejemplares se excluyeron de la grafica, entre estas especies están: *L. beltrani*, *L. carpenteri*, *L. serrana*, *L. permira*, *Lutzomyia* sp. 1, y *Lutzomyia* sp. 2 (Cuadro 3).

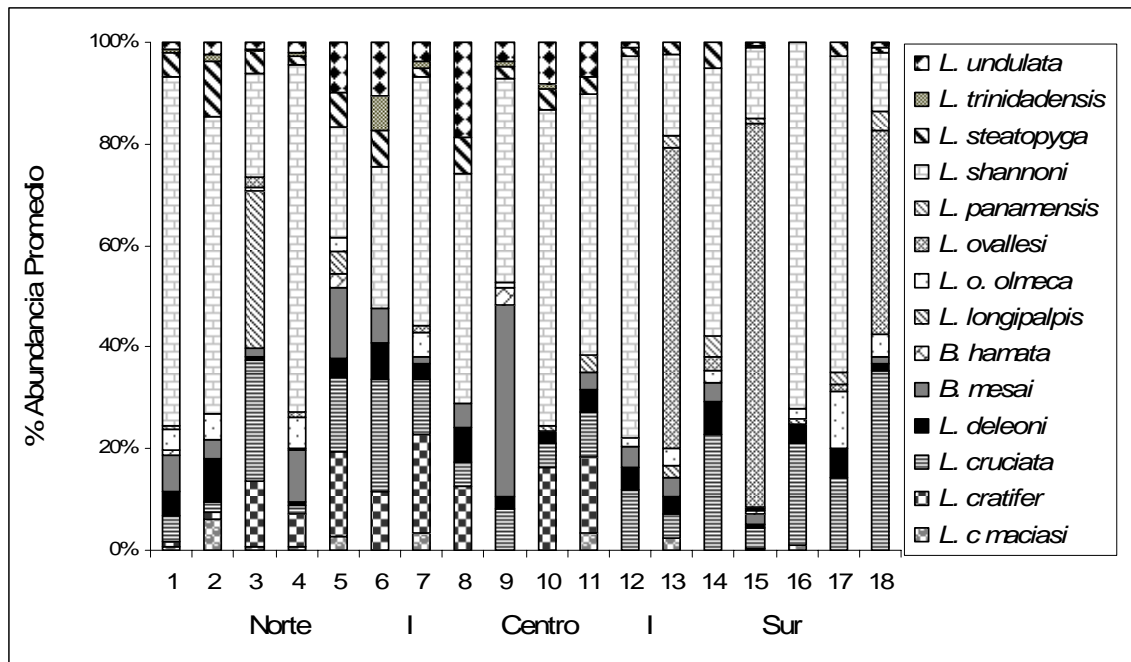


Figura 4. Especies con mayor abundancia promedio en cada una de las localidades de las diferentes zonas en Quintana Roo

La abundancia y la riqueza promedio se obtuvo promediando los resultados de las seis muestras tomadas en cada localidad. El patrón de variabilidad espacial de la abundancia promedio a escala de localidad se observa en la Figura 5. Las mayores abundancias promedio se registraron en Macario Gómez (zona norte), y San Pedro Peralta (zona sur), la localidad de Sabán fue la que registro menor promedio de abundancia. Las localidades de la zona sur presentaron mayor variabilidad en las abundancias por encima del centro y el norte. Las zonas no manifiestan ninguna

tendencia clara que muestre un patrón por abundancia. Sin embargo, la zona norte presenta la mayor abundancia total (5,867 ejemplares) y la zona centro con la abundancia más baja (3,263 ejemplares).

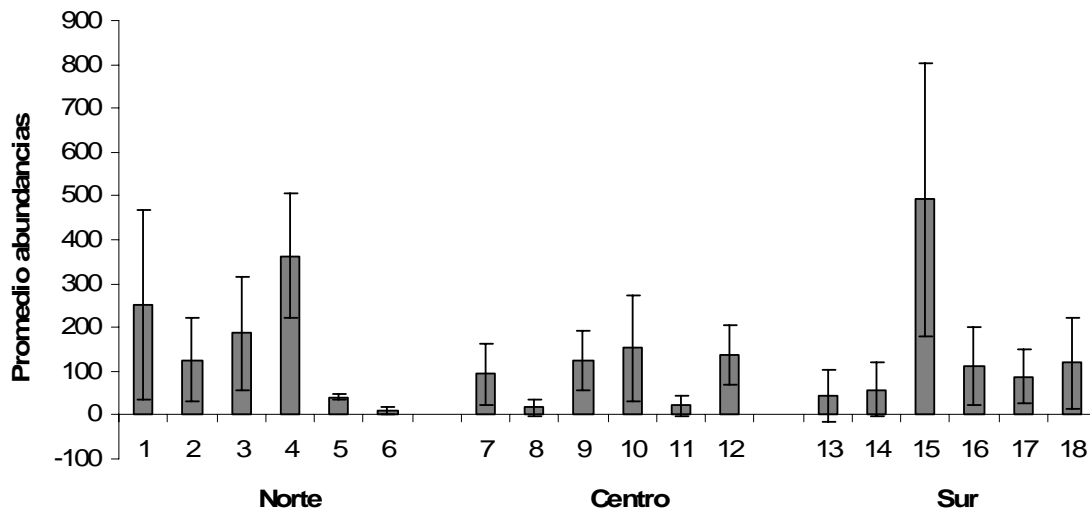


Figura 5. Patrón de variabilidad espacial de la abundancia promedio a escala de localidad. Las líneas en las barras son las desviaciones estándares mostrando la variación que existe entre un muestreo y otro.

El patrón de variabilidad espacial en el número de especies promedio a escala de localidad se observa en la Figura 6. El mayor promedio de especies se observó en San Pedro Peralta de la zona sur y Macario Gómez en la zona Norte. El menor promedio de la zona sur se obtuvo en Laguna Guerrero, en la zona centro Puerto Arturo y San Isidro Poniente y en la zona norte Sabán. En general existe mucha variabilidad entre localidades dentro de las zonas y entre zonas a lo largo del estado.

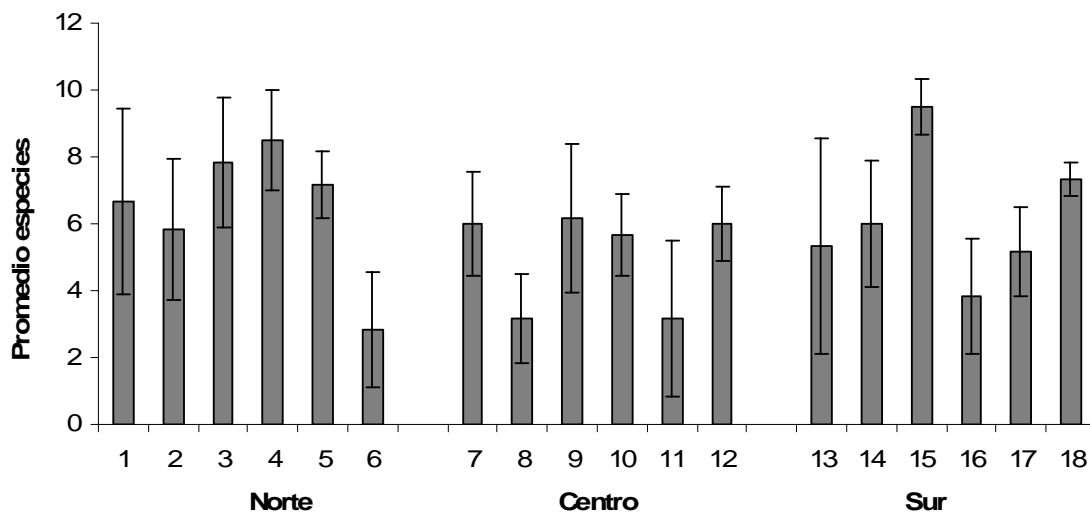


Figura 6. Patrón de variabilidad espacial en el número de especies promedio a escala de localidad. Las líneas en las barras son las desviaciones estándares mostrando la variación que existe entre un muestreo y otro.

### Dominancia de especies

El patrón de dominancia por zona no está definido. En la zona centro en seis localidades, una sola especie dominó la abundancia con más del 50% (*L. shannoni*) y en Chumhub dominó *B. mesai* (Figura 7), en siete localidades *L. shannoni* tiene más del 70% de la abundancia y en una localidad *L. ovallesi* alcanza más del 70% de abundancia. En cinco localidades entre el 60% y 70% de la abundancia pertenece a una especie, cuatro localidades dominada por *L. shannoni* y una por *L. ovallesi*. Cuatro localidades entre el 30% y 40% de la abundancia lo presenta una especie, en tres localidades de la zona norte fue *L. shannoni* y en la sur *L. cruciata*.

Dependiendo del tipo de vegetación, conservada o perturbada, la dominancia de las especies muestra una separación. En los sitios conservados de la zona norte y centro una especie está presente con más del 70% de la abundancia, excepto en la zona sur donde alcanzó el 40%. En los sitios perturbados las especies más abundantes oscilaron entre el 55% y 65% (Figura 8).

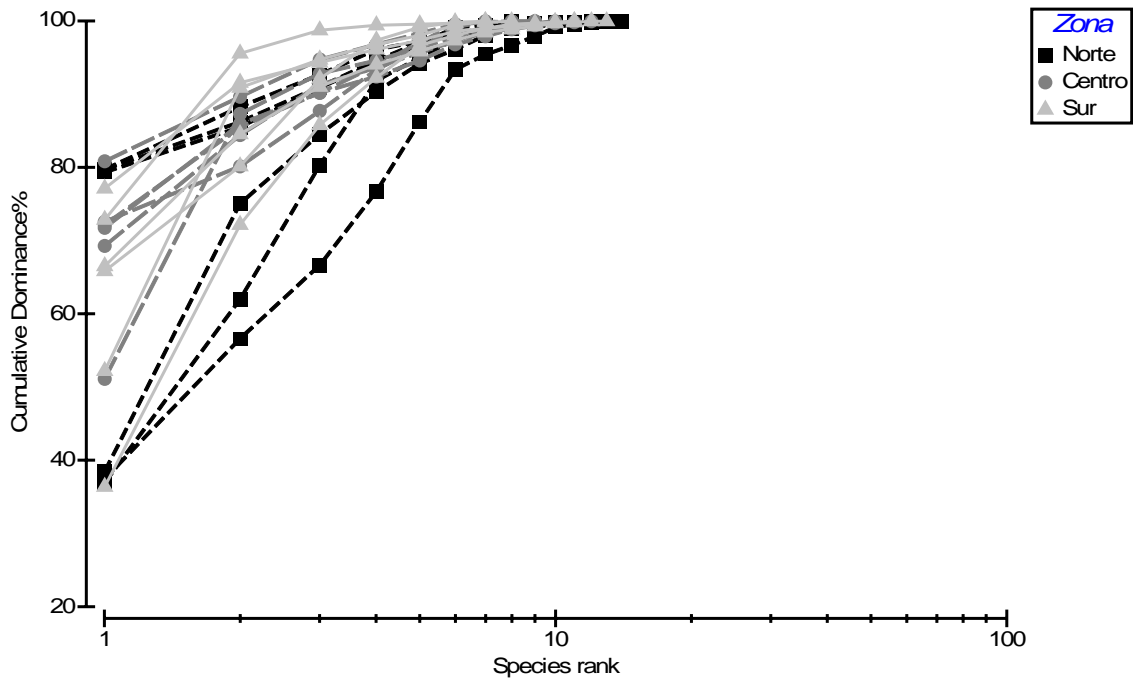


Figura 7. Curvas acumulativas de dominancia K de las 18 localidades de Quintana Roo.

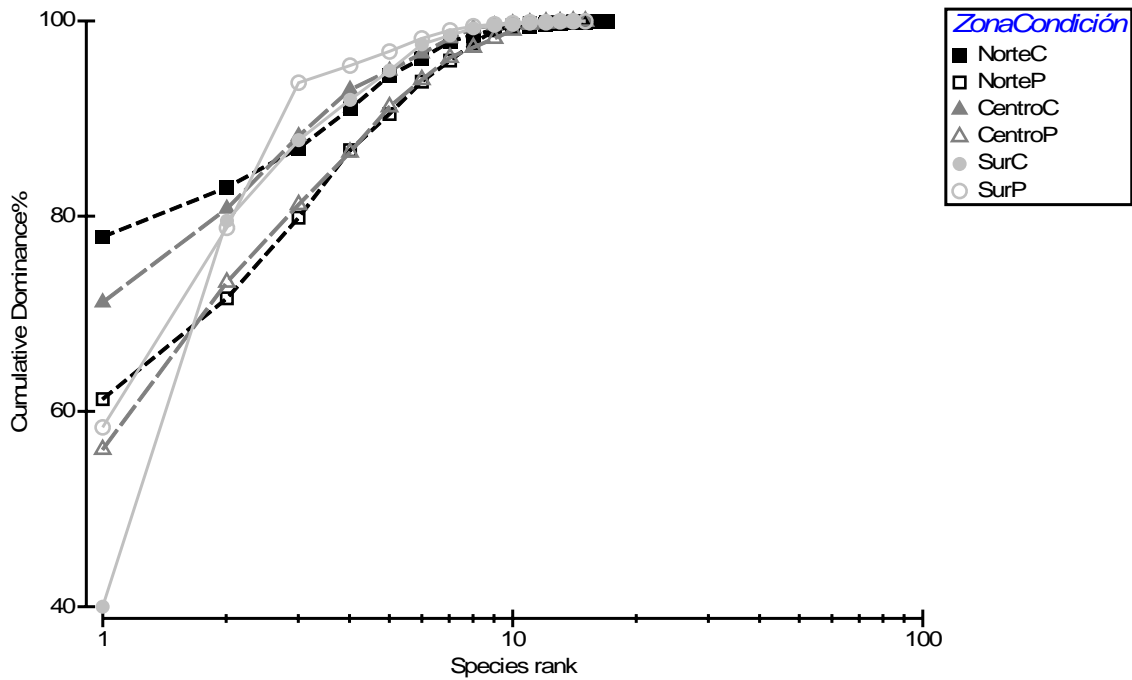


Figura 8. Curvas acumulativas de dominancia K de los sitios conservados (C) y perturbados (P) en las tres zonas de Quintana Roo

#### Curva de acumulación de especies

En la curva de acumulación de especies se observa que la asíntota se ha alcanzado después de 108 muestras y veinte especies encontradas en los diferentes sitios de colecta, comparando el número de especies capturadas con el número de especies esperadas (20.7 especies) calculado con la fórmula de Clench (1979) se ha obtenido más del 96.6% de las especies. Por lo tanto, el número de especies y el número de muestras tomadas da soporte de la confiabilidad del estudio que se realizó y es un porcentaje excelente para el área (Figura 9).

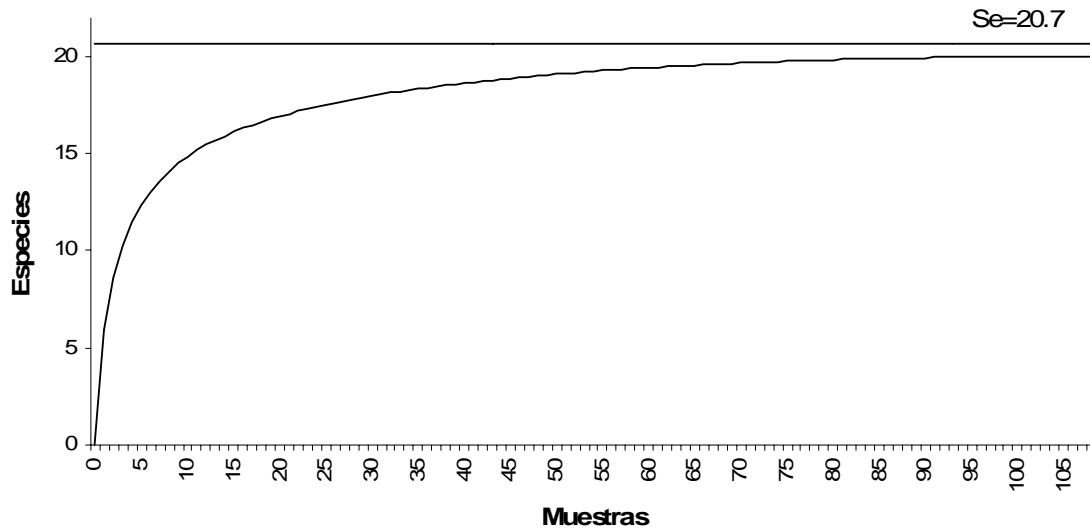


Figura 9. Curva de acumulación de especies con las especies esperadas (Se) calculado con la fórmula de Clench.

Análisis de la estructura comunitaria y patrones espaciales de diferencias y variabilidad

PERMANOVA:

Los resultados del Análisis Multivariado de Varianza por Permutaciones (PERMANOVA) indican diferencias significativas en variabilidad de la estructura comunitaria de flebotomíneos a la escala espacial de zonas y localidades pero, no entre condiciones perturbada o conservada (Cuadro 4). La estructura comunitaria de los flebotomíneos muestra un patrón definido de diferenciación geográfica entre zonas, en donde la zona sur se diferencia claramente de la zona centro y norte. Sin embargo las

zonas centro y norte poseen una estructura comunitaria similar, lo que se refleja en un traslape de las localidades dado su parecido en composición y distribución de las abundancias (Figura 10). Las diferencias significativas entre localidades indican que dentro de zonas existen al menos dos localidades con diferencias en la estructura comunitaria de la asociación de flebotomíneos. A esta escala es notorio un incremento en la variabilidad tanto en composición como en la distribución de las abundancias (Figura 11). No hubo diferencias entre áreas conservadas y perturbadas anidadas a las escalas superiores de localidad y zona, esto es, que la composición de especies y su distribución de abundancias a escalas de kilómetros no son afectadas por la perturbación de la vegetación (conservada o perturbada).

El componente de variación explicado a la menor escala espacial (réplicas) es de 45% esto es, existe 45% de disimilitud en promedio entre repeticiones lo que significa que hay 55% de similitud en la estructura comunitaria en promedio de un día a otro. El componente de condición de vegetación no tiene efecto sobre la estructura comunitaria, esto es no hay diferencias en la variabilidad atribuibles a este factor. El componente de variabilidad explicado es solo de 3.42% en otras palabras solo un poco más del 3% de las diferencias en la estructura comunitaria pueden atribuirse si la vegetación está perturbada o conservada en diferentes localidades. El factor localidad explica la mayor cantidad de variación, aproximadamente 34% que representa la cantidad de disimilitud en promedio entre localidades dentro de zonas (Cuadro 4). Finalmente, el componente de variación proveniente de la escala de zona explica que un 17.5% de especies y su distribución de abundancia son diferentes como resultado de procesos que influyen sobre cientos de kilómetros. En resumen, son dos los factores



considerados relevantes para explicar la variabilidad estructural de la comunidad de flebotomíneos, que son localidad y zona, sin embargo la mayor parte de la variabilidad es explicada por el residual, esto es, por procesos que ocurren a escalas temporales muy cortas de horas y días no considerados en el diseño.

Cuadro 4. Prueba general de PERMANOVA, con datos transformados a raíz cuarta, índice de similitud de Bray-Curtis, suma de cuadrados tipo III, permutación de residuales bajo un modelo reducido, con 9999 permutaciones y porcentaje de los componentes de variación espacial. Zo= zona, Lo=Localidad, Co= Condición de vegetación.

Fuente	gl	SC	CM	Seudo-F	P(perm)	% C. variación
Zo	2	18498	9248.8	<b>2.2259</b>	<b>0.0114</b>	17.49
Lo(Zo)	15	62424	4161.6	<b>4.3079</b>	<b>0.0001</b>	33.82
Co(Lo(Zo))	18	17682	982.31	1.0168	0.4611	3.42
Residual	71	68589	966.04			45.40
Total	106	1.6722E5				

## BioEnv

La Figura 12 muestra los dos primeros ejes de la ordenación de un PCA de los datos ambientales de humedad, temperatura y viento, transformados y estandarizados. El primer eje representa el 64.2% de la variación y junto con el segundo hacen un total de 85.4% de la variación observada. Los factores ambientales no muestran ningún patrón a ninguna escala espacial. La temperatura tiene su principal contribución en el

eje 1 (PC1) incrementándose de izquierda a derecha. La humedad aumenta de derecha a izquierda y tiene su principal contribución en el eje 2 (PC2). El viento se mantiene constante en ambos ejes con un ligero incremento hacia la izquierda.

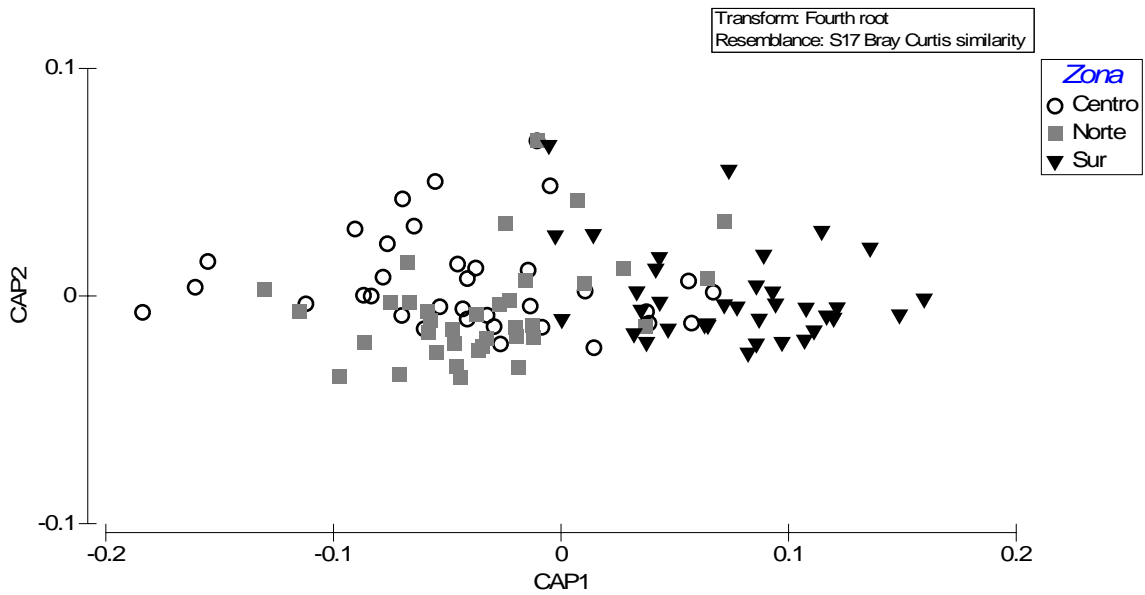


Figura 10. CAP de los flebotomíneos mostrando el patrón de variación en el estado por zonas

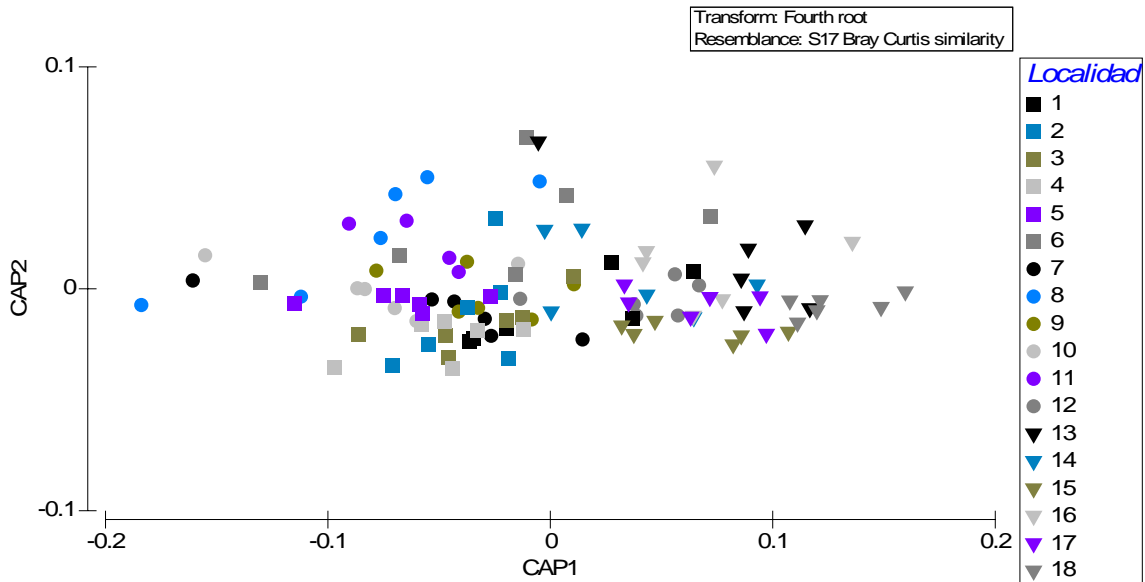


Figura 11. CAP con el factor localidad donde los cuadros pertenecen a la zona norte, los círculos a la zona centro y los triángulos a la zona sur, cada color pertenece a una localidad dentro de cada zona.

En los resultados del análisis del BioEnv no se encontró correlación alguna entre los datos ambientales y los datos de abundancia de las especies de flebotomíneos (Cuadro 5). El valor más alto que presenta la prueba es de  $R=0.25$  tomando en cuenta los tres factores ambientales. El siguiente valor que presenta es entre la temperatura y el viento. El tercer valor lo presenta la temperatura con una  $R=0.22$ . Estos resultados muestran que no existe una correlación entre los datos ambientales y bióticos. Sobreponiendo los vectores de las variables ambientales, se observa que la humedad es el principal factor que contribuye en esta ordenación, seguido por el viento y con menor efecto la temperatura.

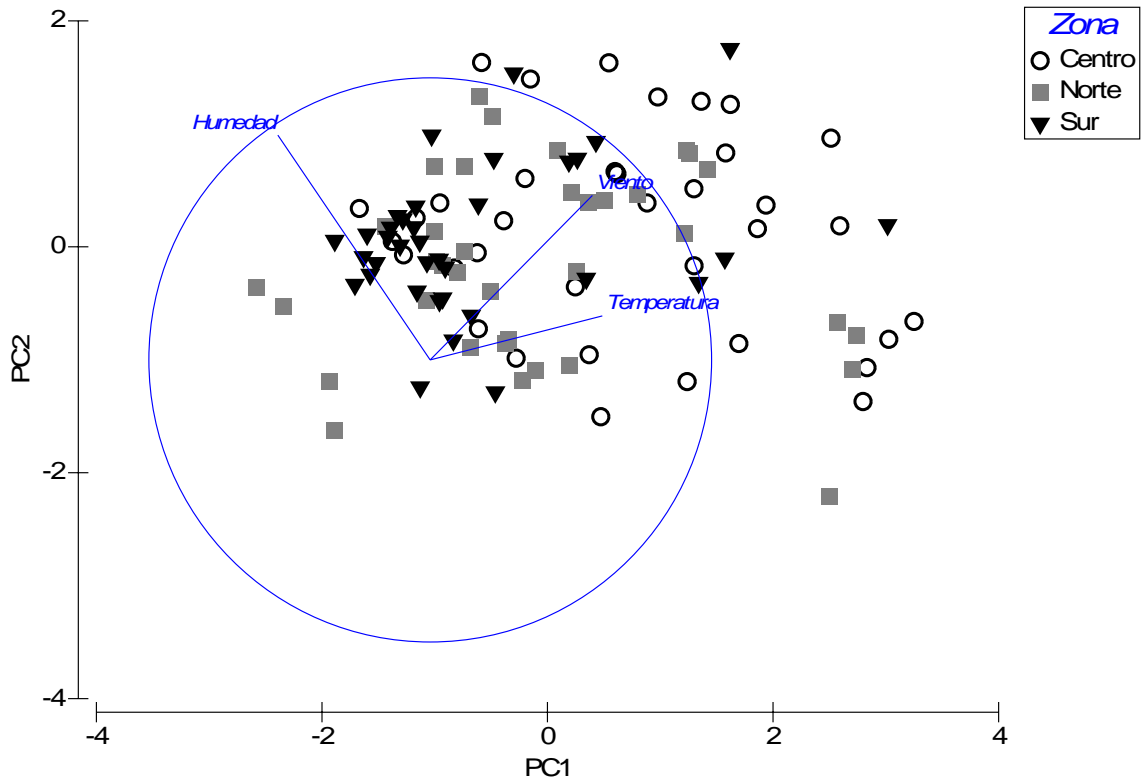


Figura 12. Ordenación de PCA en dos dimensiones de los tres factores ambientales (transformados y estandarizados) de las tres zonas en Quintana Roo (85.4% de la variación explicada).

Cuadro 5. BIOENV, mejor correlación entre los datos ambientales y bióticos (*Best biota and/or environment matching*) con el método de rangos de correlación de Spearman, con una matriz de similitud con distancia Euclidiana. Donde las variables temperatura: 1, humedad: 2 y viento: 3.

Número de variables	Correlación	Variables
3	0.251	Todos
2	0.246	1,3
1	0.224	1
2	0.217	1,2
2	0.217	2,3
1	0.205	3
1	0.111	2

## DISCUSIÓN

En trabajos previos se habían registrado 19 especies de flebotomíneos pertenecientes a los géneros *Brumptomyia* y *Lutzomyia* (Cruz-Ruiz, 1994; Ibáñez-Bernal, 1999; 2000; 2002; 2003; Sánchez y Pozo, 2007). Los resultados de este estudio permitieron incrementar a 23 el número de especies registradas para Quintana Roo con cuatro nuevos registros (*Lutzomyia beltrani*, *L. serrana*, *Lutzomyia* sp 1 y *Lutzomyia*. sp. 2) los dos últimos corresponden a especies nuevas no descritas previamente. Igualmente *L. beltrani* es nuevo registro para la PY. Actualmente las especies de flebotomíneos para la PY son 32, de éstos, suman 23 especies las informadas para Quintana Roo con los nuevos registros aportados en este estudio, 16 para Campeche y 11 para Yucatán. En Belice se han registrado 25 especies y ocho de ellas diferentes a las presentes en Quintana Roo (Ibáñez-Bernal, 2001b). Del total de las especies en la Península de Yucatán, Quintana Roo tiene el 72% y en relación con todo México, Q. Roo tiene un 55% de las especies (Cruz-Ruiz *et al.*, 1994; Ibáñez-Bernal, 1999; 2000; 2001a y b; 2002; 2003; Ibáñez-Bernal *et al.*, 2004; Sánchez y Pozo, 2007; Rebollar *et al.*, 1996b y b; 2004; 2005; 2006; Pech, 2007; Peraza, 2008).

Las especies más abundantes en este estudio fueron *L. shannoni* 53%, *L. ovallesi* 19% y *L. cruciata* con el 8.7%. Dentro de cada zona las proporciones y las especies variaron, en la zonas norte y centro *L. shannoni* fue la más abundante. En la zona sur *L. ovallesi* concentrado en una localidad (San Pedro Peralta) que contribuyó con 85% de la abundancia. Esta proporción en esta localidad probablemente se deba a factores como la anidación (Pavlosky, 1959), esta hipótesis explica qué donde los

factores bióticos y abióticos se conjugan en un área favorece altas densidades de una especie. Otras especies abundantes fueron *B. mesai*, que en la zona centro y norte ocuparon el segundo y tercer lugar, respectivamente, y *L. cratifer* tercer y cuarto más abundante en las zonas centro y norte, respectivamente. En el Cuadro 1 se presenta una comparación del patrón de dominancia encontrado en este estudio comparado con trabajos previos. Se observan marcadas diferencias en área estudiada, diseño de muestreo y tamaño de muestra, por lo que no sería válido hacer comparaciones directas ya que el patrón de dominancia es fuertemente influenciado por estos tres aspectos metodológicos. No obstante, es importante hacer algunas consideraciones: todos estos estudios presentan al mismo grupo de especies con diferentes proporciones de abundancias y la mayoría son incriminados como vectores potenciales de leishmaniasis en México y Centro América. También resalta que estas especies numéricamente dominantes tienen una amplia distribución en la PY y que el efecto temporal, *i. e.* de una época a otra no afecta la composición del grupo dominante sino únicamente su abundancia (McHugh, *et al.*, 2001; Salomón *et al.*, 2004; Sánchez y Pozo, 2007). *B. mesai* y *L. cratifer* solo aparecen como numéricamente importantes en la zona centro y norte de Quintana Roo, *B. mesai* se desarrollan en madrigueras de armadillos y son atraídos por trampas luminosas (Young y Duncan, 1994), por lo que probablemente las trampas CDC fueron colgadas cerca de madrigueras de estos animales en las localidades donde se obtuvieron mayor abundancia. Se conoce poco de la biología y ecología *L. cratifer*, en este estudio se capturó la mayor cantidad en la trampa Shannon. *L. ovallesi* es numéricamente dominante en la zona sur de Quintana Roo, aunque su dominancia se debe a que en una localidad se capturó más del 80 %,

la mayor cantidad se capturo en Shannon pero estuvo bien representado en las trampas CDC. En estudios realizados previamente en la PY se conoce por ser una especie antropófila y “sospechosa” como vector de leishmaniasis (Rebollar-Téllez *et al.*, 2005; Pech, 2007). Sánchez y Pozo (2007) encontraron mayor número de *L. ovallesi* atraída por la luz.

La presencia de especies de flebotomíneos en un área se debe probablemente a varios factores como la vegetación, la presencia de mamíferos de los que se alimentan, a las variaciones del clima, la cantidad de materia orgánica en el suelo y la topografía (Azevedo *et al.*, 2002; Travi *et al.*, 2002; De Luca *et al.*, 2003; Feliciangeli, 2004; Ivovic *et al.*, 2007; Valderrama *et al.*, 2008).

Los nuevos registros para el estado, como *L. beltrani*, *Lutzomyia* sp. 1 y *L. serrana* en la zona norte, podrían explicarse por sus requerimientos específicos del hábitat. Por ejemplo, *L. beltrani* solo se colectó en dos localidades donde existen gran cantidad de oquedades en el suelo (observación personal), esta especie se ha colectado en cuevas en otras regiones del país (Ibáñez-Bernal, 2000). *Lutzomyia* sp. 1 es una nueva especie colectada en proporción baja únicamente en dos localidades (solferino y Central Vallarta) y se desconoce su biología y ecología.

Otras especies también se observaron con distribuciones restringidas y números reducidos, aunque se han registrado en trabajos previos. Como es el caso de *L. serrana*, *L. trinidadensis* presentes en las zonas norte y centro, aunque la segunda ha sido anteriormente registrada en Chetumal (Sánchez y Pozo, 2007). *L. panamensis* se presenta en una localidad de la zona norte y en la mayoría de las del sur. Sin embargo, en otros trabajos ha sido registrada en el centro de Quintana Roo (Cruz-Ruiz *et al.*,

1994; Ibáñez-Bernal, 2000). La zona sur presenta a *L. permira* como exclusiva, recolectada en tres localidades y registrada anteriormente para Chetumal, siendo una de las especies menos abundantes en varios estudios en la PY (Rebollar-Téllez *et al.*, 2004; 2005; Pech, 2007; Sánchez y Pozo, 2007). Estas especies son raras, con distribución restringida y numéricamente contribuyen poco a los patrones de dominancia. Los factores que controlan su distribución pueden ser desde ambientales hasta interacciones biológicas, o tal vez no se recolectaron por las metodologías utilizadas no fueron las apropiadas para su captura, pero no hay elementos que nos permitan establecerlos.

Uno de los objetivos de esta investigación fue la de conocer la distribución de las especies en el estado de Quintana Roo, y si esta distribución se puede asociar a los factores ambientales que se presentan sobre un gradiente de mayor a menor humedad de sureste a noroeste. Se planteó el supuesto de que en la zona sur habría mayor abundancia y número de especies, en la zona norte la menor abundancia y número de especies, en la zona centro una abundancia y número de especies intermedio entre las otras dos zonas. Nuestros resultados no sustentan este supuesto ya que la zona norte presentó la mayor abundancia y número de especies, ligeramente mayor que la zona sur y la zona centro presentó la menor abundancia aproximadamente 45% menos que la zona norte. En cuanto al número de especies no hubo diferencias entre las zonas sur y centro. Estas diferencias con respecto a lo esperado probablemente se deben a dos causas: 1) la disminución de la riqueza y abundancia esperada en el sur podría deberse a la perturbación provocada por el huracán Dean en agosto de 2007, ya que nuestras colectas se hicieron cinco meses después y cuando aun era observable el



impacto del disturbio sobre la vegetación. En estudios realizados por Barberena-Arias y Aide (2002) se observó que la riqueza y la abundancia de insectos después de un huracán disminuyen y vuelve a las proporciones anteriores hasta después de un año del disturbio. 2) el retraso de los muestreos por cuestiones logísticas propició que se extendieran hasta mediados de abril, por lo cual varias localidades del centro fueron muestreados al comienzo de la temporada de secas, donde se obtuvieron menor número de ejemplares, propiciando la menor abundancia en la zona centro. En diversos estudios se ha observado una estacionalidad en las abundancias de los flebotomíneos (Rebollar-Téllez *et al.*, 1996a; McHugh, *et al.*, 2001; Salomón *et al.*, 2004; Sánchez y Pozo, 2007).

En este estudio planteamos que existiría una diferenciación en la estructura comunitaria entre zonas debido a la existencia de gradientes de humedad y tipos de vegetación. Sin embargo, nuevamente, nuestros datos indican que los patrones estructurales de dominancia y diversidad no corresponden a una estructura espacial por zonas. Si bien hay algunas particularidades, como en la zona norte y centro donde la dominancia de una especie es mayor que en la zona sur, no es posible definir un patrón general a la escala geográfica de zona. Por el grado conservación de la vegetación, se observó que la vegetación perturbada presentó menor dominancia que la conservada en todas las zonas. Estas diferencias fueron ocasionadas por los efectos del huracán e inicio de la temporada de secas, mencionados anteriormente (Barberena-Arias y Aide, 2002; Sánchez y Pozo 2007).

El número de especies que se obtuvo en este estudio fue representativa para el estado. Observando la curva de acumulación de especies se distingue que la línea ha

alcanzado la asíntota por lo que la aparición de nuevas especies puede ser mínima aun si se hubiese aumentado el número de muestreos. Pero, debido a que se realizaron los muestreos finalizando la temporada de mayor abundancia de flebotomíneos probablemente se hubiese encontrado otras especies que no fueron capturados realizando muestreos en otras épocas del año. En trabajos previos realizados en la PY indican que son principalmente durante los meses de noviembre a febrero (Rebollar-Téllez *et al.*, 1996a y b; 2005; Sánchez y Pozo, 2007).

Las escalas espaciales propuestas, en este estudio, para observar la variación de los flebotomíneos fueron a nivel de zonas, entre localidades y entre los grados de conservación de la vegetación. Los resultados obtenidos mostraron que a la menor escala espacial está la mayor variabilidad observada en la estructura comunitaria de los flebotomíneos, *i.e.* 45% de disimilitud en promedio entre un día de muestreo y el siguiente. A esta escala espacial no se sabe que factores estén influyendo sobre la estructura de la comunidad, porque no definimos ningún factor a esta escala al cual atribuirle este componente de variación, existen algunas características que se pueden considerar como las posibles causas actuando a nivel de microambiente a distancias de metros, probablemente no mayores a 500 m, que es hasta donde se ha observado que los flebotomíneos pueden desplazarse (Morrison *et al.*, 1993). Factores intrínsecos de los flebotomíneos como los ciclos de reproducción, podrían ser muy variados, se ha observado que las especies y las abundancias cambian drásticamente de un día para otro, lo cual está relacionado con la eclosión (Rebollar-Téllez *et al.*, 1996c; Feliciangeli y Rabinovich, 1998). También se sabe que los flebotomíneos forman agregaciones de la misma especie en los sitios donde depositan sus huevos para el desarrollo de las

larvas (Basimike, 1997; Hamilton, 2008), principalmente relacionados a madrigueras de animales, donde se acumula gran cantidad de materia orgánica (Rebollar-Téllez *et al.*, 1996b; Feliciangeli, 2004). Otros factores pueden estar jugando un papel importante a esta microescala, tanto bióticos y abióticos; como por ejemplo factores físicos del suelo la humedad y la temperatura pueden aumentar o disminuir los períodos entre los diferentes estadios (Cárdenas *et al.*, 1999; Kasap y Bulent, 2006; Milleron *et al.*, 2008), presencia de hospederos (Feliciangeli, 2004), etc.

De los pocos trabajos realizados sobre variación espacial con grupos de dípteros esta el de Chust *et al.* (2004), quienes observaron que los dípteros no responden a cambios que ocurren en la escala espacial de estructura del paisaje, pero si a escalas menores de entre 250 a 270 ha (2.5 km), principalmente el grupo de depredadores y parásitos tienen la mayor variabilidad a escalas menores. Estudios realizados con escarabajos del suelo en bosque templado de *Eucalyptus*, demuestran que la mayor variabilidad se presenta a escalas del microhábitat, entre 6 a 140 m (Barton *et al.*, 2009).

En la hipótesis inicial se planteó que probablemente las diferencias que existen entre una vegetación conservada y una perturbada tienen influencia sobre la estructura comunitaria de los flebotomíneos a distancias no mayores a un kilómetro. Nuestros resultados muestran que a esta escala espacial no hubo, diferencia significativa entre un sitio conservado y uno perturbado. Además el componente de variación que resultó para esta escala espacial fue de 3.5%. Este componente está asociado al grado de conservación de la vegetación. Su importancia es poca por la proporción y no hubo diferencias estructurales en la comunidad de flebotomíneos. Éste resultado cambia la

perspectiva que se tiene en relación a las áreas conservadas y perturbadas sobre su influencia en la estructura comunitaria de los flebotomíneos.

Los trabajos realizados en otras regiones de América involucran sólo los grados de perturbación de la vegetación en sus comparaciones, sin tomar en cuenta el efecto de la escala espacial entre las áreas muestreadas y el efecto de la variación que existe de un día al siguiente, distancias entre 40 y 60 km entre las condiciones de vegetación han obtenido diferencias estadísticas significativas en algunos casos, (Travi *et al.*, 2002; Valderrama *et al.*, 2008), parches de vegetación mayores a 80 ha (De Luca *et al.*, 2003); con las dos condiciones de vegetación a lo largo de 300 km (Salomón *et al.*, 2002) y en otro sólo obtuvieron diferencias cualitativas entre el grado de conservación de la vegetación separados por distancias de 22 km (Azevedo *et al.*, 2002). En la PY han obtenido menor riqueza y abundancia en sitios perturbados comparando dos localidades a distancias de 60 km (Rebollar-Tellez *et al.*, 2005) o dentro de una misma localidad con diferentes grados de perturbación de la vegetación (Sánchez y Pozo, 2007). Con el diseño utilizado en este estudio se pueden comparar no sólo la condición de la vegetación, también se obtiene información de la variación por efecto de la escala geográfica en que se hacen las comparaciones. Comparando los resultados obtenidos en este estudio con otros, deduciendo que los resultados de las diferencias obtenidas entre perturbado y conservado en trabajos anteriores se pueden atribuir a la variación que existe a escala espacial geográfica y no de manera estricta a la condición de vegetación.

Con estos resultados se puede sugerir que por las similitudes que existe en el número de especies y las abundancias de flebotomíneos entre las condiciones de

vegetación con diferente grado de perturbación, la probabilidad de que una persona se infecte de leishmaniasis al internarse en la selva, independientemente del grado de perturbación sería similar.

Entre las localidades de una zona los supuestos que estructuran la comunidad de los flebotomíneos son las variaciones locales de temperatura y precipitación. Los resultados a escala espacial de 30 km muestra una disimilitud del 34%, esto indica que sólo por el efecto geográfico a ésta escala hay una diferencia en la estructura de la comunidad de los flebotomíneos entre localidades. En las localidades de cada zona las características son diferentes, en algunos casos se comparten entre localidades, estos factores son: el tipo de vegetación, los suelos, afectación por el huracán Dean y efecto de la temporada de secas.

En la zona sur el tipo de vegetación de selva alta se presenta en Tres Garantías, Caobas, Cinco de Mayo y San Pedro Peralta, selva mediana en Altos de Sevilla y Laguna Guerrero. En esta misma zona un factor importante fue el grado de afectación provocado por el huracán Dean, en agosto de 2007, el cual fue diferente entre localidades. Tres Garantías fué la menos afectada, Laguna Guerrero y Altos de Sevilla, con un mayor número de árboles derribados y el dosel aun no se había recuperado por completo. Cinco de Mayo y San Pedro Peralta presentaron árboles derribados, pero la gran parte de la cobertura del dosel se recuperó rápidamente. Esto propició diferencias en abundancia y riqueza de especies entre las localidades.

En la zona centro cinco localidades comparten la selva media subperennifolia, Puerto Arturo tiene selva mediana subcaducifolia (Figura 14). Un factor diferente es el tipo de suelo que prevalece dentro de la zona centro, los cuales son diferentes entre

localidades, en su mayoría rendzinas y litosoles (Bautista-Zuñiga *et al.*, 2003). En la zona centro la localidad que presentó mayor daño por efecto del huracán Dean fue Petcacab y San Isidro Poniente. San Antonio Nuevo, Chumhub y Puerto Arturo fueron afectados sólo con lluvias y vientos fuertes y los daños en la vegetación fue la pérdida de follaje del cual ya se habían recuperado. La localidad de Chumpom sólo presentó lluvias torrenciales pero no registró ningún daño visible en la vegetación. El efecto del inicio de la época de secas probablemente afectó las localidades de San Isidro Poniente y Puerto Arturo, donde se observaron menores densidades de flebotomíneos.

En la zona norte el tipo de vegetación de las localidades fue selva mediana (Figura 14). No presentó daño por efecto del huracán Dean. Los suelos de las localidades de esta zona son menos profundos y pedregosos (litosoles en la mayoría). Por otro motivo, Sabán fue la última en ser muestreada a mediados del mes de abril y la cantidad de flebotomíneos que se recolectaron fue relativamente menor a las otras localidades, esto se debió al inicio de la temporada de secas, a las condiciones de la vegetación que estaba sujeta a pastoreo de ganado bovino y al inicio de quemas por los campesinos de la localidad.

Estos factores propuestos que diferencian las localidades son observaciones tomados de las características de los suelos, la vegetación que presentaron in situ de cada zona. Proponiendo estos factores no implica que estos ejerzan efecto sobre esta variación entre localidades. Es importante que en próximos estudios se realice una minuciosa revisión de estos y otros factores en cada localidad.

Se propuso que las diferencias entre las zonas del estado se deben al gradiente de sur a norte producidos por la acción conjunta de la temperatura, humedad y tipos de vegetación esperando en la zona sur la mayor diversidad, con una disminución gradual hacia el norte. Después de realizar el análisis multivariado se observa que existe diferencia entre zonas. El componente de variación espacial de zona explica un poco más de 17% de la disimilitud en la riqueza y abundancia observada. La ordenación que presenta el CAP separó claramente a la zona sur, probablemente se debe a la combinación de características como son la temperatura, la precipitación, y los tipos de vegetación. Estos factores tienen una distribución que propicia la diferenciación entre zonas.

Observando la figura de la temperatura media anual en el estado (Apendice II), gran parte de él está en la isoterma de los 25 °C, únicamente una porción de la zona norte se presenta en el isoterma de 24 °C y otra entre la zona centro y norte donde alcanza el de 26 °C (Orellana *et al.*, 2003).

La variación en la precipitación da origen a diferentes regimenes de humedad, que a lo largo del estado varían. El gradiente de humedad, que va de más húmedo en el sureste a menos húmedo hacia el noroeste, probablemente resulta en especies adaptadas a tales gradientes por tanto tienen una distribución en dos o en las tres zonas del estado. En el sur del estado la precipitación que se presenta tiene un rango entre 1200 y 1500 mm en promedio anualmente. En la zona centro la precipitación anual promedio está entre 1000 y 1200 mm. En la zona norte la precipitación está en un rango de 1000 y 1200, en algunas partes 1400 mm en promedio anualmente (Orellana *et al.*, 2003).

La humedad afecta a la vegetación dando origen a diferentes tipos de selvas (selva alta subperennifolia mediana subperennifolia y mediana subcaducifolia, Figura 14). Estos tipos de vegetación son también debido a la edad geológica de las zonas, siendo la zona norte la más reciente con suelos someros (litosoles), y en el sur suelos más profundos (rendzinas) (Bautista-Zuñiga *et al.*, 2003). La vegetación de selva alta sólo se presenta en la zona sur. Las zonas centro y norte presentan selvas medianas subperennifolias.

Con las características que se presentan desde la escala espacial más pequeña, distancias de un kilómetro, hasta la mayor escala, cientos de kilómetros, podemos observar factores afectando la estructura comunitaria de los flebotomíneos a diferentes escalas geográficas. A nivel del estado, entre zonas, factores como la temperatura, precipitación y tipos de vegetación influyen sobre los patrones de distribución de los flebotomíneos. A escala media entre localidades la vegetación, el suelo y factores de disturbio no antropogénico tienen efecto en estos dípteros. A escalas de un kilómetro el efecto del grado de conservación de la vegetación no tiene efecto sobre la estructura de la comunidad de los flebotomíneos. A escalas espaciales menores que no fueron considerados en este estudio se encuentra la mayor variabilidad de los flebotomíneos probablemente por efecto de factores bióticos y abióticos.

La estacionalidad que muestran los flebotomíneos se debe a factores ambientales que varían a lo largo del año como son la temperatura y precipitación. Aunque este estudio fue realizado finalizando la temporada de nortes y el inicio de la seca, se tomaron los datos ambientales *in situ* de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento durante los muestreos. Después de analizados los datos



observamos que los datos ambientales no muestran ningún patrón espacial y tampoco correlación con los datos biológicos. La ordenación de PCA muestra a la humedad como el factor que influye más sobre la riqueza y distribución de las abundancias de los flebotomíneos, pero sin que exista correlación entre los datos biológicos y ambientales.

Comparando este trabajo con el realizado en la zona periurbana de Chetumal (Sánchez y Pozo, 2007), ellas obtuvieron una correlación con la velocidad de viento y la humedad relativa, caso contrario de este trabajo donde ninguna de las variables ambientales se correlacionó con el patrón de distribución de los flebotomíneos en el estado.

Existen otros estudios que han obtenido resultados muy variables: Meneses *et al.* (2002), en Río de Janeiro Brasil, observaron correlación entre la temperatura y la humedad en la distribución de las abundancias de flebotomíneos en las diferentes estaciones del año. En el sureste de Sao Paulo, Condino *et al.* (1998) no observaron correlación alguna entre la temperatura y lluvia con relación a las abundancias de flebotomíneos en un área de selva secundaria. A diferencia, Barata *et al.* (2004), en otra región de Brasil, sí encontraron correlación significativa entre la lluvia, humedad relativa y la abundancia de flebotomíneos. En algunas áreas de Brasil encontraron que la temperatura y la humedad no tiene efecto sobre la densidad de flebotomíneos capturados dentro de domicilios o alrededor de ellos (Margonari *et al.*, 2004). En un estudio realizado por Ostfeld *et al.* (2004) en EE. UU., tampoco encontraron efecto significativo de la temperatura y la humedad relativa a escala local de hasta varios kilómetros de distancia. Ximenes *et al.* (2006) observaron que los machos de *L. longipalpis* no están correlacionados con la temperatura y la precipitación pero si con la

humedad relativa y velocidad del viento, de igual manera encontraron que las hembras si están asociados con la temperatura, la precipitación, la humedad relativa y velocidad del viento, en el noreste de Brasil. En trabajos realizados en el sureste de Marruecos, encontraron que dependiendo de las temporadas y las especies, existen correlaciones entre los factores ambientales y las abundancias (Guernaoui y Boumezzough, 2006). En el estado de Campeche, Rebollar-Téllez *et al.* (2006), observaron que los picos de abundancia de *L. longipalpis* están asociadas con temperaturas menores a 25 °C y a una humedad relativa mayor al 80%. Por el contrario Gutierrez-Oliveira *et al.* (2008) mencionan que *L. longipalpis* esta negativamente correlacionado con la lluvia y la humedad relativa del aire en bosques remanentes en el sur de Brasil. En el sur de Anatolia en Turquía, Kasap *et al.* (2009) no observaron correlación entre las abundancias de los flebotomíneos con el promedio de la temperatura mensual y el promedio de humedad relativa en las áreas áridas de esa región.

Con los resultados obtenidos en este trabajo y los observados en otros estudios se puede generalizar que los flebotomíneos responden de manera muy variable a las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, dependiendo del lugar donde se encuentren, de las diferentes especies y de las estaciones del año en se realicen las investigaciones.

Tomando en cuenta la duración del trabajo que sólo fue de uno meses por razones logísticas, no se cubrió una temporada de las tres que se presentan en la región. La temporada de nortes se presenta aproximadamente en los meses de noviembre a febrero, la sequía de marzo a junio y las lluvias de julio a octubre. Los datos utilizados comprenden la fase donde convergen dos temporadas, esto podría

explicar porqué los datos ambientales utilizados no muestran correlación con los datos biológicos obtenidos.

## CONCLUSIONES

Se colectaron 14,532 ejemplares de la subfamilia Phlebotominae durante los 108 días de muestreos en las 18 localidades a lo largo de Quintana Roo. Que correspondieron a 18 especies del género *Lutzomyia* y dos especies del género *Brumptomyia*.

Se registran cuatro especies previamente desconocidas para el estado de Quintana Roo. De ellas dos son nuevas especies de la subfamilia Phlebotominae.

A escala espacial de zonas y localidades se encontró diferencia significativa en las abundancias y riqueza de especies de flebotomíneos. Pero entre la vegetación perturbada y la conservada no hubo diferencia estadística significativa.

Concluyendo que entre zonas podemos encontrar un 17.5% de diferencia en la composición y abundancia de los flebotomíneos, entre localidades existe un 34% de variación, entre vegetación conservada y perturbada existe una diferencia de 3% y a escalas menores de un kilómetro esta la mayor variabilidad (45%), que con los alcances de este trabajo no se pueden determinar con exactitud, pero probablemente son efecto de factores ambientales y/o de interacciones bióticas sobre ó entre los flebotómos.

Con la similitud en las abundancias y las especies que existe entre los grados de conservación de la vegetación se concluye que existe la misma probabilidad de infectarse de leishmaniasis independientemente si la vegetación sea perturbada o conservada.

Los factores ambientales de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento no mostraron correlación estadística significativa en las abundancias y composición de especies en las diferentes localidades de Quintana Roo. Una de las hipótesis supone que el gradiente de humedad que propiciánr los factores ambientales son los que afectan la asociación de los flebotomíneos, razón por la cuál se tomaron esos datos ambientales para las correlaciones, resultando en bajas correlaciones, por lo tanto, es necesario determinar otros factores que tengan efectos sobre la composición de los flebotomíneos.

Este es el primer estudio en su tipo que incluyen las escalas espaciales sobre flebotomíneos, razón por la cual fue difícil hacer comparaciones con otros estudios. Se sientan las bases para investigaciones futuras y se recomienda realizar estudios similares en la misma y otras zonas de la Península de Yucatán de al menos un año de duración para obtener resultados comparables entre diferentes épocas y localidades.

## LITERATURA CITADA

- Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance *Austral Ecology* 26: 32–46.
- Anderson, M.J. 2005. PERMANOVA, permutational multivariate analysis of variance, a computer program. Department of Statistics University of Auckland. 24 p.
- Anthony, D. W. 1962 *Tabanidae as disease vectors*. Pp. 93-107. En: Maramoroseh, K. (Ed.). *Biological Transmission of Disease Agents*. Academic Press, Nueva York.
- Azevedo, A.C.R., N.A. Souza, C.R.V. Meneses, W. A. Costa, S.M. Costa, J.B. Lima y E. F. Rangel. 2002. Ecology of sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in the north of the State of Mato Grosso, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97: 459-464.
- Barata R.A., França- Silva JC, Fortes-Dias CL, Costa RT, Silva JC, Vieira EP, Prata A, Michalsky E y Dias ES. 2004. Phlebotomines sand flies in Porteirinha, an endemic área of American visceral leishmaniasis in the state of Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 99: 481-487.
- Barberena-Arias, M.F. y T. M. Aide. 2002. Variation in species and trophic composition of insect communities in Puerto Rico. *Biotropica* 34: 357-367.
- Barton, P.S., A.D. Manning, H. Gibb, D.B. Lindermayer y S.A. Cunningham. 2009. Conserving ground-dwelling beetles in an endangered woodland community: multi-scale habitat on assemblage diversity. *Biological Conservation* 142: 1701-1709.

- Basimike, M. 1997. Oviposition attractant associated with conespecific development stages of *Sergentomyia* and *Phlebotomus* sandflies (Dip., Psychodidae). *Journal of Applied Entomology* 121: 545-548
- Bautista-Zuñiga, F., E. Batllori-Sampedro, M.A. Ortiz-Pérez, G. Palácio-Aponte y M. Castillo-González. 2003. Geformas, agua y suelo en la Península de Yucatán. Pp. 21-35. En: Colunga-García Marín y A. Larqué Saavedra (Eds.). 2003. *Naturaleza y sociedad en el área Maya, Pasado, presente y futuro*. CYCY, AMC. México.
- Biagi F.F., De Biagi A.M. y F Beltrán. 1965. *Phlebotomus flaviscutellatus* transmisor natural de *Leishmania mexicana*. *Prensa Médica Mexicana* 30: 267-272.
- Biagi F.F., De Biagi A.M. y F Beltrán. 1966. Actividad horaria de *Phlebotomus* antropofílicos en la Península de Yucatán. *Revista de investigación en salud pública (México)* 26: 73-77.
- Braverman, Y. 1994. Nematocera (Ceratopogonidae, Psychodidae, Simuliidae and Culicidae) and control methods. *Review Science Technology* 13:1175-1199.
- Cardenas, E., C. Ferro, D. Corredor, O. Martinez, and L.E. Munstermann. 1999. Reproductive biology of *Lutzomyia shannoni* (Dyar) (Diptera: Psychodidae) under experimental conditions. *Journal Vector Ecology* 24: 158-170.
- Carnevali, G., I. M. Ramírez y J. A. Gonzáles-Iturbe. 2003. Flora y vegetación de la Península de Yucatán. Pp. 53-68. En: Colunga-García Marín y A. Larqué Saavedra (Eds.). 2003. *Naturaleza y sociedad en el área Maya, Pasado, presente y futuro*. CYCY, AMC. México.

- Chust, G., J.L.I. Pretus, D. Ducrot y D. Ventura. 2004. Scale dependency of insect assemblages in response to landscape pattern. *Landscape Ecology* 19: 41-57.
- Clarke K.R. y Gorley R.N. 2001 PRIMER v 6.1.6: User manual/ tutorial. PRIMER-E, Plymouth
- Clench, H.K. 1979. How to make regional list of butterflies: some thoughts. *Journal Lepidopterists Society* 33: 215-231.
- Colwell, R.K. 2004. EstimateS (Version 8.00). <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimate>
- Condino M.L.F., S.M.P. Sampaio, L.F. Henriques, E.A.B. Galati, D.M.V. Wanderley y F.M.A. Corrêa. 1998. Leishmaniose tegu-mentar americana: flebotomíneos de área de transmissão no município de Teodoro Sampaio, região sudoeste do estado de São Paulo, Brasil. *Revista Sociedade Brasileira Medicina Tropical* 31: 355-360.
- Cruz-Ruiz, A.L., J.E. García-Rejón, P. Manrique-Saide y J. Pérez-Mutul. 1994. Taxonomical identification of anthropophilic species of *Lutzomyia* in Quintana Roo, Peninsula of Yucatan, México. *Revista Biomédica* 5:127-131.
- Darsie, F. y R.A. Ward. 2005, Identification and geographical distribution of the mosquitoes of North America, North of Mexico. University of Florida Press, Gainesville, FL. Pp. 331.
- De Luca, A.S., H.L. Vasconcelos y T.V. Barrett. 2003. Distribution of sandflies (Diptera: Psychodidae) in forest remnants and adjacent matrix habitats in Brazilian Amazonia. *Brazilian Journal of Biology* 63: 401-410
- Disney, R.H.L. 1966. A trap for phlebotominae sandflies attracted to rats. *Bulletin of Entomological Research* 56: 445-451.



- Duran, R. y I Olmsted. 1999. Vegetación de la Península de Yucatán. Pp.187-194. En: A. García de Fuentes, J. Córdoba y Ordóñez, P. Chico Ponce de León (Eds.) Atlas de procesos territoriales de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida.
- Feliciangeli, M.D. 2004. Natural breeding places of Phlebotominae sandflies. *Medical and Veterinary Entomology* 18: 71–80
- Feliciangeli, M.D. y J. Rabinovich. 1998. Abundance of *Lutzomyia ovallesi* but not *Lu. gomezi* (Diptera: Psychodidae) correlated with cutaneous leishmaniasis incidence in north-central Venezuela. *Medical and Veterinary Entomology* 12: 121-131
- Gibson, G y J. Torr. 1999. Visual and olfactory responses of haematophagous Diptera to host stimuli. *Medical and Veterinary Entomology* 13: 2-23.
- Guernaoui, S. y A. Boumezzough. 2009. Habitat preferences of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in southwestern Morocco. *Journal of Medical Entomology* 46: 1187-1194.
- Gutierrez-Oliveira, A., E.A. Bianchi-Galati, C. Eurico-Fernandes, M.E. Cavalheiros-Dorval y R. Pecanha Brazil. 2008. Seasonal variation of *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in endemic area of visceral leishmaniasis, Campo Grande state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Acta Tropica* 105:55-61.
- Hamilton, J.G.C. 2008. Sandfly pheromones their biology and potential for use in control programs. *Parasite* 15: 252-256.
- Hill, D.S. 1997. The economic importance of insects. Capman & Hall. 395 pp.

- Ibáñez-Bernal, S. 1999. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. I  
*Brumptomyia* Franca y Parrot; *Lutzomyia* Franca, las especies de *L. (Lutzomyia)*  
Franca y del grupo *verrucarum*. Folia Entomológica Mexicana 107: 61-116
- Ibáñez-Bernal, S. 2000. Los Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. Tesis  
Doctoral Universidad Nacional Autónoma de México. 288 pp.
- Ibáñez-Bernal, S. 2001a. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. II.- las  
especies de *Lutzomyia (Coromyia)* Barreto, del grupo del Pozoi y de *Lutzomyia*  
(*Dampfomyia*) Addis. Folia Entomológica Mexicana 40: 17-46.
- Ibáñez-Bernal, S. 2001b. Notes on the Psychodidae (Diptera) of Belize: Subfamilies  
Bruchomyiinae and Phlebotominae. Annals of the Entomological Society of  
America 94: 367-385
- Ibáñez-Bernal, S. 2002. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. III.- Las  
especies de *Lutzomyia (Psathyromyia)* Barreto, del grupo del Aragoi, de *L.*  
(*Trichopygomyia*) Barreto, del grupo Dreisbachi y de *L. (Nyssomyia)* Barreto.  
Folia Entomológica Mexicana 41: 149-183.
- Ibáñez-Bernal, S. 2003. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. IV.- Las  
especies de *Lutzomyia (Psychodopygus)* Mangabeira, *L. (Micropygomyia)*  
Barreto, *Lutzomyia* grupo Oswaldoi, *L. (Helcocyrtomyia)* Barreto y especies del  
género sin agrupar. Folia Entomológica Mexicana 42: 109-152.
- Ibáñez-Bernal, S., G. Rodríguez-Domínguez, C.H. Gómez-Hernández, J.R. Ricardez-  
Esquinca. 2004. First record of *Lutzomyia evansi* (Nuñez-Tovar 1924) in Mexico  
(Diptera: Psychodidae, Phlebotominae). Memorias do Instituto Oswaldo Cruz  
99:127-129.

- Ibáñez-Bernal, S. 2005a. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. V.- Clave ilustrada para la identificación de los machos de *Lutzomyia* Franca. Folia Entomológica Mexicana 44: 49-66.
- Ibáñez-Bernal, S. 2005b. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. VI.- Clave ilustrada para la identificación de las hembras de *Lutzomyia* Franca. Folia Entomológica Mexicana 44: 195-212.
- Ivovic, V., M. Patakakis, Y. Tselentis y B. Chaniotis. 2007. Faunistic study of sandflies in Greece. Medical and Veterinary Entomology 21:121–124.
- Johnson, R.N., P.G. Lawyer. P.M. Ngunbu, Y.B. Mebrahtu, J.P. Mwanyumba, N.C. Mosonik, S.J. Makasa, J.I. Githure y C.R. Roberts. 1999. Phlebotominae sand fly (Diptera: Psychodidae) seasonal distribution and infection rates in a defined focus of *Leishmania tropica*. American Journal of Tropical Medicine Hygiene 60: 854–858.
- Kasap, O.E., A. Belen, S. Kaynas, F.M. Simsek, L. Biler, N. Ata y B. Alten. 2009. Activity patterns of sand fly (Diptera: Psychodidae) species and comparative performance of different traps in an endemic cutaneous leishmaniasis focus in Cukurova Plain, southern Anatolia Turkey. Acta Veterinaria Brno. 78: 327-335.
- Kasap, O.E. y B. Alten. 2006. Comparative demography of the sandfly *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae) at constant temperatures. Journal of Vector Ecology 31: 378-385.
- León, J.L., J. Soberón y J. Llorente. 1998. Assessing completeness of Mexican Sphinx moths inventories through species accumulation on functions (Lepidoptera: Sphingidae). Diversity and Distributions 4:37-44.

- McHugh, C.P., B.F. Ontrander, R.W. Raymond y S.F. Kerr. 2001. Population dynamics of sand flies (Diptera: Psychodidae) at two foci of leishmaniasis in Texas. *Journal of Medical Entomology* 38: 268-277.
- Meneses, C.R.V., A.C. Rodrigues de Azevedo, S. Miranda da Costa, W. A. Costa y E.F. Rangel. 2002. Ecology of American cutaneous leishmaniasis in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Vector Ecology* 207-214.
- Milleron, R.S., C.R. Meneses, D.A. Elnaiem y G.C. Lanzaro. 2008. Effect of varying moisture on egg production and longevity of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae). *Journal of Medical Entomology* 45: 160-165.
- Morrison, A.C., C. Ferro y R.B. Tesh. 1993. Host preferences of the sand fly *Lutzomyia longipalpis* at an endemic focus of american visceral leishmaniasis in Colombia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 49: 68-75.
- Orellana, R., G. A. Islebe y C. Espadas. 2003. Presente, pasado y futuro de los climas de la península de Yucatán. Pp 37-52. En: Colunga-GarcíaMarín y A. Larqué Saavedra (Eds.). 2003. *Naturaleza y sociedad en el área Maya, Pasado, presente y futuro*. CYCY, AMC.
- Organización Mundial de la Salud. 1990. Lucha contra la leishmaniasis. Organización Mundial de la Salud. Serie de informes técnicos 793: 176 pp.
- Ostfeld, R.S., P. Roy, W. Haumaier, L. Canter, F. Keesing y E.D. Rowton. 2004. Sand fly (*Lutzomyia vexator*) (Diptera: Psychodidae) populations in upstate New York: Abundance, microhabitat, and phenology. *Journal of Medical Entomology* 41: 774-778.

- Pavlosky, E.N. 1966. Natural nidity of transmissible diseases with special refence to the lanscape ecology of zooanthroposes. Urbana: Univ. I11. Press.
- Pech-May, A.R. 2007. Detección e identificación de *Leishmania* spp. en *Lutzomyia* spp. en Calakmul, Campeche, México. Tesis de Licenciatura. UADY. Mérida Yucatán. México. 79 p.
- Peraza-Herrera, G.J. 2008. Especies de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) de importancia médica y su importancia como vectores de *Leishmania mexicana* (Kinetoplastida:Trypanosomatidae) en Calakmul, Campeche. Tesis de Licenciatura. UADY. Mérida Yucatán, México. 44p.
- Rebollar-Téllez, E.A., A. Ramírez-Fraire y F.J. Andrade-Narvaéz. 1996a A two years study on vectors of cutaneous leishmaniasis. Evidence for sylvatic transmission cycle in the state of Campeche, Mexico. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 91: 555-560.
- Rebollar-Téllez, E.A., F.J. Andrade-Narváez, I. Fernandez-Salas y F. Reyes-Villanueva. 1996b. Collections of sand flies (Diptera: Psychodidae) from mammal burrows in an area of cutaneous leishmaniasis in Campeche, México. Entomological News 107: 317-3211.
- Rebollar-Téllez, E.A., F. Reyes-Villanueva, I. Fernandez-Salas y F.J. Andrade-Narvaez. 1996c. Abundance and parity rate of *Lutzomyia cruciata* (Diptera: Psychodidae) in an endemic focus of localized cutaneous leishmaniasis in southern Mexico. Journal of Medical Entomology 33: 683-685.

- Rebollar-Téllez E. A., E. Tun-Ku, P. C. Manrique-Saide A. Che-Mendoza, y F.A. Dzul-Manzanilla. 2004. Further records of phlebotomid sandflies (Diptera: Phlebotomidae) from Campeche Mexico. *Entomological News* 115: 283-291.
- Rebollar-Téllez E. A., E. Tun-Ku, P. C. Manrique-Saide y F. J. Andrade-Navarez. 2005. Relative abundances of sandfly species (Diptera: Phlebotominae) in two villages in the same area of Campeche, in southern Mexico. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 99: 193–201.
- Rebollar-Téllez E.A., H. Orilla-Moguel, F.A. Dzul-Manzanilla, A. Che-Mendoza, p. Manrique-Saide y A. Zapata-Peniche. 2006. An update on the phlebotomid sand fly (Diptera: Phlebotomidae) fauna of Yucatan, Mexico. *Entomological News* 117: 21-24
- Rotureau, B., P. Gaborit, J. Issaly, R. Carinci, F. Fouque, y B. Carme. 2006. Diversity and ecology of sandflies (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae) in coastal French Guiana. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 75:62–69.
- Salomón, O.D., G.C. Rossi y G.R. Spinelli. 2002. Ecological aspects of phlebotomine (Diptera: Psychodidae) in an endemic area of tegumentary leishmaniasis in the northeastern Argentina, 1993-1998. *Memorias do Institute Oswaldo Cruz* 97:163-168
- Salomón, O.D., G.C. Rossi, B. Cousiño, G.R. Spinelli, A. Rojas de Arias, D.G. López del Puerto y A.J. Ortiz. 2003. Phlebotominae sand flies in Paraguay. Abundance and distribution in the Southeastern Region. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 98:185-190.

- Salomón, O.D., M.L. Wilson, L.E. Munstermann y B.L. Travi. 2004. Spatial and temporal patterns of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in a cutaneous leishmaniasis focus in Northern Argentina. *Journal of Medical Entomology* 41: 33-39.
- Sánchez, L. y C. Pozo. 2007. Colección de referencia de vectores de *Leishmania* sp. (causantes de LCL) de la Península de Yucatán y un estudio preliminar en un área endémica de Quintana Roo. Reporte final del Proyecto. CONABIO. 55 pp.
- Sánchez-García, L., M. Berzunza-Cruz, I. Becker-Fauser y E. A. Rebollar-Téllez, (2010) Sand flies naturally infected by *Leishmania* (L.) *mexicana* in the peri-urban area of Chetumal city, Quintana Roo, México. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* (aceptado para publicación TRSTMH-D-09-00088 R4)
- Shannon, R.C. 1939. Methods for collecting and feeding mosquitoes in jungle yellow fever studies. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 9: 131-140.
- Soberón, J. y J. Llorente-Bouquets. 1993. The use of species of accumulation function for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7: 480-488.
- Sudia, W.D. y R.W. Chamberlain. 1962. Battery operated light trap, an improved model. *Mosquito News* 22: 126-129.
- Travi, B.L., G.H. Adler, M. Lozano, H. Cadena, y J. Montoya-Lerma. 2002. Impact of habitat degradation on Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) of tropical dry forests in Northern Colombia *Journal of Medical Entomology* 39: 451-456
- Valderrama C. A., M. Herrera y A. Salazar. 2008. Relación entre La composición de especies Del género de *Lutzomyia franca* (Díptera: Psychodidae:

- Phlebotominae) y los diferentes tipos de vegetación en Panamá. Acta Zoológica Mexicana 24: 67-78.
- Vidal-Zepeda R. 2005. Las regiones climáticas de México. Instituto de Geografía, UNAM, México. Colección Temas Selectos de Geografía de México (I.2.2.). Pp213.
- Ximenes, M. F. F.M., E.G. Castello, M. De Fatima de Souza, A. A. Lara Menezes, J. W. Queiroz, V. P. Macedo Silva y S.M. B. Jerônimo. 2006. Effect of abiotic factors on seasonal population dynamics of *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) in Northeastern Brazil. Journal of Medical Entomology 43: 990-995.
- Young, D.G. y M.A. Duncan. 1994. Guide to the Identification and Geographic Distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies, Central y South America (Diptera: Psychodidae). Memories of American Entomology Institute No. 54. 881p.



## APÉNDICE I

Lista de especies registradas en Quintana Roo en este trabajo con sus respectivos autores, y los subgéneros a los que pertenecen siguiendo la nomenclatura de Lewis (1977).

*Brumptomyia hamata* (Fairchild y Hertig)

*Brumptomyia measi* Sherlock *stat. nov.*

*Lutzomyia (Lutzomyia) cruciata* (Coquillett)

*Lutzomyia (Lutzomyia) longipalpis* (Lutz y Neiva)

*Lutzomyia* grupo *verrucarum ovallesi* (Ortíz)

*Lutzomyia* grupo *verrucarum serrana* (Damesceno y Arouck)

*Lutzomyia (Coromyia) beltrani* (Vargas y Díaz-Najera)

*Lutzomyia (Coromyia) deleoni* (Fairchild y Hertig)

*Lutzomyia (Coromyia) steatopyga* (Fairchild y Hertig)

*Lutzomyia (Dampfomyia) permira* (Fairchild y Hertig)

*Lutzomyia (Psathyromyia) shannoni* (Dyiar)

*Lutzomyia (Psathyromyia) cratifer* (Fairchild y Hertig)

*Lutzomyia (Psathyromyia) undulate* (Fairchild y Hertig)

*Lutzomyia* grupo *Aragoi carpenteri* (Fairchild y Hertig)

*Lutzomyia (Nyssomyia) olmeca olmeca* (Vargas y Díaz-Najera)

*Lutzomyia (Psychodopygus) panamensis* (Shannon)

*Lutzomyia (Mycropygomyia) cayennensis maciasi* (Fairchild y Hertig)

*Lutzomyia* grupo *Oswaldoi trinidadensis* (Newstead)

Apéndice 1. Continuación

Lutzomyia sp. 1

Lutzomyia sp. 2

## APÉNDICE II

### Distribución de isotermas en el estado de Quintana Roo

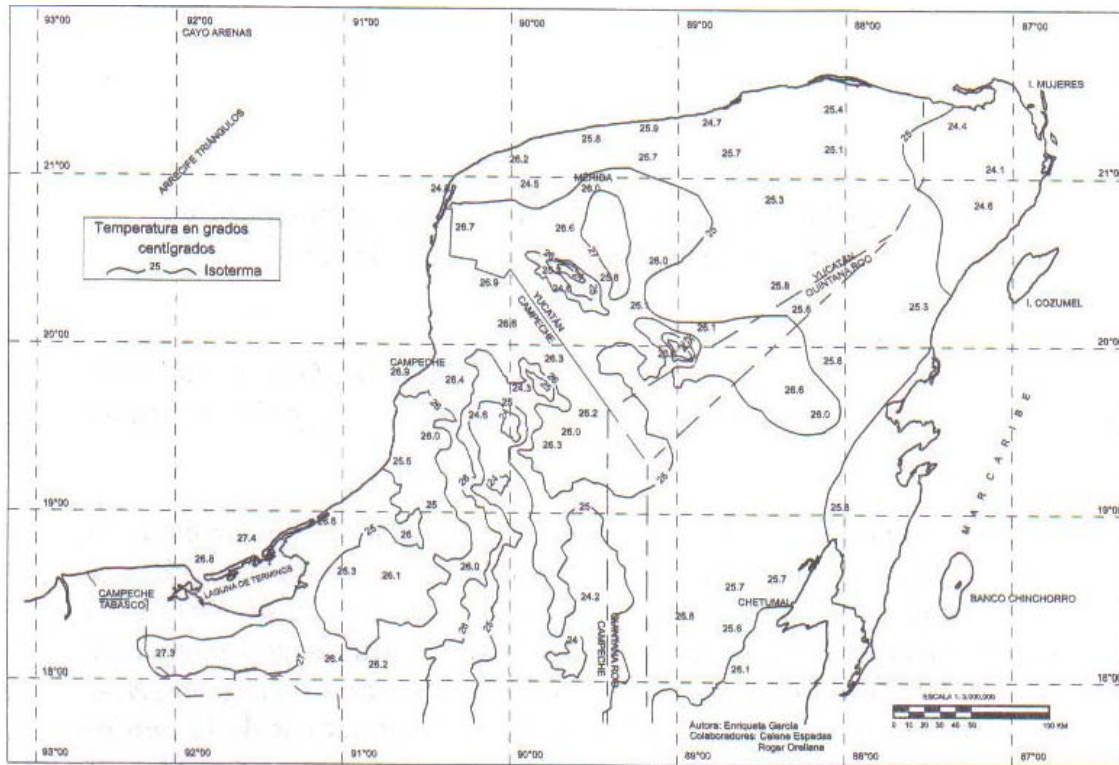


Figura 13. Distribución de isotermas en el estado de Quintana Roo, con temperatura promedio anual de 1961 a1999. Tomado de Orellana *et al.*, 2003

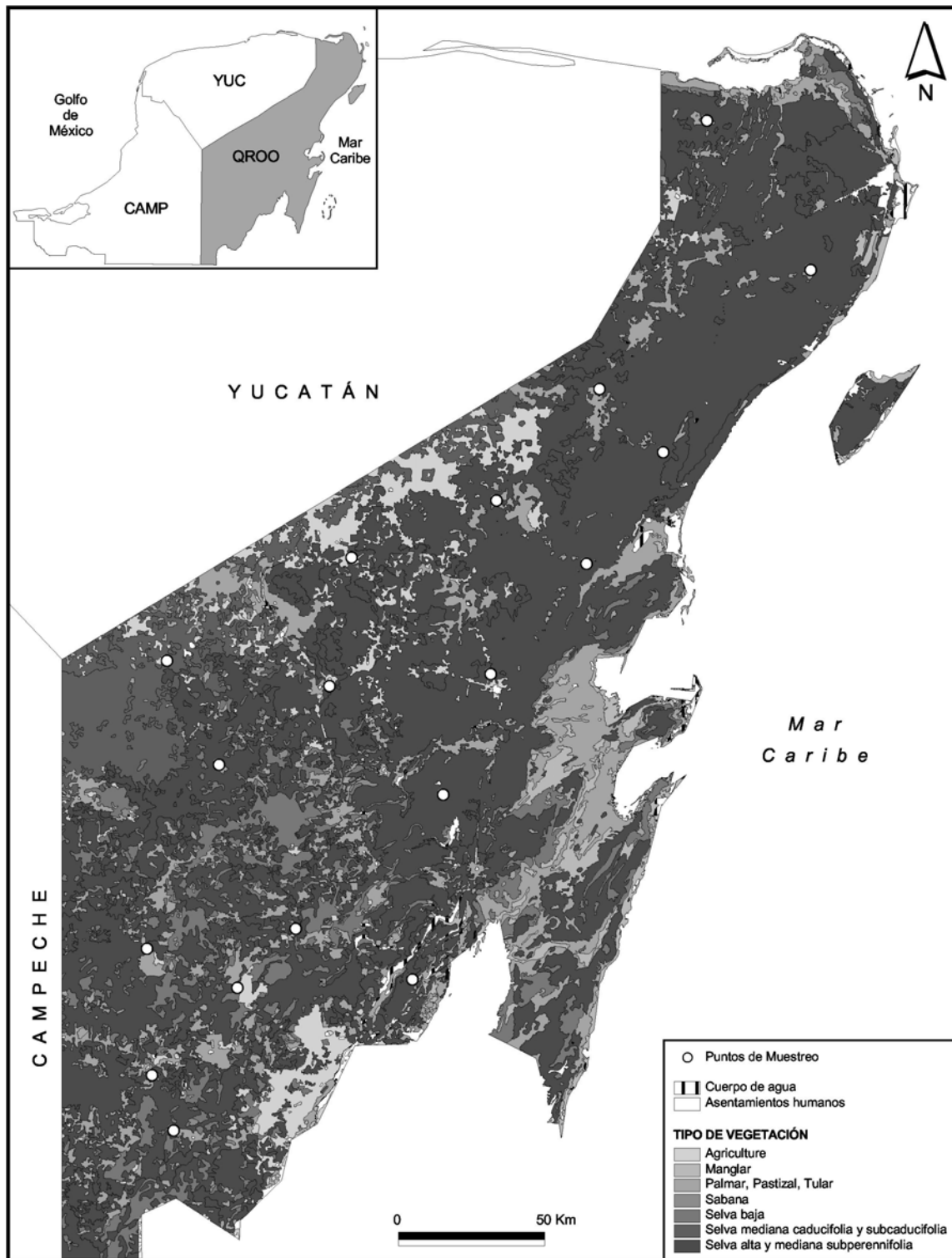


Figura 14. Tipos de vegetación que se presentan en las localidades de muestreo, a lo largo del estado de Quintana Roo

## APÉNDICE III

Artículo enviado a Acta Zoológica Mexicana nueva serie.

### NORMAS EDITORIALES E INSTRUCCIONES PARA AUTORES

ACTA ZOOLOGICA MEXICANA (nueva serie) es una revista científica cuatrimestral publicada por el Instituto de Ecología A. C. Acepta trabajos científicos originales sobre la fauna terrestre mundial en las áreas de Comportamiento, Ecología, Fisiología, Genética, Morfología, Sistemática y Zoogeografía. Los idiomas empleados pueden ser el español, inglés, francés o portugués. Cada manuscrito presentado a esta revista, es sometido a la evaluación de dos científicos especialistas en el tema y la decisión final de aceptación es responsabilidad del Comité Editorial. El orden de publicación atenderá a las fechas de recepción y aceptación de cada trabajo.

No se aceptarán trabajos presentados por separado como pequeñas contribuciones o notas numeradas, que puedan integrarse como unidad. A criterio del Comité Editorial y basados en las opiniones de los revisores, un artículo puede ser modificado a nota científica para su publicación. Los trabajos taxonómicos se presentarán de acuerdo a la última edición del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica. Todo manuscrito rechazado para su publicación no será aceptado posteriormente.

El texto, pies de figura y cuadros deberán estar escritos en papel tamaño carta, interlineado a doble espacio, con márgenes de 3 cm y justificación completa. Usar

WORD, letra Times New Roman 11 pts. En los cuadros ajustar a un tamaño menor, si es necesario. Sólo el título y los subtítulos de capítulos irán en mayúsculas. No usar negritas. Las letras cursivas usarlas sólo en los nombres científicos, los nombres de las revistas y los nombres de libros de la literatura citada.

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS. El texto deberá contener el TÍTULO en el idioma original y en inglés, un título abreviado del trabajo en el idioma original, el nombre del(los) autor(es), institución(es), dirección postal y correo electrónico, un RESUMEN con palabras clave y ABSTRACT con key words, INTRODUCCIÓN, MATERIAL y MÉTODOS, RESULTADOS, DISCUSIÓN, AGRADECIMIENTOS y LITERATURA CITADA. El resumen tendrá una extensión proporcional a la del trabajo. Los manuscritos redactados en inglés, francés, o portugués deberán incluir un amplio resumen en español. Las referencias bibliográficas en el texto se citarán como Reyes (1977) o (Reyes 1977), (Hernández & Lara 1999), (Ayala et al. 1987). En el texto y la literatura citada se presentarán sólo las referencias bibliográficas publicadas o en prensa, en orden alfabético y cronológico de la siguiente manera: Artículo: O'Farrel, M.J. & N.A. Clark. 1986. Small mammal community structure in Northeastern Nevada. *Southwestern Naturalist*, 31:23-32. Libro: Charlesworth, B. 1980. *Evolution in age-structured populations*. Cambridge University Press, Cambridge. Capítulo de libro: Michevich, M.L. & C. Mitter. 1981. Treating polymorphic characters in systematics: A phylogenetic treatment of electrophoretic data. Pp. 45-48. In: V.A. Funk and D.R. Brooks (eds). *Advances in cladistics, Proceedings of the First Meeting of the Willi Hennig Society*. Botanical Garden, Bronx, N.Y.

En caso de exceder 30 cuartillas de texto, se evaluará su pertinencia previo acuerdo del Comité Editorial.

Las figuras (mapas, gráficas, esquemas y fotografías) deberán presentarse cada una en archivo por separado, indicando su número consecutivo y las escalas correspondientes. Los pies de figura se enlistarán en hoja separada, al final del texto, indicando el significado de claves y/o abreviaciones usadas. Los cuadros tendrán un encabezado explicativo, claro y conciso. Cada cuadro será numerado en forma consecutiva según aparezcan citados y se presentará en un archivo independiente. No usar marcos ni líneas dentro del cuadro. Figuras y cuadros deberán estar en formato de proporción 2 x 3, no apaisados.

**NOTAS CIENTÍFICAS.** Se aceptarán con extensión máxima de 4 cuartillas, incluyendo figuras y cuadros (siguiendo las mismas indicaciones que para un artículo). Deberán contener el TITULO en el idioma original y ABSTRACT en inglés de no más de cinco líneas si está redactada en español. El texto incluirá material y métodos, resultados y discusión sin subtítulos. La literatura citada se presentará como en los artículos. Al final se indicarán los Agradecimientos y el nombre del (los) autor(es), Institución, dirección postal del autor y correo electrónico.

**ENVIOS.** El texto y cuadros del artículo o nota deberán enviarse en archivos por separado, en formato WORD y PDF, SIN VIRUS. Las fotos, mapas, gráficas o esquemas de las figuras deberán estar en formato de imagen JPG o TIFF de alta resolución (mínimo 300 dpi). NO enviar cuadros en JPG o TIFF. Los archivos que no cumplan con estas normas serán devueltos.



**ACTA ZOOLOGICA MEXICANA**  
*nueva serie*

**MANUSCRITO No. AZM09-87**

Xalapa de Enríquez, Veracruz, a 11 de Diciembre de 2009

**Biol. Emigdio May-Uc**

El Colegio de la Frontera Sur  
Unidad Chetumal  
Chetumal, Quintana Roo, México

Por este conducto me es grato comunicarle que su trabajo científico titulado: **“Distribución de flebotomíneos (Díptera: Psychodidae) en Quintana Roo, México”**, elaborado por usted como autor de correspondencia junto con Hector A. Hernandez-Arana y Eduardo A. Rebollar-Téllez y enviado a nuestra revista *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* ha sido registrado el día de hoy con el número **AZM09-87**.

Su manuscrito será revisado al menos por dos árbitros y un editor asociado del Comité Editorial quienes determinarán lo más pronto posible las recomendaciones pertinentes. Para toda correspondencia futura relacionada con su manuscrito, le rogamos siempre citar el número de registro.

Agradecemos el interés y la distinción de tomar en cuenta nuestra revista para difundir los resultados de su investigación.

Atentamente,

Dr. Pedro Reyes Castillo  
Editor

**INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C.**

**Km 2.5 Antigua Carretera a Coatepec No. 351. Congregación El Haya. 91070 Xalapa, Veracruz. México**  
Tel. (228) 842-18-00 Fax. (228) 818-78-09 e-mail: [azm@ecologia.edu.mx](mailto:azm@ecologia.edu.mx)



DISTRIBUCIÓN DE FLEBOTOMINEOS (DIPTERA: PSYCHODIDAE) EN QUINTANA ROO,  
MÉXICO

DISTRIBUTION OF PHLEBOTOMINE SANDFLIES (DIPTERA: PSYCHODIDAE) IN QUINTANA  
ROO, MEXICO

Distribución de flebotomineos en Quintana Roo, México

Emigdio May-Uc<sup>1</sup>, Hector A. Hernandez-Arana<sup>2</sup>, Eduardo A. Rebollar-Téllez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> El Colegio de la Frontera Sur unidad Chetumal, Av. Centenario km 5.5, C.P. 77014, Chetumal, Quintana Roo, México, E-mail: emayu@ecosur.mx

<sup>2</sup> El Colegio de la Frontera Sur unidad Chetumal, Av. Centenario km 5.5, C.P. 77014, Chetumal, Quintana Roo, México, E-mail: hhernand@ecosur.mx

<sup>3</sup> Laboratorio de Entomología Médica, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México, E-mail: eddiethelittle@gmail.com

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio faunístico en el estado de Quintana Roo para conocer la distribución, riqueza y abundancia de los flebotomineos. Se observó una gran variabilidad del promedio de especies y abundancia dentro y entre tres diferentes zonas (sur, centro y norte) en el estado. La mayor abundancia y riqueza se registró en la zona norte, en la zona centro y sur se capturaron igual número de especies, y la zona centro tuvo la menor abundancia. En cada zona fueron diferentes las especies dominantes, aunque, *Lutzomyia shannoni* y *Lutzomyia cruciata* se registraron dentro de las más dominantes distribuidas en las tres zonas. Entre las especies dominantes que se presentan en el estado se encuentran aquellas que son

incriminadas como vectores de leishmaniasis en la Península de Yucatán. Los factores ambientales, propiciados por las temporadas, que se presentan en el estado son reflejados en las abundancias encontradas en las diferentes zonas de Quintana Roo.

Palabras clave: Phlebotominae, *Lutzomyia*, *Brumptomyia*, distribución, Quintana Roo

#### ABSTRACT

A faunistic study was carried out to gain insight into the distribution, species richness and abundance of sandflies in Quintana Roo, Mexico. There is a great intra- and interregional variability in mean species richness and abundance in Quintana Roo. The Northern region appeared to have the highest species richness and abundance, than the central and southern regions. Even though an equal richness was found between the central and southern regions, the central region showed the lowest sandfly abundance. Each region showed a rather distinctive dominant species composition, although two species, *Lutzomyia shannoni* and *Lutzomyia cruciata*, were highly abundant in all three regions. Some of the most abundant species, including the previously mentioned, are suspected vectors of leishmaniasis at the Yucatan Peninsula. Results indicated that environmental factors of each season are the main factors mediating the differences in sandfly richness and abundances in the various regions of Quintana Roo.

Key words: Phlebotominae, *Lutzomyia*, *Brumptomyia*, distribution, Quintana Roo

## INTRODUCCIÓN

Los flebotomíneos (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) son dípteros dentro de los cuales existen especies capaces de transmitir patógenos cuando se alimentan de sus hospederos. En el mundo se conoce poco más de 700 especies y en México, aproximadamente, 40 especies de flebotomíneos (Young & Duncan 1994; Ibáñez-Bernal 2000). Los estados inmaduros se desarrollan en los suelos ricos en materia orgánica (Felicangeli 2004). Los adultos son nocturnos y crepusculares, durante el día se encuentran en ambientes húmedos y oscuros, en cavidades de árboles, rocas o cuevas. Su alimentación es diferente, ambos sexos se alimentan de azúcares de plantas, las hembras por ser anatógenas, necesitan alimentarse de la sangre de vertebrados principalmente mamíferos (Gibson & Torr 1999).

Se ha detectado que son vectores de diversos virus, rickettsias y protozoarios causantes de enfermedades. La leishmaniasis son un grupo de enfermedades causadas por un grupo de protozoarios del género *Leishmania* Ross, que afectan a las personas en varios países del mundo. El principal vector de la leishmaniasis en América son los flebotomíneos del género *Lutzomia* spp. (Organización Mundial de la Salud [OMS] 1990).

La Península de Yucatán (PY) es un área endémica de leishmaniasis cutánea localizada, conocida localmente como “úlceras de los chicleros” (Biagi et al. 1965), en Quintana Roo la Secretaría de Salud Estatal cada año reporta un gran número de casos en sus diferentes localidades. Las personas infectadas son principalmente campesinos que realizan sus actividades en la selva. A pesar de lo mencionado anteriormente en Quintana Roo solo se tiene información de la presencia de los flebotomíneos en algunas localidades (Biagi et al. 1965; Cruz et al. 1994; Ibáñez-Bernal 2000; Sánchez & Pozo 2007). Razón por la cual se plantearon los objetivos de conocer la fauna de flebotomíneos de Quintana Roo, determinando la riqueza y la abundancia en las tres zonas en que se dividió el estado. Con los resultados obtenidos se podría contribuir a la planificación de medidas de control en contra de la transmisión de la leishmaniasis en Quintana Roo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estado de Quintana Roo cubre la parte oriental de la PY, se ubica entre 18° y 22° latitud norte y 87° y 89° longitud oeste. Tiene un clima cálido subhúmedo con un promedio anual de temperatura de 22 °C, y una precipitación de 450 mm a 1500 mm al año. La vegetación de la región sur de Quintana Roo es principalmente selva alta subperennifolia, en el resto del estado la selva mediana subperennifolia abarca la mayor parte, aunque también se presentan parches de selvas medianas subcaducifolias. Cada uno de estos tipos de vegetación se distribuye a lo largo del gradiente de precipitación en el estado (Carnevali et al. 2003).

Los muestreos en campo se realizaron en los meses de enero a abril del 2008, se visitaron 18 localidades del estado de Quintana Roo, para los análisis se dividió en tres zonas con seis localidades cada una; zona norte: 1 Solferino, 2 Central Vallarta, 3 Cobá, 4 Macario Gómez, 5 Francisco I. Madero, 6 Sabán; zona centro: 7 Chumpom, 8 Puerto Arturo, 9 Chumhub, 10 San Antonio Nuevo, 11 San Isidro Poniene, 12 Petcacab; zona sur: 13 Cinco de Mayo, 14 Altos de Sevilla, 15 San Pedro Peralta, 16 Laguna Guerrero, 17 Caobas, 18 Tres Garantías.

En cada localidad se recolectó en dos sitios durante tres noches continuas utilizando cuatro trampas Disney (Disney 1966), una Shannon (Shannon 1939) y cuatro trampas de luz CDC (Sudia & Chamberlain 1962) en cada sitio respectivamente. Las trampas CDC y Disney, estuvieron acomodadas en un transecto a cada 20 m intercalando una trampa con otra. Todo el material que se recolectó se sacrificó con éter y se conservó en alcohol etílico al 70%. Una vez en el laboratorio el material se montó para su identificación usando las técnicas curatoriales convencionales (Ibáñez-Bernal 1999), y se identificaron utilizando claves taxonómicas especializadas (Young & Duncan 1994; Ibáñez-Bernal 2000, 2005a y b).

Para la estimación de la riqueza de especies se utilizó una curva de acumulación de especies (Colwell 2004). La acumulación de especies es una herramienta utilizada para describir el comportamiento asintótico de los valores de la riqueza de especies en una localidad, de acuerdo con la medida en que el esfuerzo de muestreo se acumula. Las especies esperadas se calcularon con la fórmula de Clench (1979).

Las curvas de dominancia K se usó para observar las dominancia de especies entre las localidades, y por medio de la forma que tenga la curva podemos distinguir la diversidad de las localidades. Los análisis se realizaron con el programa PRIMER versión 6.1.6 (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research, Clarke & Gorley 2001).

## RESULTADOS

Los muestreos se realizaron durante 54 noches, en los cuales se colectaron 14, 532 individuos pertenecientes a 20 especies y dos géneros, *Brumptomyia* y *Lutzomyia*, de la subfamilia Phlebotominae. Cuatro especies son registradas por primera vez para Quintana Roo: *Lutzomyia beltrani*, *Lutzomyia serrana*, *Lutzomyia* sp.1 y *Lutzomyia* sp. 2, siendo las dos últimas especies nuevas (Ibáñez-Bernal et al. en prensa). En la trampa Shannon se capturó el 87% de los ejemplares, en la trampa de luz CDC 12% y en la trampa Disney 1%. El total de hembras capturadas suman el 68%, dependiendo del tipo de trampa las proporciones cambian, pero las hembras mantuvieron la mayor abundancia, Shannon 68.5%, CDC 63% y Disney 92% respectivamente.

Tres especies contribuyeron con más del 81% a la abundancia total; *Lutzomyia shannoni*, *Lutzomyia ovallesi* y *Lutzomyia cruciata*. Las especies más comunes presentes en todas las localidades muestreadas fueron *L. shannoni*, *L. cruciata* y *L. deleoni*. Otras especies como *Lutzomyia steatopyga* y *Brumptomyia mesai* se registraron en 17 y 15 localidades, respectivamente.

La zona norte presentó diecinueve de las veinte especies registradas, y dos de estas especies son exclusivas (*Lutzomyia beltrani* y *Lutzomyia* sp. 1); comparte dos especies con la zona centro (*L. serrana* y *Lutzomyia trinidadensis*) y una especie con la zona sur (*Lutzomyia panamensis*). Las zonas centro y sur presentan dieciséis especies cada una. La zona centro no tiene especies exclusivas. La zona sur presenta a *Lutzomyia permira* cómo especie exclusiva (Figura 1).

Las localidades con mayor número de especies fueron: Cobá en la zona norte, Chumpom en la zona centro y San Pedro Peralta en la zona sur. Las localidades que presentan menor número de especies son: en la zona norte Sabán, Puerto Arturo en la zona centro y en la zona sur Caobas. En la zona norte dos

localidades presentan especies que no están en otras localidades de la misma zona (Solferino, *L. panamensis* y Cobá, *Lutzomyia serrana*). Chumpom tiene dos especies que no comparte con las localidades del centro (*L. ovallesi* y *L. serrana*) y Chumhuhub tiene una especie que no esta presente en las otras cinco localidades del centro del estado (*Brumptomyia hamata*). San Pedro Peralta presenta a *Lutzomyia cratifer* y *B. hamata* como exclusivas en las localidades de la zona sur (Cuadro 1).

Las especies más abundantes por zona, en orden descendente, fueron: Zona sur *L. ovallesi*, *L. shannoni*, *L. cruciata* y *Lutzomyia olmeca olmeca*. Zona centro *L. shannoni*, *B. mesai* y *L. cratifer* fueron las más abundantes. Zona norte *L. shannoni*, *L. cruciata* y *B. mesai*. Se observó que *Lutzomyia longipalpis* se colectó en la mayoría de las localidades, esta tiene un gran número de individuos en Cobá en la zona norte. *L. deleoni* se presentó en todas las localidades en promedios bajos y constantes. *L. steatopyga* se distribuyó por todo el estado y sus promedios altos se encontraron en el norte y centro (Cuadro 1).

Las mayores abundancias promedio se registraron en Macario Gómez (zona norte), y San Pedro Peralta (zona sur), la localidad de Sabán fue la que registro menor promedio de abundancia. Las localidades de la zona sur presentaron mayor variabilidad en las abundancias por encima del centro y el norte. Las zonas no manifiestan ninguna tendencia clara que muestre un patrón por abundancia. Sin embargo, la zona norte presentó la mayor abundancia total y la zona centro con la abundancia más baja (Figura 2).

El mayor promedio de especies se observó en San Pedro Peralta de la zona sur y Macario Gómez en la zona norte. El menor promedio de la zona sur se obtuvo en Laguna Guerrero, en la zona centro Puerto Arturo y San Isidro Poniente y en la zona norte Sabán. En general existe mucha variabilidad entre localidades dentro de las zonas y entre zonas a lo largo del estado (Figura 3).

El patrón de dominancia por zona no esta definido. En la zona centro en seis localidades, una sola especie dominó la abundancia con más del 50% (*L. shannoni*) y en Chumhuhub dominó *B. mesai* (Figura 4), en siete localidades *L. shannoni* tiene más del 70% de la abundancia y en una localidad *L. ovallesi* alcanza más del 70% de abundancia. En cinco localidades entre el 60% y 70% de la abundancia pertenece a una especie, cuatro localidades dominada por *L. shannoni* y una por *L. ovallesi*. Cuatro localidades entre el

30% y 40% de la abundancia lo presenta una especie, en tres localidades de la zona norte fue *L. shannoni* y en la sur *L. cruciata*.

En la curva de acumulación de especies se observa que la asíntota se ha alcanzado después de 108 muestras y veinte especies encontradas en los diferentes sitios de colecta, comparando el número de especies capturadas con el número de especies esperadas (20.7 especies) calculado con la fórmula de Clench (1979), se ha obtenido más del 96.6% de las especies. Por lo tanto, el número de especies y el número de muestras tomadas da soporte de la confiabilidad del estudio que se realizó y es un porcentaje excelente para el área (Figura 5).

## DISCUSIONES

En trabajos previos se habían registrado 19 especies de flebotomíneos pertenecientes a los géneros *Brumptomyia* y *Lutzomyia* (Cruz-Ruiz et al. 1994; Ibáñez-Bernal 1999, 2000, 2002, 2003; Sánchez & Pozo 2007). Los resultados de este estudio permitieron incrementar a 23 el número de especies registradas para Quintana Roo con cuatro nuevos. Para la PY *L. beltrani* es nuevo registro. Actualmente las especies de flebotomíneos para la PY son 32, de éstos, suman 23 especies las informadas para Quintana Roo con los nuevos registros aportados en este estudio, 16 para Campeche y 11 para Yucatán. En Belice se han registrado 25 especies y ocho de ellas diferentes a las presentes en Quintana Roo (Ibáñez-Bernal 2001b). Del total de las especies en la Península de Yucatán, Quintana Roo tiene el 72% y en relación con todo México, Quintana Roo tiene un 55% de las especies (Cruz-Ruiz et al. 1994; Ibáñez-Bernal 1999, 2000, 2001a, 2001b, 2002, 2003; Ibáñez-Bernal et al. 2004; Sánchez & Pozo, 2007; Rebollar-Téllez et al. 1996, 2004, 2005, 2006; Pech 2007; Peraza 2008).

El número de especies capturadas fue muy similar entre las trampas Shannon y CDC, la Shannon no capturo dos especies encontradas en la trampa de luz, mientras que en la CDC no capturo una especie. La proporción de sexos fue similar también. En la trampa Disney se capturó ocho especies, pero fue diferente entre las zonas, siendo *L. olmeca olmeca* la más abundante, en otras partes de la PY en la trampa Disney solo se ha capturado esta especie (Rebollar-Téllez et al. 2005; Sánchez & Pozo 2007).

Las especies más abundantes para Quintana Roo en este estudio fueron *L. shannoni* 53%, *L. ovallesi* 19% y *L. cruciata* con el 8.7 %. Dentro de cada zona las proporciones y las especies variaron, en la zonas norte y centro *L. shannoni* fue la más abundante. En la zona sur *L. ovallesi* concentrado en una localidad (San Pedro Peralta) que contribuyó con 85% de la abundancia. Esta proporción en esta localidad probablemente se deba a factores como la anidación (Pavlosky 1959), esta hipótesis explica que donde los factores bióticos y abióticos se conjugan en un área favorece altas densidades de una especie. Otras especies abundantes fueron *B. mesai*, que en la zona centro y norte ocuparon el segundo y tercer lugar respectivamente y *L. cratifer* tercer y cuarto mas abundante en las zonas centro y norte respectivamente. Comparando este trabajo con otros que se realizados en la PY se observan marcadas diferencias en área estudiada, diseño de muestreo y tamaño de muestra, por lo que no sería válido hacer comparaciones directas ya que el patrón de dominancia es fuertemente influenciado por estos tres aspectos metodológicos. No obstante, es importante hacer notar algunas consideraciones, todos estos estudios presentan al mismo grupo de especies con diferentes proporciones de abundancias y la mayoría son incriminados ó sospechosos de ser vectores potenciales de leishmaniasis en México y Centro América. Estos trabajos son los de Cruz-Ruiz et al. (1994), observando a *L. cruciata* con 47% y *L. shannoni* 44%; Rebollar-Téllez et al. (2005) obtuvieron a *L. panamensis* 30%, *L. cruciata* 18%, *L. olmeca olmeca* 11% y *L. ovallesi* 9%; Sánchez & Pozo (2007) colectaron a *L. olmeca olmeca*, 57%, *L. shannoni* 15% y *L. cruciata* 14%; Pech (2007) capturó a *L. panamensis* 30%, *L. olmeca olmeca* 28%, *L. shannoni* y *L. cruciata* 15% cada uno; Peraza (2008) registró a *L. shannoni* 48%, *L. cruciata* 29 %, *L. olemca olmeca* 16% y *L. Panamensis* 7.5%. También resalta que estas especies numéricamente dominantes tienen una amplia distribución en la PY y que el efecto temporal, *i. e.* de una época a otra no afecta la composición del grupo dominante sino únicamente su abundancia (Sánchez & Pozo 2007). *B. mesai* y *L. cratifer* solo aparecen como numéricamente importantes en la zona centro y norte de Quintana.Roo, *B. mesai* se desarrollan en madrigueras de armadillos y son atraídos por trampas luminosas (Young & Duncan 1994), por lo que probablemente las trampas CDC fueron colgadas cerca de madrigueras de estos animales en las localidades donde se obtuvieron mayor abundancia. *L. cratifer* se conoce poco sobre su biología y



ecología, en este estudio se capturó la mayor cantidad en la trampa Shannon. En la zona sur de Quintana Roo *L. ovallesi* es numéricamente dominante, aunque esto se deba a que en una localidad se capturó más del 80 %, la mayor cantidad se capturo en Shannon pero también en CDC. En otros estudios en la PY se conoce por ser una especie antropófila y sospechosas de ser vector de leishmaniasis (Rebollar-Téllez et al. 2005, Pech 2007), a diferencia Sánchez & Pozo (2007), encontraron mayor número de *L. ovallesi* atraída por la luz.

La presencia de especies de flebotomíneos a lo largo de un área se debe a varios factores; como la vegetación, la presencia de mamíferos de los que se alimentan, a las variaciones del clima, la cantidad de materia orgánica en el suelo y la topografía (Azevedo et al. 2002; De Luca et al. 2003; Feliciangeli 2004; Iovic et al. 2007; Valderrama et al. 2008; Travi et al. 2002).

Los nuevos registros para el estado, como *L. beltrani*, *Lutzomyia* sp. 1 y *L. serrana* en la zona norte, podrían explicarse por sus requerimientos específicos del hábitat. Por ejemplo, *L. beltrani* solo se colectó en dos localidades donde existen gran cantidad de oquedades en el suelo (observación personal), esta especie se ha colectado en cuevas en otras regiones del país (Ibáñez-Bernal 2000). *Lutzomyia* sp. 1 es una nueva especie colectada en bajos números únicamente en dos localidades (solferino y Central Vallarta) y se desconoce su biología y ecología.

Otras especies también se observaron con distribuciones restringidas y números reducidos, aunque se han registrado en trabajos previos. Como es el caso de *L. serrana*, *L. trinidadensis* presentes en las zonas norte y centro, aunque la segunda ha sido anteriormente registrada en áreas periurbanas de la zona sur (Sánchez & Pozo 2007). *L. panamensis* se presenta en una localidad de la zona norte y en la mayoría de las del sur. Sin embargo, en otros trabajos ha sido registrada en el centro de Quintana Roo (Cruz-Ruiz et al. 1994; Ibáñez-Bernal 2000). La zona sur presenta a *L. permira* como exclusiva, recolectada en tres localidades y registrada anteriormente para Chetumal, siendo una de las especies menos abundantes en varios estudios en la PY (Rebollar-Téllez et al. 2004; Rebollar-Téllez et al. 2005; Pech 2007; Sánchez & Pozo 2007). Estas especies son raras, con distribución restringida y numéricamente contribuyen poco a los patrones de dominancia. Los factores que controlan su distribución pueden ser desde ambientales

hasta interacciones biológicas, o tal vez no se recolectaron por que las metodologías utilizadas no fueron las apropiadas para su captura, pero no hay elementos que nos permitan establecerlos.

Antes de realizarse este trabajo se tenía la idea de que la mayor abundancia y riqueza se encontraría en la zona sur del estado debido a las condiciones que prevalecen en la zona (vegetación de selva alta y mayor porcentaje de precipitación), sin embargo la mayor abundancia y riqueza fue registrada en la zona norte del estado, la zona centro y sur registraron igual número de especies y la zona centro la menor abundancia. Estas diferencias con lo esperado probablemente se deben a dos causas: 1) La disminución de la riqueza y abundancia esperada en el sur podría deberse a la perturbación provocada por el huracán Dean en agosto de 2007, ya que nuestras colectas se hicieron cinco meses después y cuando aun era observable el impacto del disturbio sobre la vegetación. En estudios realizados por Barberena-Arias & Aide (2002) observaron que la riqueza y la abundancia de insectos después de un huracán disminuyen y vuelve a las proporciones anteriores hasta después de un año del disturbio. 2) Los muestreos se extendieron hasta mediados de abril, por lo cual varias localidades del centro fueron muestreados al comienzo de la temporada de secas, dónde se obtuvieron menor número de ejemplares, propiciando la menor abundancia en la zona centro. En diversos estudios se ha observado una estacionalidad en las abundancias de los flebotomíneos (McHugh et al. 2001; Salomón et al. 2004; Sánchez & Pozo 2007).

El número de especies que se obtuvo en este estudio fue representativo para el estado, observando la curva de acumulación de especies se distingue que la línea ha alcanzado la asíntota por lo que la aparición de nuevas especies puede ser mínima aun si se hubiese aumentado el número de muestreos. Pero, debido a que se realizaron los muestreos finalizando la temporada de mayor abundancia de flebotomíneos probablemente se hubiese encontrado otras especies que no fueron capturados realizando muestreos en otras épocas del año. En trabajos previos realizados en la PY indican que las mayores abundancias se presentan durante los meses de noviembre a febrero (Rebollar-Téllez et al. 1996; 2005; Sánchez & Pozo 2007).

Al menos siete especies de flebotomíneos se distribuyen a lo largo del estado, dentro de ellas están las especies más abundantes, que en algunos casos fueron dominantes en una sola zona. Otras tuvieron pocos

ejemplares pero se distribuyeron en todas las zonas del estado. Algunas especies se consideran raras por su poca abundancia y distribución restringida a unas localidades dentro de una zona. Dentro de las especies de amplia distribución y gran abundancia están las especies que son incriminadas ó sospechosas como vectores de leishmaniasis tanto en la PY como en otras regiones de América. La abundancia y número de especies que se encontraron en la zona sur probablemente se debió al paso de huracán Dean meses atrás. Lo que propició la disminución de abundancias y número de especies en esta zona.

#### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación recibió apoyo financiero del proyecto: "Determinación de Zonas de Riesgo de Transmisión de Leishmaniasis Mediante el Análisis de la Distribución Geográfica de los Insectos Vectores y su Capacidad Vectorial. Fondo Mixto Gobierno del Estado de Quintana Roo y Conacyt (QROO-2005-C01-19166). Responsable Dr. Eduardo A. Rebollar-Téllez. Al Fomix CONACYT Quintana Roo por la beca nivel II otorgada. A los Drs. Sergio Ibáñez-Bernal y Julio Rojas por sus valiosos comentarios. A los ejidatarios y comisarios de las localidades por su hospitalidad durante las salidas de campo. A David Moo Llanes, Ana Montes de Oca, René Cortéz León y a Irving May Concha, por su ayuda en las colectas de campo. Al Posgrado de ECOSUR. Al CONACYT por la beca otorgada durante los estudios de maestría.

#### LITERATURA CITADA

- Azevedo, A. C. R., N. A. Souza, C. R. V. Meneses, W. A. Costa, S.M. Costa, J. B. Lima & E. F. Rangel. 2002. Ecology of sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in the north of the State of Mato Grosso, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97:459-464.
- Barberena-Arias, M. F. & T. M. Aide. 2002. Variation in species and trophic composition of insect communities in Puerto Rico. *Biotropica*, 34:357-367.

- Biagi F. F., A. M. De Biagi & F. Beltrán. 1965. *Phlebotomus flaviscutellatus* transmisor natural de *Leishmania mexicana*. *Prensa Médica Mexicana*, 30:267-272.
- Carnevali, G., I. M. Ramírez & J. A. Gonzáles-Iturbe. 2003. Flora y vegetación de la Península de Yucatán. Pp. 53-68. In: M. Colunga-García & A. Larqué Saavedra (Eds.). *Naturaleza y sociedad en el área Maya, Pasado, presente y futuro*. CYCY, AMC. México.
- Clarke K. R. & R. N. Gorley. 2001 PRIMER v 6.1.6: User manual/ tutorial. PRIMER-E, Plymouth
- Clench, H. K. 1979. How to make regional list of butterflies: some thoughts. *Journal of Lepidoptera Society*, 33:215-231.
- Colwell, R. K. 2004. EstimateS (Version 8.00). <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimate>
- Cruz-Ruiz, A. L., J. E. García-Rejón, P. Manrique-Saide & J. Pérez-Mutul, 1994. Taxonomical identification of anthrophilic species of *Lutzomyia* in Quintana Roo, Peninsula of Yucatán, México. *Revista Biomédica*, 5:127-131.
- De Luca, A. S., H. L. Vasconcelos & T. V. Barrett. 2003. Distribution of sandflies (Diptera: Psychodidae) in forest remnants and adjacent matrix habitats in Brazilian Amazonia. *Brazil Journal Biology*, 63:401-410.
- Disney, R.H.L. 1966. A trap for phlebotominae sandflies attracted to rats. *Bulletin of Entomological Research*, 56:445-451.
- Duran, R. & I. Olmsted. 1999. Vegetación de la Península de Yucatán. Pp. 187-194. In: A. García de Fuentes, J. Córdoba y Ordoñez, P. Chico Ponce de León (Eds.) *Atlas de procesos territoriales de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, Mexico.
- Feliciangeli, M. D. 2004. Natural breeding places of Phlebotominae sandflies. *Medical Veterinary Entomology*, 18:71-80.
- Gibson, G. & J. Torr. 1999. Visual and olfactory responses of haematophagous Diptera to host stimuli. *Medical Veterinary Entomology*, 13:2-23.

- Ibáñez-Bernal, S. 1999. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. I *Brumptomyia* Franca y Parrot; *Lutzomyia* Franca, las especies de *L. (Lutzomyia)* Franca y del grupo *verrucarum*. *Folia Entomológica Mexicana*, 107:61-116.
- Ibáñez-Bernal, S. 2000. Los Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. Tesis Doctoral Universidad Nacional Autónoma de México. 288 pp.
- Ibáñez-Bernal, S. 2002. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. III.- Las especies de *Lutzomyia (Psathyromyia)* Barreto, del grupo del Aragoi, de *L. (Trichopygomyia)* Barreto, del grupo Dreisbachi y de *L. (Nyssomyia)* Barreto. *Folia Entomológica Mexicana*, 41:149-183.
- Ibáñez-Bernal, S. 2003. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. IV.- Las especies de *Lutzomyia (Psychodopygus)* Mangabeira, *L. (Micropygomyia)* Barreto, *Lutzomyia* grupo Oswaldoi, *L. (Helcocyrtomyia)* Barreto y especies del género sin agrupar. *Folia Entomológica Mexicana*, 42:109-152.
- Ibáñez-Bernal, S., G. Rodríguez-Domínguez, C. H. Gómez-Hernández & J. R. Ricardez-Esquinca. 2004. First record of *Lutzomyia evansi* (Nuñez-Tovar 1924) in Mexico (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae). *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99:127-129.
- Ibáñez-Bernal, S. 2005a. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. V.- Clave ilustrada para la identificación de los machos de *Lutzomyia* Franca. *Folia Entomológica Mexicana*, 44:49-66.
- Ibáñez-Bernal, S. 2005b. Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) de México. VI.- Clave ilustrada para la identificación de las hembras de *Lutzomyia* Franca. *Folia Entomológica Mexicana*, 44:195-212.
- Ivovic, V., M. Patakakis, Y. Tselentis & B. Chaniotis. 2007. Faunistic study of sandflies in Greece. *Medical and Veterinary Entomology*, 21:121-124.
- Organización Mundial de la Salud. 1990. Lucha contra la leishmaniasis. Organización Mundial de la Salud. Serie de informes técnicos, 793:176.
- McHugh, C. P., B. F. Ontrander, R. W. Raymond & S. F. Kerr. 2001. Population dynamics of sand flies (Diptera: Psychodidae) at two foci of leishmaniasis in Texas. *Journal of Medical Entomology*, 38:268-277.

- Pech-May, A. R. 2007. Detección e identificación de *Leishmania* spp. en *Lutzomyia* spp. en Calakmul, Campeche, México. Tesis de Licenciatura. UADY. Mérida Yucatán. México 79 pp.
- Peraza-Herrera, G. J. 2008. Especies de flebotomíneos (Diptera:Psychodidae) de importancia médica y su importancia como vectores de *Leishmania mexicana* (Kinetoplastida: Tripanosomatidae) en Calakmul, Campeche. Tesis de Licenciatura. UADY. Mérida Yucatán, México.44pp.
- Rebollar-Téllez, E. A., A. Ramírez-Fraire & F. J. Andrade-Narvaéz. 1996. A two years study on vectors of cutaneous leishmaniasis. Evidence for sylvatic transmission cycle in the state of Campeche, Mexico. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 91:555-560.
- Rebollar-Téllez E. A., E. Tun-Ku, P. C. Manrique-Saide, A. Che-Mendoza, & F. A. Dzul-Manzanilla. 2004. Further records of phlebotomid sandflies (Diptera: Phlebotomidae) from Campeche Mexico. *Entomology News*, 115:283-291.
- Rebollar-Téllez E. A., E. Tun-Ku, P. C. Manrique-Saide & F. J. Andrade-Navaez. 2005. Relative abundances of sandfly species (Diptera: Phlebotominae) in two villages in the same area of Campeche, in southern Mexico. *Annals of Tropical Medicine Parasitology*, 99:193–201.
- Rebollar-Téllez E. A., H. Orilla-Moguel, F. A. Dzul-Manzanilla, A. Che-Mendoza, P. Manrique-Saide & A. Zapata-Peniche. 2006. An update on the phlebotomid sand fly (Diptera: Phlebotomidae) fauna of Yucatan, Mexico. *Entomological News*, 117:21-24.
- Salomón, O. D., M. L. Wilson, L. E. Munstermann & B. L. Travi. 2004. Spatial and temporal patterns of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in a cutaneous leishmaniasis focus in Northern Argentina. *Journal of Medical Entomology*, 41:33-39.
- Sánchez, L. & C. Pozo. 2007. Colección de referencia de vectores de *Leishmania* sp. (causantes de LCL) de la Península de Yucatán y un estudio preliminar en un área endémica de Quintana Roo. Reporte final del Proyecto. CONABIO. 55 pp.
- Shannon, R.C. 1939. Methods for collecting and feeding mosquitoes in jungle yellow fever studies. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 9:131-140.

- Soberón, J. & J. E. Llorente-Bousquets. 1993. The use of species of accumulation function for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7:480-488.
- Sudia, W.D. & R.W. Chamberlain. 1962. Battery operated light trap, an improved model. *Mosquito News*, 22:126-129.
- Travi, B. L., G. H. Adler, M. Lozano, H. Cadena & J. Montoya-Lerma. 2002. Impact of habitat degradation on Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) of tropical dry forests in Northern Colombia. *Journal of Medical Entomology*, 39:451-456
- Valderrama C. A., M. Herrera & A. Salazar. 2008. Relación entre la composición de especies Del género de *Lutzomyia* Franca (Díptera:Psychodidae, Phlebotominae) y los diferentes tipos de vegetación en Panamá. *Acta Zoológica Mexicana*, 24:67-78.
- Young , D. G. & M. A. Duncan. 1994. Guide to the Identification and Geographic Distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico, the West Indies, Central y South America (Diptera: Psychodidae). *Memoirs of the American Entomological Institute*, No. 54:881p.

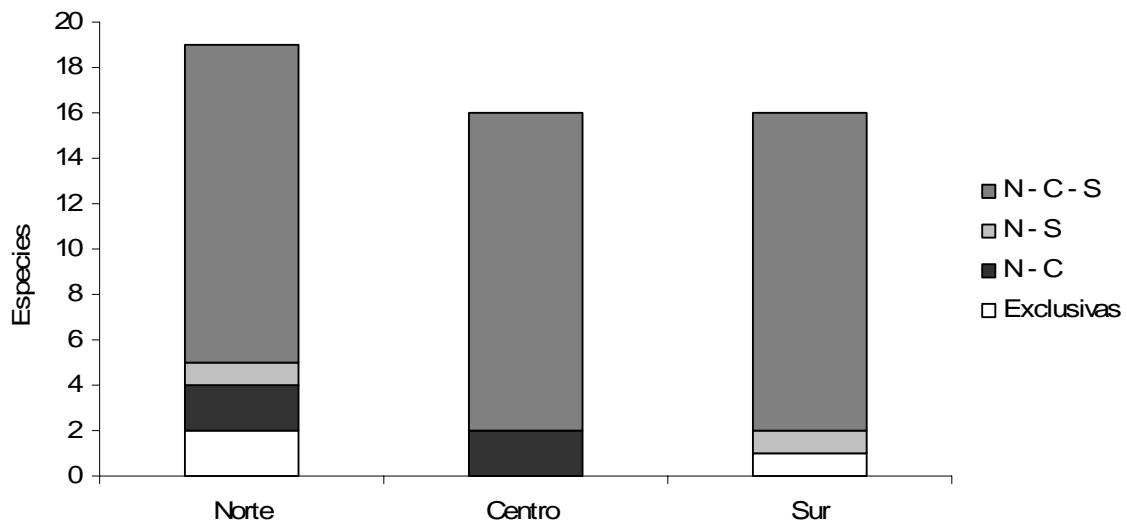


Figura 1. Especies exclusivas por zona y número de especies por zona, N-C son las especies compartidas entre la zona norte y la centro, N-S especies compartidas entre la zona norte y sur, N-C-S especies que se encuentran en las tres zonas.

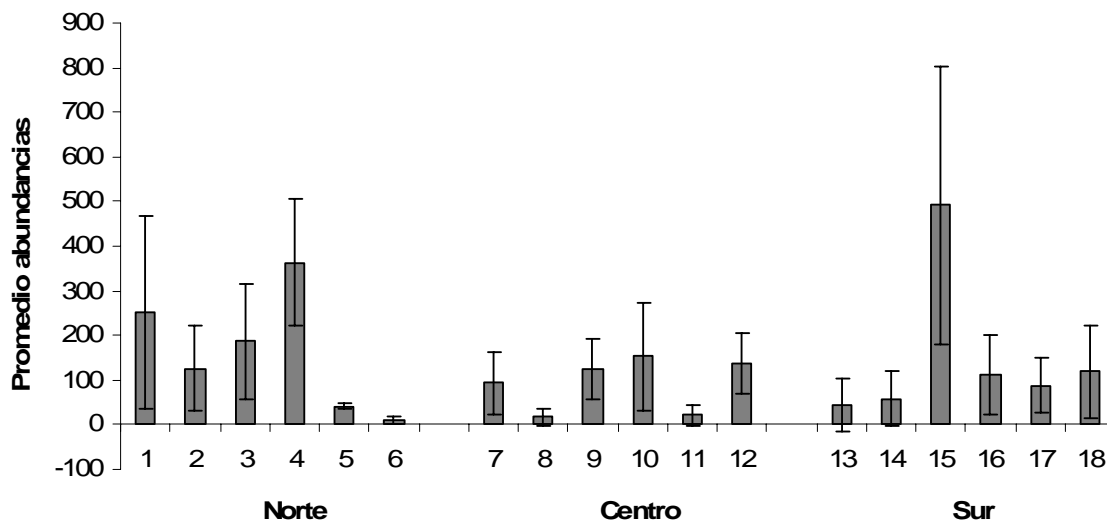


Figura 2. Patrón de variabilidad espacial de la abundancia promedio a escala de localidad. Las líneas de las barras indican las desviaciones estándares.



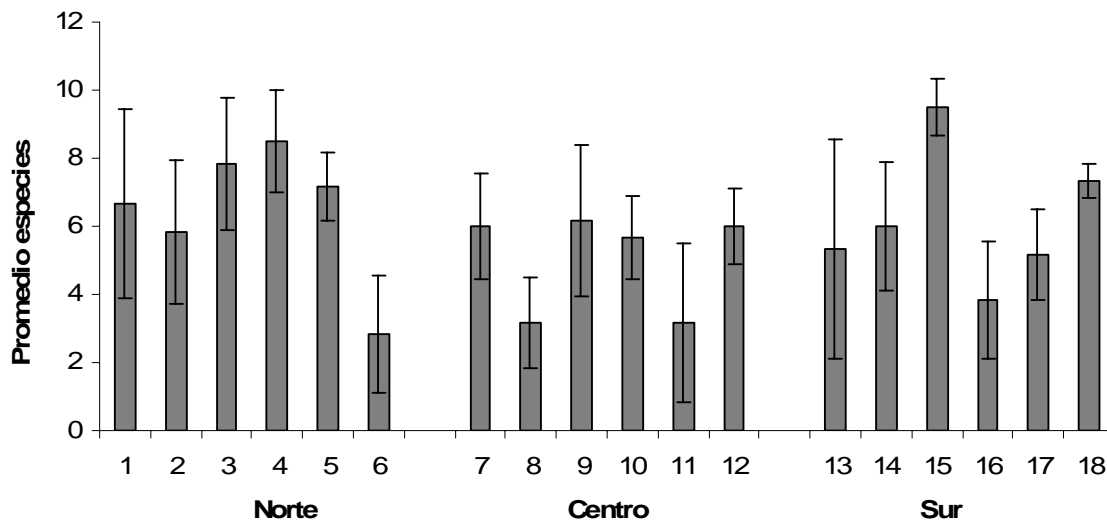


Figura 3. Patrón de variabilidad espacial en el número de especies promedio a escala de localidad. Las líneas de las barras indican las desviaciones estándares.

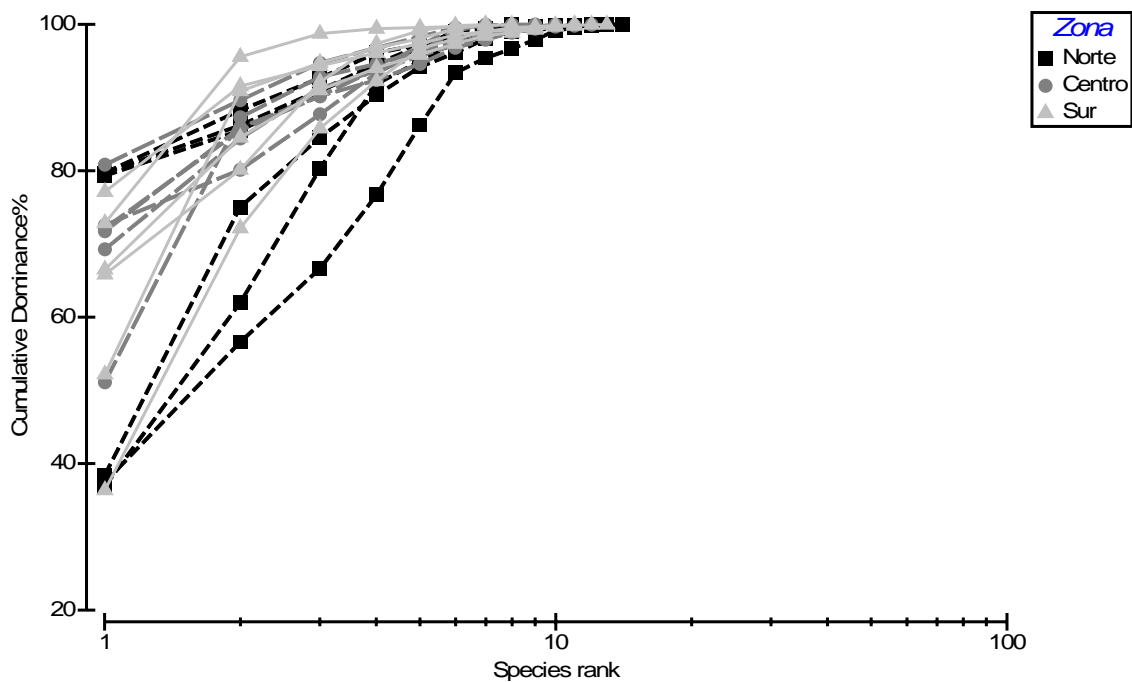


Figura 4. Curvas de dominancia K de las 18 localidades de Quintana Roo, separadas por zonas.

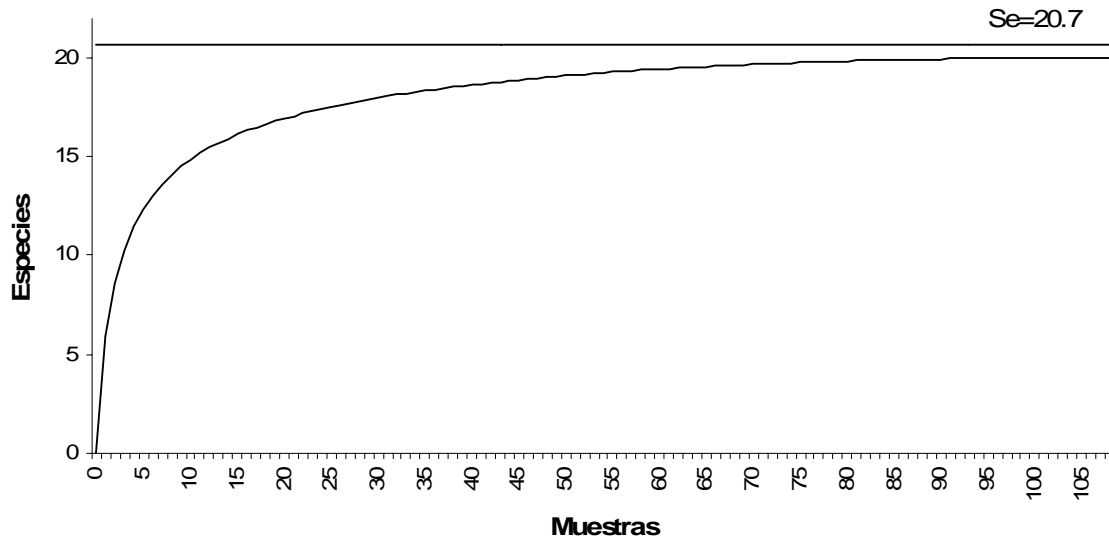


Figura 5. Curva de acumulación de especies con las especies esperadas (Se) calculada con la formula de Clench.

Cuadro 1. Lista de especies identificadas, registradas y abundancia total por especie en dieciocho localidades de Quintana Roo. La presencia de la especie en la localidad se denota por la X en las celdas. Las localidades son: 1 Solferino, 2 Central Vallarta, 3 Cobá, 4 Macario Gómez, 5 Francisco I. Madero, 6 Sabán, 7 Chumpom, 8 Puerto Arturo, 9 Chumhub, 10 San Antonio Nuevo, 11 San Isidro Poniene, 12 Petcacab, 13 Cinco de Mayo, 14 Altos de Sevilla, 15 San Pedro Peralta, 16 Laguna Guerrero, 17 Caobas, 18 Tres Garantías

Especie \ Localidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Abundancia
<i>B. hamata</i>	X				X				X						X				19
<i>B. galindoi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X			X	784
<i>L. cruciata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1172
<i>L. longipalpis</i>			X	X	X					X	X		X		X	X			216
<i>L. ovallesi</i>			X	X			X					X		X			X	X	2718
<i>L. serrana</i>			X				X												3
<i>L. beltrani</i>			X	X															5
<i>L. deleoni</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	312
<i>L. steatopyga</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	257
<i>L. permira</i>													X			X		X	3
<i>L. shannoni</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	7 839
<i>L. cratifer</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X				X				478
<i>L. undulata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X			X	135
<i>L. carpenteri</i>		X		X	X				X	X		X			X	X		X	45
<i>L. olmeca olmeca</i>	X	X	X	X	X		X		X			X	X	X	X	X	X	X	391
<i>L. panamensis</i>	X												X	X	X		X	X	88
<i>L. cayennensis. maciasi</i>	X	X	X	X	X		X				X		X			X			44
<i>L. trinidadensis</i>	X	X	X	X		X	X		X	X									9
<i>Lutzomyia</i> sp. 1	X	X																	4
<i>Lutzomyia</i> sp. 2			X		X							X		X					7
Número de especies	13	12	15	14	13	8	12	7	10	9	9	9	11	10	13	8	7	11	14,532