

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
CENTRO DE INVESTIGACIONES TROPICALES



Universidad Veracruzana

ENSAMBLE Y USO VERTICAL DEL HÁBITAT DE ROEDORES EN DOS
SELVAS MEDIANAS DE MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN ECOLOGÍA TROPICAL

PRESENTA

NALLELY VERÓNICA RODRÍGUEZ SANTIAGO

Comité Tutorial:

Dra. María Cristina Mac Swiney González

Dra. Silvia Filomena Hernández Betancourt

Dr. Christian Alejandro Delfín Alfonso

XALAPA, VERACRUZ

MARZO, 2018

ACTA DE APROBACIÓN DE TESIS

El presente documento titulado "Ensamble y uso vertical del hábitat de roedores en dos selvas medianas de México" realizado por Nallely Verónica Rodríguez Santiago, ha sido aprobado y aceptado como requisito parcial para obtener el grado de Maestro(a) en Ecología Tropical.



Tutor-Director Dra. María Cristina MacSwiney González

SINODALES



Presidente Dr. Juan Carlos López Acosta



Secretario M.C. Alvar González Christen



Vocal Dra. Beatriz Del Socorro Bolívar Cimé

DECLARATORIA

El contenido de la tesis de maestría titulado "Ensamble y uso vertical del hábitat de los roedores en dos selvas medianas de México" fue efectuado por Nallely Verónica Rodríguez Santiago. El trabajo se realizó como parte de sus estudios de maestría en el Posgrado en Ecología Tropical, del Centro de Investigaciones Tropicales de la Universidad Veracruzana (CITRO-UV), bajo la dirección de la Dra. María Cristina Mac Swiney González. Los resultados presentados en esta tesis no han sido utilizados con anterioridad para la obtención de algún grado académico previo.



Biol. Nallely Verónica Rodríguez Santiago

Derechos de autor

Marzo 2018

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Veracruzana y al Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO) por brindarme la oportunidad de realizar un posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo recibido durante mis estudios de posgrado a través de la beca Nacional N°600838.

A la Reserva Ecológica el Edén A. C. y a la familia Hernández-Ochoa (Reserva Ecológica Santa Gertrudis) por permitirme realizar este estudio en cada uno de los sitios y por su apoyo durante la estancia en los días de muestreo.

Un especial agradecimiento a mi directora de tesis la Dra. María Cristina Mac Swiney por su paciencia y el apoyo brindado durante la realización de este estudio. Agradezco a mis tutores la Dra. Silvia Hernández Betancourt de la Universidad Autónoma de Yucatán y al Dr. Cristian A. Delfín del Instituto de Investigaciones Biológicas de la UV por su apoyo, contribuciones y observaciones al manuscrito.

A los miembros del jurado, la Dra. Beatriz Del Socorro Bolívar Cimé, al Dr. Juan Carlos López Acosta y al M. en C. Alvar González Christen por sus observaciones y sugerencias para el enriquecimiento de este trabajo.

También agradezco, la compañía y reconozco el esfuerzo de mis compañeros de campo Elisa Zaragoza, Teresa Santiago, Fernando Dzúl, Juan Carlos Sarmiento, Edith Priego, Zuemy Vallado, Mariano Avendaño, José L. Libreros, Rodrigo R. y Daniel Ruz, que con entusiasmo me brindaron apoyo en las salidas de campo. Del mismo modo agradezco al Dr. Edgar Hamed Bello y a Israel Huesca porque como amigos y compañeros me apoyaron con sus consejos y sugerencias para el presente trabajo.

Un enorme agradecimiento a mi familia: a mi esposo Adrian por la comprensión y apoyo desde el inicio de mis estudios en el posgrado y durante la realización de este trabajo. A mi pequeño Elías por ser la luz de mi vida y también gracias a mi madre por apoyarme siempre en esta profesión.

A mis compañeros y maestros de la Maestría por los momentos compartidos y el aprendizaje obtenido durante el curso.

INDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN.....	5
ANTECEDENTES	7
PEQUEÑOS ROEDORES ARBORÍCOLAS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.....	10
PEQUEÑOS ROEDORES ARBORÍCOLAS EN EL ESTADO DE VERACRUZ.....	11
JUSTIFICACIÓN	13
OBJETIVOS.....	13
HIPÓTESIS	13
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	14
ÁREA DE ESTUDIO	14
Reserva Ecológica El Edén	14
Reserva Ecológica Santa Gertrudis	16
MÉTODO DE CAPTURA.....	18
ANÁLISIS	21
RESULTADOS.....	22
DIVERSIDAD DE ESPECIES	24
Uso de niveles por sexos y edades de las especies capturadas en REEE y RESG	28
DISCUSIÓN	38
COMUNIDAD DE ROEDORES DE LA RESERVA ECOLÓGICA EL EDÉN.....	39
COMUNIDAD DE ROEDORES DE LA RESERVA ECOLÓGICA SANTA GERTRUDIS	42
COMPOSICIÓN DE PEQUEÑOS ROEDORES EN SELVAS MEDIANAS DE QUINTANA ROO Y VERACRUZ.....	45
CONCLUSIONES.....	48
LITERATURA CITADA	49
ANEXO.....	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sitios de estudio.....	17
Figura 2. Diseño de muestreo en los cuadrantes donde se colocaron las trampas Sherman en ambas reservas.....	19
Figura 3. Curva de acumulación de especies de la Reserva Ecológica el Edén.....	24
Figura 4. Curva de acumulación de especies de la Reserva Ecológica Santa Gertrudis.....	25
Figura 5. Número de individuos capturados y recapturados por sexos en los diferentes niveles en la REEE, Quintana Roo.....	29
Figura 6. Número de individuos capturados y recapturados por edades en los diferentes niveles en la REEE, Quintana Roo.....	30
Figura 7. Número de individuos capturados y recapturados por sexos en los diferentes niveles en la RESG, Veracruz.....	31
Figura 8. Número de individuos capturados y recapturados por edades en los diferentes niveles en la RESG, Veracruz.....	32
Figura 9. Alturas (m) de registro de cada especie capturada en la selva mediana de la REEE, Quintana, Roo.....	33
Figura 10. Distribución vertical de las especies de roedores capturadas en selva mediana de la RESG, Veracruz.....	35
Figura 11. Representación de la altura máxima registrada de cada una de las especies de roedores capturados en estrato arbóreo en REEE y RESG	37
Figura 12. Trampa tipo Sherman colocada en estrato arbóreo en la REEE.....	58
Figura 13. Individuo capturado de la especie <i>O. hatti</i> en REEE.....	58
Figura 14. Método de marcaje en las orejas de roedores (Richter y Freegard, 2009).	59
Figura 15. Toma de medidas morfométricas de <i>O. phyllotis</i>	59
Figura 16. Trampa tipo Sherman colocada en estrato arbóreo en la RESG.....	60
Figura 17. Observación de un individuo capturado de <i>N. sumichrasti</i> en RESG.....	60
Figura 18. Toma de medidas morfométricas de <i>P. mexicanus</i>	61
Figura 19. (A) Cojinetes plantares de un roedor arborícola, <i>N. sumichrasti</i> y (B) un roedor terrestre, <i>O. couesi</i>	61

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Riqueza y abundancia de los pequeños roedores en selva mediana subperennifolia de la Reserva Ecológica el Edén, Q. Roo (REEE) y la Reserva Ecológica Santa Gertrudis, Veracruz (RESG).....	23
Tabla 2. Estructura poblacional de la comunidad de roedores en la REEE.....	26
Tabla 3. Estructura poblacional de la comunidad de roedores en RESG.....	27
Tabla 4. Valor de significancia de las pruebas post hoc en el uso del estrato entre especies en la REEE.....	34
Tabla 5. Valor de significancia de las pruebas post hoc en el uso del estrato entre especies en la RESG.....	36

RESUMEN

Los estudios dirigidos al uso vertical de los pequeños roedores en bosques tropicales de México han sido pocos, por ello, aún se desconocen aspectos sobre la actividad arbórea que tienen algunas especies de roedores. Obtener este tipo de información es de vital importancia para recaudar información y formular estrategias que ayuden a la conservación de estas especies o de los sitios. En el presente estudio, se caracterizó el ensamble y el uso vertical de roedores en selva mediana subperennifolia de la Reserva Ecológica El Edén (REEE) y la Reserva Ecológica Santa Gertrudis (RESG). Las capturas se realizaron a nivel del suelo y de forma vertical para conocer las especies terrestres, semi-arborícolas y arborícolas. Con un esfuerzo de 1583 noches/trampa, en REEE se obtuvo un total de 172 individuos capturados pertenecientes a cinco especies *Heteromys gaumeri*, *Otonyctomys hatti*, *Otodylomys phyllotis*, *Peromyscus yucatanicus* y *Reithrodontomys gracilis*. La especie dominante con 118 individuos fue *P. yucatanicus*, seguida de *O. phyllotis* con 43 y las menos representadas fueron *R. gracilis* y *O. hatti* con dos y tres individuos, respectivamente. Se registró la altura máxima de captura para *P. yucatanicus* de 4.80 m y para *O. phyllotis* de 4.90 m, las cuales representan las mayores alturas a las que se han registrado a estas dos especies. *O. hatti* representa la única especie estrictamente arborícola capturada hasta ahora, mientras que *P. yucatanicus* y *O. phyllotis* son semi-arborícolas, pues se han capturado previamente a nivel del suelo. En la RESG, con un esfuerzo de 2874 noches/trampa se obtuvo un total de 72 individuos pertenecientes a seis especies: *Peromyscus mexicanus*, *Reithrodontomys fulvescens*, *Handleyomys alfaroi*, *Oryzomys couesi*, *Nyctomys sumichrasti* y *Rattus rattus*. La especie mejor representada en el sitio fue *P. mexicanus* con 52 individuos, siendo la especie *Rattus rattus* la menos representada con un individuo capturado. Las alturas máximas registradas de captura para *P. mexicanus* fue de 11 m y para *R. fulvescens* fue de 8.7 m., siendo para la última especie, el registro de captura más alto hasta ahora registrado. En la RESG, *O. couesi* se consideró como especie de hábitos terrestres, mientras que *N. sumichrasti* fue la única especie considerada arborícola, mientras que *P. mexicanus*, *R. fulvescens*, *H. alfaroi* y *R. rattus* se consideraron como semi-arborícolas. Se encontró que existen diferencias en cuanto al uso del estrato vertical entre especies de roedores en cada sitio. Esta estratificación puede contribuir a que la competencia por los recursos (alimento, refugio) se reduzca.

Palabras clave: Arborícola, ecología, estrato vertical, Rodentia, semiarborícola, selva mediana subperennifolia.

INTRODUCCIÓN

El Orden Rodentia es el grupo de los mamíferos con mayor riqueza taxonómica, aproximadamente 2277 especies, lo que corresponde al 42% del total de los vertebrados a nivel mundial (Wilson y Reeder, 2005). Este grupo contiene especies que fácilmente se adaptan a una gran variedad de ambientes, tanto terrestres como acuáticos (Ceballos y Oliva, 2005). En México, se ha confirmado la presencia de 245 especies que se agrupan taxonomicamente en ocho familias y 50 géneros (Ceballos y Arroyo-Cabral, 2012), de las cuales aproximadamente 180 especies son consideradas pequeños roedores, es decir, ratones y ratas que presentan pesos generalmente no mayores a los 100 g (Ramírez-Mejía y Mendoza, 2010). Entre éstas, existen especies que muestran una distribución geográfica restringida y que son susceptibles a la extinción por diversas causas de origen antropogénico (Hortelano-Moncada y Solano-Arenas, 2012).

La mayoría de los pequeños mamíferos en los sistemas naturales, proporcionan beneficios ecológicos, ya que su importancia recae en que, por su forma de vida, son dispersores de semillas, depredadores de plántulas y bancos de semillas, lo que contribuye a la regeneración de los bosques (Hulme, 1994; Lambert y Adler, 2000; Rader, 2005; Cimé-Pool et al., 2010). Por otra parte, estos pequeños mamíferos tienen un papel importante, pues se considera que son los mayores consumidores de semillas en las zonas tropicales (Vélez-García y Pérez-Torres, 2010; Domínguez-Castellanos et al., 2007; Vázquez et al., 2000). Sus poblaciones suelen ser abundantes, importantes en la cadena trófica, siendo presas de muchas especies de carnívoros como reptiles, aves y mamíferos (medianos y grandes), por lo que su presencia, así como las fluctuaciones en sus abundancias, influyen en la posible abundancia de sus depredadores (Nupp y Swihart, 1998), así como en la dinámica de la comunidad vegetal (Ramírez-Mejía y Mendoza, 2010).

Uno de los ecosistemas que destaca por albergar una gran diversidad de especies, son los bosques tropicales (Vázquez et al., 2000; Basáñez, 2008; Carreón-Santos y Valdez-Hernández, 2014). Estos son estructuralmente complejos, con una alta diversidad de especies de roedores, que incluyen especies que utilizan el suelo o el estrato más bajo de los bosques (terrestres y semi-arbóricolas) y otras que preferentemente se encuentran a niveles mas altos

(dosel), es decir, arborícolas. Hasta ahora, la mayoría de los estudios de diversidad y ecología de poblaciones de pequeños roedores se realizan colocando trampas a nivel del suelo, lo que ha provocado que con esta técnica de muestreo sólo se registren ciertas especies de roedores y se desconozca a aquellas que utilizan el estrato arbóreo para llevar a cabo sus actividades. Esto ha ocasionado que exista escasa información sobre la biología y actividad de los roedores, particularmente de las especies de roedores arborícolas, lo que hace evidente la ausencia de datos acerca de su identidad, densidades poblacionales y sus patrones de actividad (Delany, 1971).

En México, son pocos los estudios que abordan simultáneamente aspectos de biología y ecología de los roedores terrestres y arborícolas (e. g. Domínguez-Castellanos et al., 2007; Pérez-Lustre y Santos-Moreno, 2010). Por tanto, realizar estudios ecológicos de roedores de con diferentes hábitos (terrestres, semi-arborícolas y arborícolas) conjuntamente, resulta importante para obtener información que sirva para evaluar las variaciones en sus densidades y demografía de sus poblaciones, así como el uso que hacen del hábitat. Esta información puede servir para el planteamiento de métodos encaminados a la conservación de especies o de los hábitats que ocupan. Bajo esta premisa, el principal objetivo del presente trabajo fue conocer el ensamble de especies que utilizan tanto el estrato terrestre como el arbóreo, de dos comunidades de roedores de selvas medianas subperennifolias: a) la Reserva Ecológica “El Edén” en Quintana Roo, México (REEE) y b) la Reserva Ecológica “Santa Gertrudis” en Veracruz, México (RESG). Con este estudio se aporta información esencial que contribuye al conocimiento de los roedores de ambos sitios, del mismo modo, podrá servir de apoyo para posteriores trabajos, encaminados a la conservación de estos sitios.

ANTECEDENTES

Composición de la comunidad y uso de hábitat en diferentes estratos fuera de México

La comunidad de roedores ha sido ampliamente estudiada, no obstante, la mayoría de los estudios están enfocados a investigaciones a nivel del suelo (Cervantes-Reza y Ballesteros-Barrera, 2009). El hábitat se puede definir como el área donde se encuentran los recursos y las condiciones que permiten la presencia de una especie, el cual puede ser usado con diversos propósitos: protección contra depredadores, nidación, refugio temporal, alimentación, reproducción y descanso (Cuautle, 2007; Montañez, 2009). La estrategia ideal de un individuo, consiste en elegir el lugar del hábitat que maximice su sobrevivencia y le permita reproducción con el menor costo energético y mayor beneficio (Brown, 1989). La estratificación vertical del hábitat en puede resultar una buena estrategia en la reducción de la competencia interespecífica por un determinado recurso (Pérez-Lustre y Santos-Moreno, 2010).

Pocas son las contribuciones cuya metodología implique la colocación de trampas a diferentes niveles del estrato vertical (Rader y Krockenberger, 2006; Hannibal y Caceres, 2010; Pérez-Lustre, 2010). El realizar estudios en diferentes estratos ha permitido tener inventarios más completos (Wells, et al., 2004, Hannibal y Caceres, 2010), y conocer información sobre comportamiento, uso de recursos e interacciones ecológicas de especies semi-arborícolas y arborícolas (Taylor, 1996; Rader, 2005). Por ejemplo, en una selva tropical de Australia se ha observado que la presencia de los roedores *Melomys cervinipes* y *Pogonomys mollipilosus*, registrados mayormente en el estrato vertical, está correlacionada con el número de árboles que presentan flores y frutos grandes, por lo que se sugiere que el comportamiento arbóreo les es ventajoso, ya que les permite acceso a recursos alimentarios en el dosel donde hay una menor competencia (Rader y Krockenberger, 2006). Por otro lado, en otro estudio se señala que la abundancia de los pequeños mamíferos, particularmente los de hábitos arborícolas, está influenciada por diferentes variables del microhábitat, entre los que destaca la presencia de bromelias en el estrato arbóreo (Abreu y De Oliveira, 2014).

Otros estudios han abordado el uso que hacen los roedores arborícolas y semiarborícolas de su hábitat y si este está relacionado a su vez con la disponibilidad de recursos o con la competencia. De las investigaciones sobre el uso del espacio vertical en el Neotrópico, destaca la de Hannibal y Caceres (2010), que examinaron la abundancia y composición de una comunidad de pequeños mamíferos en dos tipos de hábitat (bosque de galería y bosque de sabana) en el suroeste de Brasil. Los autores reportan que dos especies (*Oecomys bicolor* y *Rhipidomys macrurus*) utilizan el principalmente el dosel, y que la comunidad de roedores tiene una estructura, definida principalmente por la fisionomía de la selva y uso del estrato vertical.

Otro estudio en regiones tropicales fue el realizado en Malasia por Wells y colaboradores (2004), en el que se muestrearon de forma silmultánea el suelo y el estrato vertical para conocer los patrones espaciales del roedor *Chiropodomys* major. Esta especie utilizó principalmente el dosel, siendo la conectividad y la presencia de lianas lo factores más importantes para determinar su presencia. Los autores también analizaron la diferencia en el uso de hábitat entre sexos, encontrando que los machos tienen mayores ámbitos hogareños que las hembras, es decir que se mueven mucho más en el hábitat (Wells et al., 2004)

El método de colocación de trampas en diferentes niveles tambien se ha empleado en zonas con una cobertura vegetal menos compleja. Tal es el caso del trabajo realizado por Albanese y colaboradores (2011) en sitios semiáridos de Argentina, en el que encontraron que la estructura vertical ofrece a la comunidad de pequeños mamíferos, mayores oportunidades para adquirir recursos, particularmente en la temporada de secas y que la estructura es un factor clave para la coexistencia de los pequeños mamíferos en esta región. Otro estudio realizado en ambientes con una estructura vertical poco compleja, fue el realizado por Laakkonen (2003), el cual evaluó composición, abundancia y actividad arbórea de los roedores en un chaparral al sur de California. A diferencia de otros estudios, él no encontró una diferencia significativa en cuanto al número de roedores atrapados al nivel del suelo y en estrato arbóreo. Este autor analizó si el uso de hábitat entre roedores difería entre edades y sexos, sin embargo, encontró que los juveniles del género *Peromyscus*, rara vez utilizaron el estrato arbóreo.

Estudios en México sobre comunidades de roedores en diferentes estratos

En México, en los últimos años se le ha dado mayor importancia al estudio de algunas especies de hábitos arborícolas, de las que se desconocen aspectos de su biología o de sus densidades en determinados sitios, esto debido a la dificultad de su captura (e. g. Colunga, 2014; Panti-May et al., 2015). Uno de los primeros estudios que se llevó a cabo colocando trampas al nivel del suelo y en el estrato vertical fue el realizado por Ceballos (1989), quien investigó la estructura de la comunidad de pequeños mamíferos y dinámica poblacional de algunas especies en una selva baja caducifolia de la Estación Biológica de Chamela en el oeste de México. En su trabajo colocó trampas a nivel del suelo y entre 1 y 3 m sobre el nivel del suelo. De las 11 especies registradas, dos fueron de hábitos arborícolas (*Hodomys alleni* y *Nyctomys sumichrasti*). Estudios posteriores en la misma región, compararon el uso de hábitat de los roedores terrestres, semi-arborícolas y arborícolas entre dos tipos de hábitat y entre temporadas (secas y lluvias), empleando la técnica de marcación con polvos fluorescentes (Domínguez-Castellanos et al., 2007). Derivado de esta técnica, reportaron que cuatro especies de roedores (*Nyctomys sumichrasti*, *Osgoodomys banderanus*, *Peromyscus perfulvus* y *Xenomys nelsoni*) utilizan tanto el estrato arbóreo como el suelo, con una marcada diferencia de uso de hábitat en temporadas.

Investigaciones en Oaxaca también han abordado la distribución en el espacio vertical y horizontal de las especies de una comunidad de pequeños mamíferos (Pérez-Lustre, 2010), encontrando ocho especies, de las cuales sólo dos (*Nyctomys sumichrasti* y *Tylomys nudicaudus*) tuvieron mayor preferencia por el estrato arbóreo, y que las zonas con una mayor complejidad estructural en el estrato vertical contienen mayor cantidad de nichos y recursos por lo tanto son las que albergan el mayor número de especies. En la misma localidad, mediante captura y recaptura de la especie *N. sumichrasti*, Pérez Lustre y Santos (2010) reportan una población abundante de esta especie arborícola y señalan que características de hábitat como la cubierta vegetal pueden influir en la abundancia de individuos juveniles.

En un estudio de la comunidad de pequeños roedores en un bosque tropical caducifolio de Colima, México, Schnell et al., (2010a, 2010b), reportan que *Sigmodon mascotensis* es una especie capturada mayormente en el suelo y tiene preferencias por el dosel abierto y densa

vegetación baja, mientras que *N. sumichrasti* fue mayormente capturada en trampas del estrato vertical (1-2 m) en sitios ubicados en pendientes, con hojarasca, una alta vegetación y con un sotobosque abierto. Con la finalidad de observar si la disponibilidad de hábitat, abundancia y la presencia de otras especies influyen en el uso de hábitat, Poindexter y colaboradores (2012), colocaron trampas en el suelo y árboles entre 1 y 2 m de altura también en Colima y encontraron que cada una de las especies estudiadas responde de distinta manera con respecto a las variables del hábitat.

Entre los trabajos más recientes sobre captura en árboles se encuentra el realizado por Colunga (2014), quien realizó un estudio acerca del ámbito hogareño y uso de hábitat de *Habromys schmidly* en Taxco, Guerrero. Dicha especie es principalmente de hábitos arborícolas y en su estudio fue capturada hasta a 17.3 m de altura, siendo el reporte de captura más alto para esta especie. También realizaron una comparación del tamaño de los cojinetes plantares de las extremidades de *H. schmidly* con los de una especie terrestre perteneciente al género *Peromyscus*, observando que los cojinetes en *H. schmidly* son más desarrollados. En el mismo sitio de estudio, Marines-Macías (2014), investigó la preferencia de hábitat de la especie *Reithrodontomys microdon*, encontrándola a una altura de hasta 30 m y en sitios de bosque mesófilo de montaña con una mayor cantidad de musgos y epífitas.

Pequeños roedores arborícolas de la Península de Yucatán

En la Península de Yucatán, México, se han registrado 15 especies de roedores (Zaragoza-Quintana et al., 2016), entre estas destacan *Heteromys gaumeri*, *Peromyscus yucatanicus* y *Otonyctomys hatti*, especies endémicas de la Provincia de la Península de Yucatán, siendo que la última se considera amenazada de acuerdo a la NOM-O59-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010). Otra especie, la rata arborícola *Tylomys nudicaudus*, sólo ha sido detectada en la península en registros fósiles (Hatt, 1953), pero algunos autores reconocen actualmente su distribución en la Península de Yucatán (Lorenzo et al., 2008). De las especies reportadas para la Península, sólo se conoce que *Otonyctomys hatti* es preferentemente de hábitos arborícolas, pero otras especies tales como *Otodylomys phyllotis*, *Reithrodontomys gracilis* y *Peromyscus yucatanicus*, parecen ser de hábitos sem-arborícolas, ya que en ocasiones han sido capturados en los árboles (Lawlor, 1982; Téllez-Girón y Sánchez, 2005; MacSwiney et al., 2012).

A pesar de que la Península de Yucatán es una zona con una gran extensión de selvas, son pocos los trabajos dirigidos al estudio de los roedores arborícolas o que utilicen el método de colocación de trampas en diferentes estratos verticales. Hernández-Betancourt et al., (2008) abordó el estudio de la dinámica poblacional de la rata arborícola *Ototylomys phyllotis* en selva mediana subcaducifolia en el sur de Yucatán, colocando trampas entre 1.5 y 2 m de altura, con ello reportó que el 25% de las capturas de esta especie ocurren en el estrato vertical, pero observó que esta especie principalmente ubica sus madrigueras a nivel el suelo. Otro aspecto notable de este estudio es que los autores notaron que la mayoría de capturas en el estrato vertical principalmente de machos adultos, es decir, que los jóvenes y hembras prefieren moverse a nivel del suelo (Hernández-Betancourt et al., (2008).

Para la Reserva Ecológica El Edén en Quintana Roo, MacSwiney et al., (2012) reportó siete especies de pequeños roedores (*Oryzomys couesi*, *Reithrodontomys gracilis*, *Ototylomys phyllotis*, *Peromyscus yucatanicus*, *Peromyscus leucopus*, *Otonyctomys hatti* y *Heteromys gaumeri*). En el sitio todas las especies fueron registradas en el estrato vertical a excepción de *H. gaumeri*. Sin embargo, estos autores enfatizan la necesidad de generar información sobre las abundancias y sobre cómo las especies hacen uso del hábitat, especialmente del estrato vertical.

Pequeños roedores arborícolas en el estado de Veracruz

En el estado de Veracruz se encuentran cerca de 55 especies de roedores, lo que significa el 28% de los mamíferos en el estado. De éstas, 34 son especies de pequeños ratones pertenecientes a la familia Cricetidae (González-Christen y Delfín-Alfonso, 2016), cinco se encuentran sujetas a protección y dos son endémicas para estado de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010). A pesar de que existen numerosos estudios de roedores en el estado, éstos se han enfocado a las zonas centro y sur de la entidad (Hall y Dalquest, 1963; Cervantes y Hortelano Moncada, 1991; González-Christen, 2000), por lo tanto, aún existen sitios poco explorados como la zona Norte del estado.

En un estudio realizado en Los Tuxtlas, Coates-Estrada y Estrada (1986) mencionan que hay 11 especies de roedores. Esto concuerda con lo registrado por González-Christen (2000) en selva mediana subperennifolia de la localidad de Magallanes perteneciente a la Selva de Santa

Marta, Los Tuxtlas, obtuvo un registro de 11 especies de pequeños roedores, entre las cuales incluye al ratón arborícola *N. sumichrasti*.

En la revisión de Ceballos y Oliva (2005) sobre los mamíferos de México, algunos autores describen ocho especies de pequeños roedores pertenecientes al estado de Veracruz que hacen uso del estrato arbóreo. De estas especies, dos tienen hábitos arborícolas y seis son de hábitos semi-arborícolas, sin embargo, en Veracruz son muy pocos los estudios realizados roedores que usen el estrato vertical. Se han publicado reportes de especies que fueron capturadas en estrato arbóreo y arbustivo, pero no se han realizado trabajos específicos del estudio ecológico de los roedores arborícolas y semi-arborícolas.

González-Romero y Lara-López (2006) hicieron una revisión bibliográfica de las especies de pequeños mamíferos de la zona central costera del estado, reportando nueve especies de pequeños roedores: *Liomys pictus*, *Baiomys musculus*, *Oligoryzomys fulvescens*, *Oryzomys couesi*, *Peromyscus mexicanus*, *Reithrodontomys fulvescens*, *Sigmodon hispidus*, *Mus musculus* y *Rattus norvegicus*. De estas especies sólo tres se han registrado para selva mediana en dicha zona. Cervantes y Hortelano-Moncada (1991), encontraron que para esta zona costera la selva mostró pocas especies en comparación con lo reportado en otras zonas, entre estas destacan la presencia de *Liomys pictus* como especie abundante y la especie *P. mexicanus*.

La Reserva Ecológica Santa Gertrudis es uno de los sitios de conservación que también se encuentran en la parte central del estado de Veracruz, sin embargo, los estudios dirigidos a la fauna son escasos, la mayoría de los registros han sido por avistamientos ocasionales, solo se ha realizado un estudio de la avifauna en selva mediana del sitio (Bojorges y López-Mata, 2005) y actualmente se están realizando estudios dirigidos a los mamíferos medianos (C. Delfín, com. pers.). Debido a esta falta de información varios autores hacen referencia a la importancia de realizar más estudios, sobretodo para incrementar los inventarios y la información ecológica de la fauna de la región (Cervantes y Hortelano-Moncada, 1991; Rodríguez-Macedo, 2014; González-Christen y Delfín-Alfonso, 2016).

JUSTIFICACIÓN

En México existe poca información sobre el ensamble de roedores terrestres y arborícolas en diferentes comunidades. Identificar a las especies de roedores de hábitos semiarborícolas y arborícolas y el uso que hacen del estrato vertical, es importante para conocer aspectos de su biología, distribución y ecología, así como determinar si el uso de hábitat varía entre sexos y edades. La información generada en el presente estudio es relevante tanto de vista estrictamente científico, como para el manejo y conservación de las especies y los ecosistemas en los que habitan.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Caracterizar el ensamble y uso vertical del hábitat de roedores en selvas medianas subperennifolias de Quintana Roo y Veracruz, México.

Objetivos particulares

- Conocer la riqueza y abundancia de la comunidad de roedores en selva mediana subperennifolia de la Reserva Ecológica el Edén y la Reserva Ecológica Santa Gertrudis.
- Identificar las especies que utilizan el estrato vertical en selva mediana.
- Determinar si el uso de hábitat de las especies de roedores de cada comunidad, esta relacionado con sexo o la edad.

HIPÓTESIS

Existen diferencias en la composición de las comunidades de roedores en cuanto a la riqueza de especies y abundancia relativa, así como entre sexos y edades como respuesta al uso de los diferentes estratos verticales.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuál es la riqueza de especies de pequeños roedores en selva mediana subperennifolia de la Reserva Ecológica El Edén y la Reserva Ecológica Santa Gertrudis?
- ¿Qué especies de roedores y con qué frecuencia utilizan el estrato arbóreo en selva mediana subperennifolia de las dos comunidades?
- ¿Las especies que utilizan el estrato arbóreo, son las mismas especies que utilizan el suelo?
- ¿Existe alguna preferencia de uso del estrato arbóreo entre sexos y edades?

MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo de campo se realizó en la selva mediana subperennifolia de dos sitios: La Reserva Ecológica El Edén (REEE) y, La Reserva Ecológica Santa Gertrudis (RESG).

Reserva Ecológica El Edén

La Reserva Ecológica El Edén (REEE), se encuentra ubicada al norte del estado de Quintana Roo (Figura 1). Dicha reserva creada en 1990, es una de las primeras reservas privadas con la finalidad de investigación y conservación de los bosques secos tropicales en el noreste de la Península de Yucatán. En sus inicios contaba con 920 hectáreas y actualmente cuenta con cerca de 3,000 hectáreas. Se localiza aproximadamente a 25 km al NE de Leona Vicario; en el municipio de Lázaro Cárdenas, dentro de la región denominada Yalahau. Se encuentra a una altitud de entre los 5 y 10 msnm entre las coordenadas 21° 13' de latitud N y 87° 11' de longitud W (Lazcano et al., 1992; Schultz, 2005; González-Marín et al., 2008).

La REEE cuenta con una extensa área con diferentes tipos de vegetación característicos de la Península de Yucatán. La península, es catalogada como una gran extensión eocénica que se caracteriza por ser notablemente cárstica (Tetetla-Rangel et al., 2012), por lo tanto la geología de la reserva es representativa de la península, ya que el suelo es rocoso y plano, además esta

provista con fuentes de agua perennes y temporales que abastecen la zona. Esto se refleja en la abundancia de cenotes y oquedades rocosas que almacenan considerables volúmenes de agua, aún en las épocas más secas (Lazcano et al., 1992), lo cual al mismo tiempo propicia sin duda a que la REEE resguarde una gran diversidad de flora y fauna silvestre.

El clima de la zona es cálido- húmedo, con una precipitación anual de entre los 1400 a 2000 mm y una temperatura media de 23°C en enero a 28°C en mayo. Se caracteriza por una temporada seca pronunciada, que comienza en diciembre y termina a finales de mayo, con una segunda estación seca corta en agosto (Schultz, 2005). Las tierras bajas tropicales de la Península de Yucatán son un mosaico de zonas de vegetación que se encuentran encima de una plataforma de piedra caliza vasta, formados por deposición marina poco profunda a lo largo del período Cretácico (Tulaczyk, 1993). Se han realizado trabajos en donde se menciona que en la REEE se encuentran cinco tipos de vegetación, de los cuales la selva mediana subperennifolia destaca por ser uno de los más representativos en la Península (Schultz, 2005).

La selva mediana subperennifolia cubre gran parte del territorio peninsular, es un bosque maduro que se caracteriza porque el 25% de los árboles pierden sus follaje en época de secas y su estrato arbóreo tiene una altura media entre los 25 a 35 m, crece en suelos poco profundos con un drenaje rápido donde la época de secas dura un poco más de 3 meses y con frecuencia coexiste con selva baja caducifolia o subcaducifolia o con sabana (Flores y Espejel-Carvajal, 1994; Rzedowski, 1983; Miranda y Hernández, 1963). Es frecuente la presencia de una mayor cantidad de palmas en el estrato inferior (Pennington y Sarukhán, 2005). Se desarrolla en climas cálido-húmedos y subhúmedos con una temperatura media anual que no es inferior a 20°C y rara vez supera los 26°C (Rzedowski, 2006). En este tipo de vegetación se puede encontrar un sotobosque bien definido de arbustos y hierbas, además es bastante abierto (Schultz, 2005).

Para este tipo de vegetación en la REEE se han reportado especies de árboles que incluyen *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Lysiloma latisiliquum*, *Thrinax radiata*, *Bursera simaruba*, *Sebastiania adenophora* y *Vitex gaumeri* y grandes individuos ocasionales de *Brosimum alicastrum*, *Ficus pertusa* y *Acacia dolichostachya*. En el sotobosque dominan *Psychotria nervosa*, *P. pubescens*, *Randia aculeata*, *Piper psilorrhachis*, *P. yucatanensis* y *Bromelia plumieri*. También hay una capa de hierbas que incluyen *Stenandrium subcordatum*,

Olyra latifolia y *Lasiacis ruscifolia*, el junco *Scleria lithosperma* y el helecho *Anemia adiantifolia* (Schultz, 2005).

Reserva Ecológica Santa Gertrudis

La Reserva Ecológica Santa Gertrudis (RESG), ubicada en la zona centro norte del estado de Veracruz (Figura 2). Se encuentra entre los 400 y 900 msnm en las coordenadas 19°49' y 19°51' N y 96°32' y 96°37' W. Esta es propiedad privada desde finales del siglo XIX, fue decretada como reserva en 1982, cuenta con una superficie de 925 hectáreas (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002; Bojorges y López-Mata, 2005).

La RESG es una reserva privada que se ha visto impactada por disturbios naturales y cerca del 10 % de su superficie ha sido intervenida por el hombre. En la zona el clima es semicálido con una temperatura media anual de 20.16°C; la mínima promedio corresponde a enero y es de 15.9°C, mientras que la máxima se presenta en mayo y asciende a 22.9°C (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002). La precipitación anual es de 2275 mm y alrededor del 68% de esta ocurre de junio a noviembre (Bojorges y López-Mata, 2005).

En la RESG, el tipo de vegetación más representativo es la selva mediana subperennifolia, la cual se encuentra en un proceso de regeneración natural con cierto grado de desarrollo intermedio. Tiene la particularidad de que se encuentra localizada en el límite latitudinal norte de las selvas tropicales húmedas de México. Los árboles de esta selva alcanzan alturas de 35 metros y en los meses de diciembre y abril, entre el 25% y 50 % de los árboles pierden su follaje (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002; Basáñez et al., 2008).

En la selva de la RESG el sotobosque está integrado por individuos con alturas menores a 10 m, siendo *Tabernaemontana alba* la especie más común; el dosel intermedio está compuesto por individuos de *Bursera simaruba*, *Aphananthe monoica* y *Pimenta dioica* que tienen entre 10 y 20 m de altura y el dosel superior con alturas mayores a 20 m, presenta tres especies comunes que son *Aphananthe monoica*, *Bursera simaruba* y *Dendropanax arboreus*. Otras especies de dosel superior que se encuentran en la selva, son: *Aspidosperma megalocarpon*, *Brosimum alicastrum*, *Ceiba pentandra*, *Cojoba arborea*, *Ficus glabra*, *Manilkara zapota* y *Pleuranthodendrom lindenii* (Godínez-Ibarra y López-Mata, 2002).

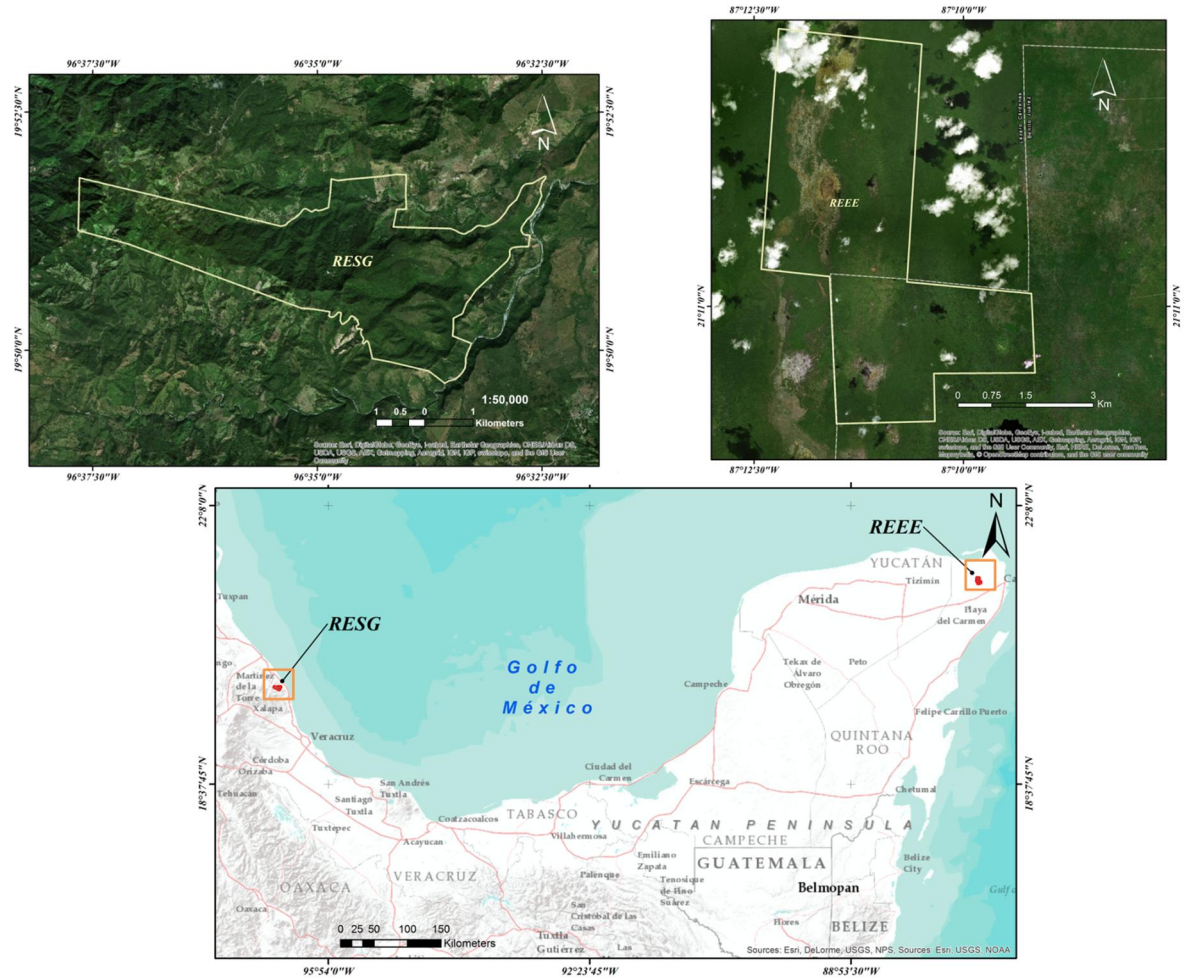


Figura 1. Sitios de estudio: Izq.) Reserva Ecológica Santa Gertrudis, Vega de Alatorre, Veracruz; Der.) Reserva Ecológica El Edén, Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, México.

Método de captura

El trabajo de campo se realizó en 2010, 2014 y 2015 en selva mediana subperennifolia de ambos sitios de estudio. Para la captura de pequeños roedores se utilizaron trampas tipo Sherman (7.6 x 8.9 x 22.5 cm). En cada sitio las trampas se colocaron en tres niveles con la finalidad de capturar especies de hábitos terrestres, semi-arborícolas y arborícolas. Cada trampa fue cebada con semillas de girasol, avena y esencia de vainilla como atrayente (Pérez-Lustre y Santos-Moreno, 2010), fueron revisadas y recebadas diariamente por la mañana.

En la REEE se consideraron tres niveles para la colocación de trampas: nivel 1 (suelo), nivel 2 (0.50-5 m de altura) y nivel 3 (8-11m de altura, el estrato más alto). El trabajo de campo se realizó en dos etapas, en la primera etapa se colocaron trampas en el nivel 1 con un arreglo de ocho columnas y cinco filas ($\sim 9,000 \text{ m}^2$), con una separación de 15 m entre trampas (Figura 2). Se adicionaron 10 trampas en el nivel 2 colocadas de manera aleatoria dentro del cuadrante, sobre ramas de los árboles y arbustos. Esta etapa se realizó durante seis salidas bimensuales en el año 2010, las trampas fueron abiertas durante tres noches consecutivas obteniendo un esfuerzo de captura de 900 noches trampa.

Para la segunda etapa se realizaron tres salidas bimensuales con una duración de cinco días cada una durante el 2014 y 2015. Se estableció un cuadrante en un arreglo de seis columnas x diez filas ($7,200 \text{ m}^2$). Para la colocación de trampas dentro del cuadrante, se seleccionaron árboles que se encontraran a una distancia aproximada de 15 m entre ellos. En cada estación (árbol) se colocaron dos trampas en el nivel 2 y dentro del cuadrante se adicionaron siete trampas en el nivel 3, colocadas de manera aleatoria dentro del cuadrante. El trampeo se realizó durante cinco días consecutivos, obteniendo un esfuerzo de captura de 1683 noches trampa.

En la RESG se realizaron seis muestreos mensuales con una duración de cinco días en el año 2015, en este sitio las trampas fueron colocadas en un cuadrante con un arreglo de seis columnas x ocho filas ($4,800 \text{ m}^2$), las trampas se colocaron en árboles que tuvieron una separación de 8-10 m entre cada árbol utilizado (Figura 2). En cada estación (árbol) se colocaron dos trampas, en el nivel 1 (suelo) y el nivel 2 (2-5m de altura), adicionalmente se colocaron de manera aleatoria 23 trampas en el nivel 3 (7 y 14 m de altura). Debido a

cuestiones logísticas no todas las trampas fueron abiertas durante el primer día, por lo tanto, el total de esfuerzo de captura fue de 2,874 noches trampa.

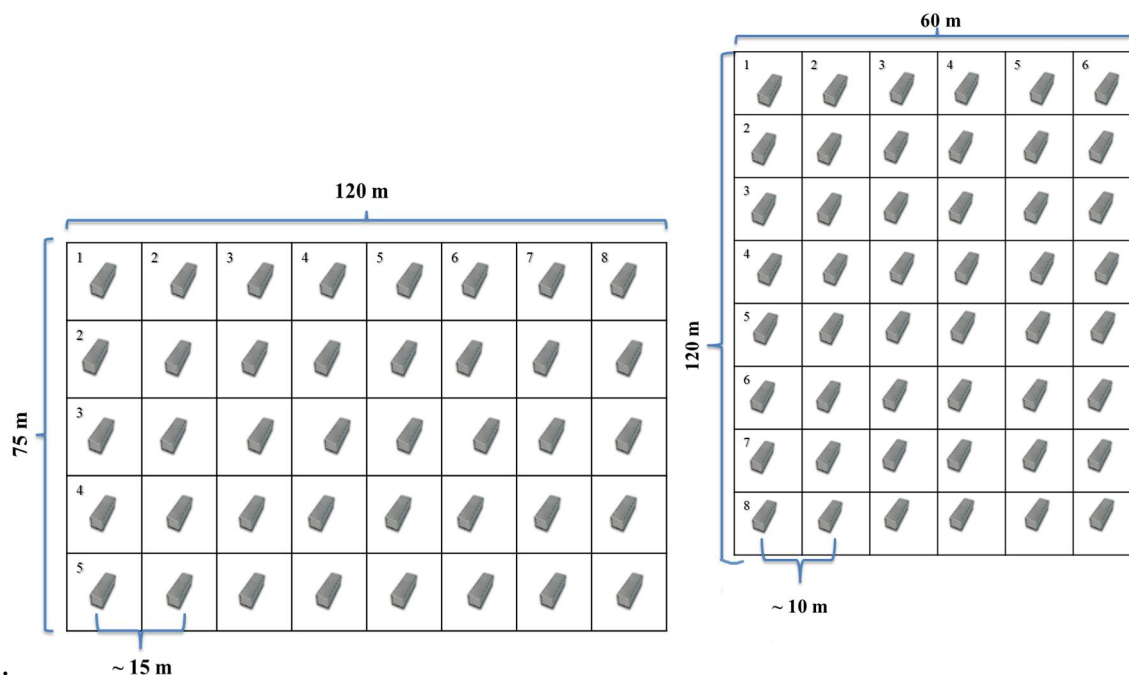


Figura 2 Diseño de muestreo en los cuadrantes donde se colocaron las trampas Sherman en ambas reservas: Izq.) Cuadrante de 40 celdas (8 x 5) en la REEE (n= 40 trampas) colocadas ~ 15 m entre trampas; Der.) Cuadrante de 48 celdas (6 x 8) en la RESG (n= 48 trampas) colocadas ~ 10 m entre trampas.

Para ambos sitios de estudio cada estación (árbol) fue georreferenciado. Las trampas fueron dispuestas sobre plataformas de 18 x 30 cm elaboradas con tela de criba galvanizada 5 x 5 mm, colocadas en los troncos de los árboles o ajustadas sobre sus ramas. Para la colocación de las trampas en el nivel 2 se utilizó una escalera de aluminio de 5 m. La colocación de las trampas en el nivel 3 fue basada en el método propuesto por Vieira (1998), éstas fueron colocadas en árboles que contaran con las características adecuadas para la colocación de trampas, es decir, que tuvieran, ramas horizontales gruesas y que tuvieran una altura apropiada para poder colocarlas en el árbol.

A cada individuo capturado se le tomaron los siguientes datos: fecha y sitio de captura, peso, sexo, medidas morfométricas estándar (longitud total, longitud cola, longitud pata derecha, longitud oreja). La edad se determinó en función al tamaño corporal, peso y coloración del pelaje, asignándolos a una de dos categorías: juvenil o adulto. El estado reproductivo se determinó, en el caso de los machos, observando si éstos presentaban testículos escrotados o inguinales. En las hembras se observó si presentaban vagina inflamada, si estaban lactando o si era evidente la presencia de preñez al palpar embriones (Hernández-Betancourt et al., 2003).

Los individuos capturados fueron marcados utilizando el método de marcaje en las orejas (Richter y Freegard, 2009) y por el método de ectomización de falanges (DeBlase y Martin, 1974), posteriormente eran liberados en su sitio de captura (Ver Anexo, Figura 2). Cada ejemplar fue identificado in situ con ayuda de guías o claves especializadas (Reid, 2009; Hall, 1981). Los ejemplares fueron colectados con los permisos de colecta científica número: 07121 y 08098, autorizados por la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. Algunos ejemplares fueron depositados en la Colección Mastozoológica del Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana (Cve: VER-MAM-191-10-06 SEMARNAT).

Análisis

Para conocer el número de especies esperadas para cada sitio se utilizó el estimador Chao1, que se basa en el número de especies raras presentes en una muestra (Moreno, 2001). La curva de acumulación de especies para cada sitio fue realizada mediante el programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2013). Las curvas muestran el número de especies acumuladas conforme se aumenta el esfuerzo de captura en un sitio, de tal manera que la riqueza aumenta hasta que llegue un momento en que el número de especies alcance un máximo y la curva se estabilice en una asíntota (Ecuación 1).

$$= + \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

S= Número de especies en una muestra.

A= Número de especies representadas por un individuo en la muestra.

B=Número de especies representadas por dos individuos en la muestra.

Para conocer la riqueza y diversidad de los roedores de cada sitio, se hizo un conteo de especies, se utilizó la prueba de diversidad índice Shannon-Wiener (H') para calcular la diversidad y la prueba de t- modificada por Hutchenson para determinar si existen diferencias entre los valores de diversidad de cada sitio (Villarreal, et al., 2004), utilizando el programa Past 3.12 (Hammer, 2016).

De manera descriptiva se hizo un gráfico de cajas por sitio para visualizar las diferencias de uso vertical entre especies. Además, se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para conocer si los datos se distribuían de manera normal o no (Dytham, 1999). Dado que los supuestos requeridos no se cumplieron se empleó la prueba de Kruskal-Wallis como una alternativa no paramétrica, esto para contrastar la hipótesis planteada en este estudio. Posteriormente para detectar diferencias entre especies se utilizó la prueba post-hoc de comparación múltiple de Dunn (Dytham, 1999). Se utilizó la prueba Ji-cuadrada (χ^2) de homogeneidad para evaluar la proporción de sexos y edades en la preferencia por estrato para cada especie (Zar, 2010). Para determinar si existía asociación entre las capturas y recapturas de cada especie en los diferentes niveles con relación a los sexos y la edad, también se realizó una prueba Ji-cuadrada (χ^2).

En todas las pruebas fue manejada una confiabilidad del 95% y un nivel de significancia de 0.05, donde si $p < 0.05$ se rechazan las hipótesis planteadas (Wackerly et al., 2010). Los análisis estadísticos se llevaron a cabo en el programa PASW Statistics versión 18.0.0.

RESULTADOS

En la REEE se obtuvo un total de 172 individuos y 412 recapturas. La comunidad de roedores tuvo una riqueza específica de cinco especies pertenecientes a las familias Heteromyidae y Cricetidae: *Heteromys gaumeri* (Allen and Chapman, 1897), *Peromyscus yucatanicus* (J. A. Allen and Chapman, 1897), *Reithrodontomys gracilis* (J. A. Allen and Chapman, 1897), *Otonyctomys hatti* (Anthony, 1932), y *Ototylomys phyllotis* (Merriam, 1901). Se observó que la especie mejor representada fue *P. yucatanicus* con 118 individuos capturados (68.6%), mientras que de *R. gracilis* y *O. hatti* sólo se capturaron dos y tres individuos, respectivamente (Tabla 1).

En la RESG se obtuvieron 72 individuos y 223 recapturas; la comunidad de roedores presentó una riqueza específica de seis especies pertenecientes a la familia Cricetidae (*Peromyscus mexicanus*, *Reithrodontomys fulvescens*, *Handleyomys alfaro*, *Oryzomys couesi* y *Nyctomys*

sumchraști) y Muridae (*Rattus rattus*). La especie *P. mexicanus* fue la mejor representada en el sitio con 52 individuos capturados, representando el 72.2% de capturas, mientras que la especie *R. rattus* fue la menos abundante con sólo un individuo capturado (Tabla 1).

Tabla 1. Riqueza y abundancia de los pequeños roedores en selva mediana subperennifolia de la Reserva Ecológica el Edén, Q. Roo (REEE) y la Reserva Ecológica Santa Gertrudis, Veracruz (RESG).

Sitio	Familia	Especie	No. Ind	RC	%
REEE	Heteromyidae	<i>Heteromys gaumeri</i>	6	2	3.4
	Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	118	329	68.6
		<i>Reithrodontomys gracilis</i>	2	1	1.1
		<i>Otonyctomys hatti</i>	3	2	1.7
		<i>Ototylomys phyllotis</i>	43	78	25.0
RESG	Cricetidae	<i>Peromyscus mexicanus</i>	52	200	72.2
		<i>Reithrodontomys fulvecens</i>	3	3	4.1
		<i>Handleyomys alfaroi</i>	9	6	12.5
		<i>Oryzomys couesi</i>	5	11	6.9
		<i>Nyctomys sumichraști</i>	2	2	2.7
		<i>Rattus rattus</i>	1	0	1.3

No.Ind=Número de individuos capturados; RC=Número de recapturas; %=porcentaje total de individuos capturados.

Diversidad de especies

El análisis de la diversidad de especies con el estimador Chao1 arrojó que para ambos sitios se alcanzó el número de especies esperadas. Se construyó una curva de acumulación de especies, en donde se observa que en la REEE se alcanzó una asíntota aproximadamente a la mitad de los muestreos, en tanto que para la RESG se observó un incremento continuo de especies y aparentemente se alcanzó el 100% hasta el último muestreo (Figuras 3 y 4).

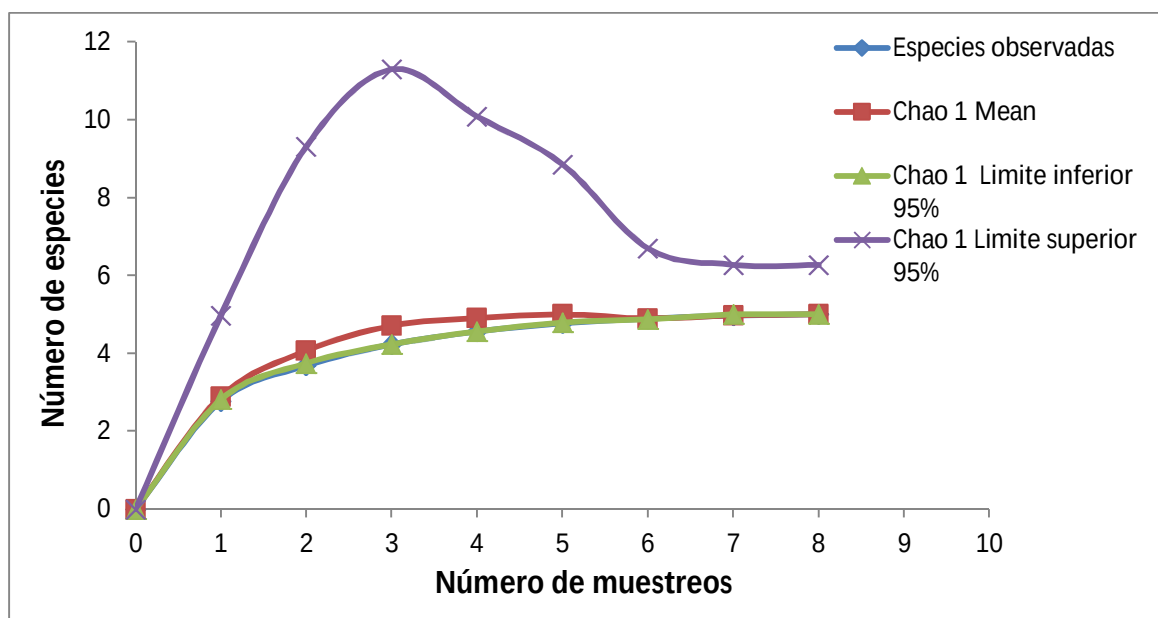


Figura 3. Curva de acumulación de especies de la Reserva Ecológica el Edén.

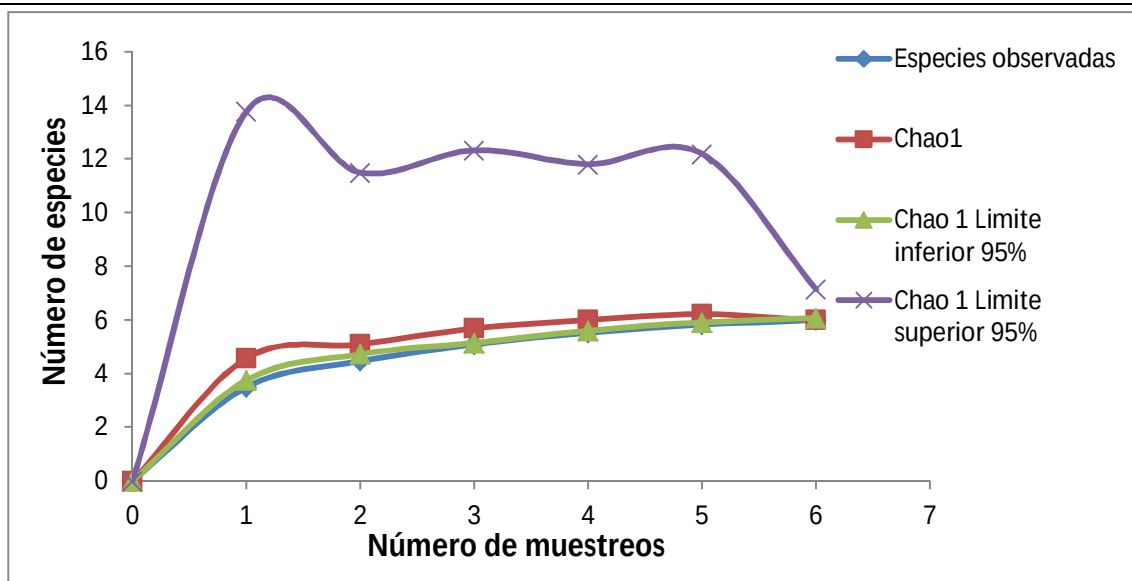


Figura 4 . Curva de acumulación de especies de la Reserva Ecológica Santa Gertrudis.

Se obtuvieron los valores de la diversidad de cada sitio, en donde el índice de Shannon para la REEE fue de $H' = 0.8446$, mientras que para RESG el valor fue de $H' = 0.9715$. Para comprobar si hubo diferencia en la diversidad entre ambos sitios se realizó la prueba de t de student modificada por Hutchenson, lo que mostró que no hubo diferencias entre los sitios ($t = -0.86204$; g.l. = 112.18; $p = 0.39051$).

Análisis poblacional y proporciones de sexo y edad

En la REEE se capturaron 73 hembras y 99 machos de las cinco especies registradas. De la especie *H. gaumeri* sólo se capturaron cuatro machos y dos hembras. Para *P. yucatanicus* la proporción de sexos fue de 2:1 ($\chi^2 = 8.203$, g.l. = 1, $p = 0.004$), con 70 machos y 48 hembras capturadas. La especie *O. phyllotis* no presentó diferencias en la proporción de sexos, siendo de 1:1 ($\chi^2 = 0.047$, g.l. = 1, $p = 0.829$), de la cual se registraron 21 hembras y 22 machos; mientras que en la especie *O. hatti* sólo se capturaron tres machos y de la especie *R. gracilis* se registraron dos hembras.

La representación de las edades de los individuos de las cinco especies registradas fue de 54 individuos juveniles y 118 adultos. Los datos de adultos y juveniles de cada especie se presentan en la Tabla 2.

En la RESG, se capturaron un total de 38 hembras y 34 machos pertenecientes a las seis especies registradas. En la especie *P. mexicanus*, la proporción de sexos fue de 1:1 ($\chi^2 = 0.154$, g.l.=1, $p = 0.694$) (27 hembras y 25 machos). Las especies que mostraron pocos registros tanto de hembras como machos fueron *H. alfaroi* con seis hembras y tres machos; *O. couesi* con dos hembras y tres machos; *R. fulvescens* con una hembra y dos machos; *N. sumichrasti* con dos hembras y finalmente *R. rattus* estuvo representada por un macho que por el bajo número de capturas no tiene sentido estimar la proporción de sexos.

Tabla 2. Estructura poblacional de la comunidad de roedores en la REEE.

Especie	Sexo	N (%)	Juveniles	Adultos	Total
<i>Heteromys gaumeri</i>	H	2 (33.3)	1	1	6
	M	4 (66.6)	0	4	
<i>Peromyscus yucatanicus</i>	H	48 (40.6)	19	29	118
	M	70 (59.3)	22	48	
<i>Reithrodontomys gracilis</i>	H	2 (100)	2	0	2
	M	0	0	0	
<i>Otonyctomys hatti</i>	H	0	1	1	3
	M	3 (100)	1	2	
<i>Ototylomys phyllotis</i>	H	21(48.8)	5	16	43
	M	22 (51.1)	4	18	

La distribución de edades de los individuos en la RESG pertenecientes a las seis especies, estuvieron representadas por 50 individuos adultos y 22 juveniles. La especie *P. mexicanus* tuvo diferencia significativa en la proporción de edades con un registro de 33 individuos adultos y 19 individuos juveniles ($\chi^2 = 7.539$, g.l.= 1, $p = 0.006$), seguida por *H. alfaroi* con ocho adultos y un juvenil. En tanto que las especies con un registro menor a cinco individuos

fueron *R. fulvescens* con dos adultos y un juvenil, *N. sumichrasti* con un adulto y un juvenil. En las especies que no se registraron juveniles fueron *O. couesi* con cinco adultos y *R. rattus* sólo con un adulto (ver Tabla 3).

Tabla 3. Estructura poblacional de la comunidad de roedores en RESG.

Especie	Sexo	N (%)	Juveniles	Adultos	Total
<i>Peromyscus mexicanus</i>	H	27 (51.9)	9	18	52
	M	25 (48)	10	15	
<i>Reithrodontomys fulvecens</i>	H	1 (33.3)	0	1	3
	M	2 (66.6)	1	1	
<i>Handleyomys alfaroi</i>	H	1 (66.6)	0	1	9
	M	3 (33.3)	0	3	
<i>Oryzomys couesi</i>	H	2 (40)	0	2	5
	M	3 (60)	0	3	
<i>Nyctomys sumichrasti</i>	H	2 (100)	1	1	2
	M	0	0	0	
<i>Rattus rattus</i>	H	0	0	0	1
	M	1	0	1	

Uso de niveles por sexos y edades de las especies capturadas en REEE y RESG

En cuanto a la preferencia de hembras y machos por el uso del suelo (nivel 1) o el estrato vertical (nivel 2 o nivel 3), en la REEE se observó que ambos sexos de la especie *H. gaumeri* utilizaron sólo el suelo. En las especies *P. yucatanicus* y *O. phyllotis*, tanto hembras como machos utilizan suelo y estrato vertical (nivel 1 y 2). La prueba de X^2 no mostró una asociación entre el uso de los niveles 1 y 2 para *P. yucatanicus* con relación a los sexos ($X^2=1.964$, g.l=1, $p < 0.05$). Por el contrario, para *O. phyllotis* sí existió una asociación entre las capturas de los niveles 1 y 2 y los sexos ($X^2=4.003$, g.l=1, $p < 0.05$).

Al realizar el análisis por edades, para *P. yucatanicus* sí se encontró una asociación entre los niveles y las edades ($X^2=100.250$, g.l=1, $p < 0.05$), por el contrario *O. phyllotis* no mostró asociación ($X^2=0.964$, g.l=1, $p < 0.05$). En las Figuras 5 y 6 se muestra el número de individuos capturados y recapturados de cada sexo por especie en cada uno de los niveles en donde fueron colocadas las trampas.

En cuanto a la captura de individuos de cada especie En la RESG, *P. mexicanus* no mostró asociación entre en los niveles 1, 2 y 3 y las capturas de hembras y machos ($X^2=0.775$, g.l=2, $p < 0.05$). En cuanto al análisis por edades, *P. mexicanus*, tampoco mostró asociación entre los diferentes niveles y la proporción de adultos y juveniles ($X^2=1.172$, g.l=2, $p < 0.05$). En las Figuras 7 y 8 se muestran las capturas y recapturas de las especies en la RESG en los diferentes niveles, separadas por categorías de sexo y edad.

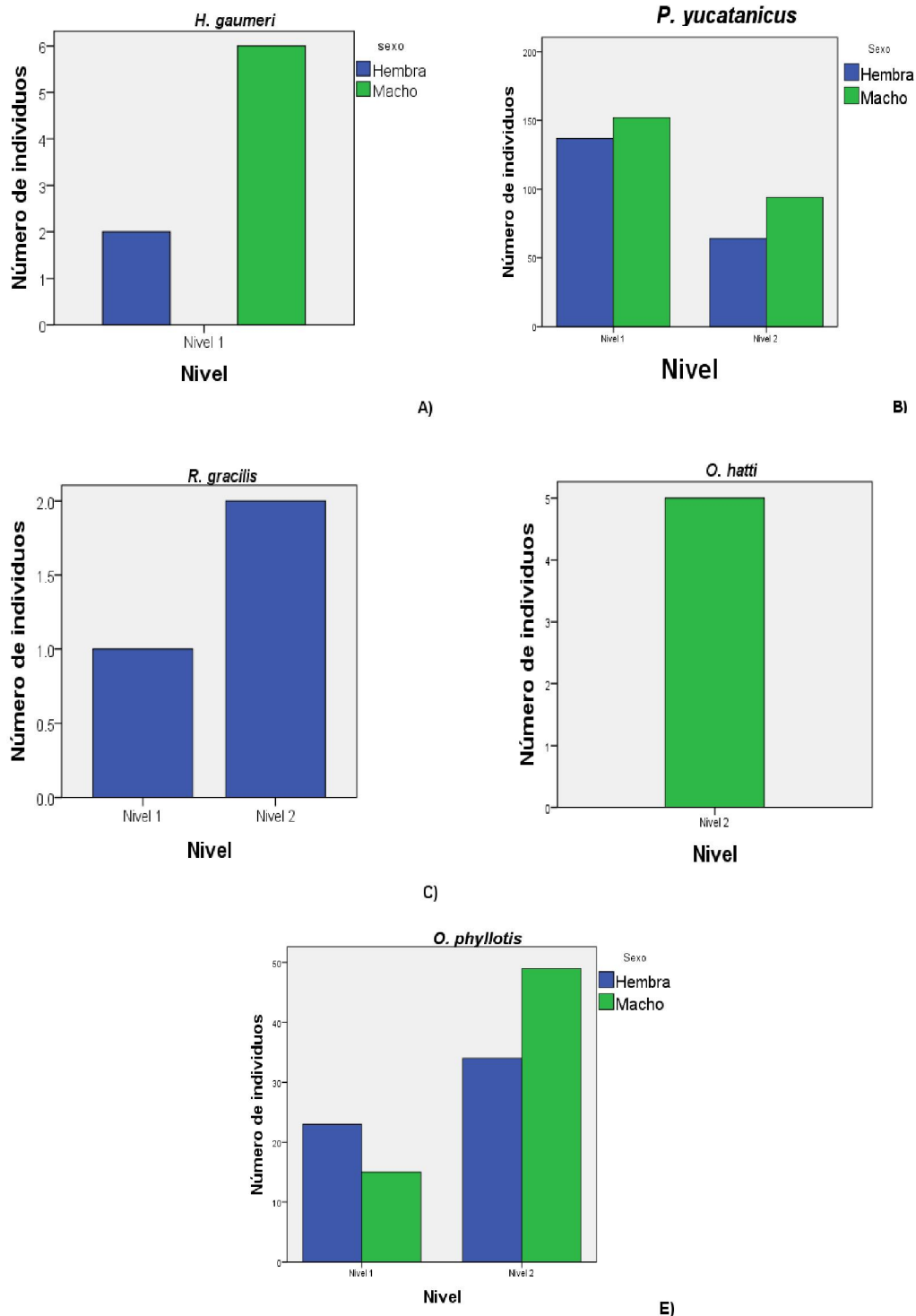


Figura 5 . Número de individuos capturados y recapturados por sexos en los diferentes niveles en la REEE, Quintana Roo.

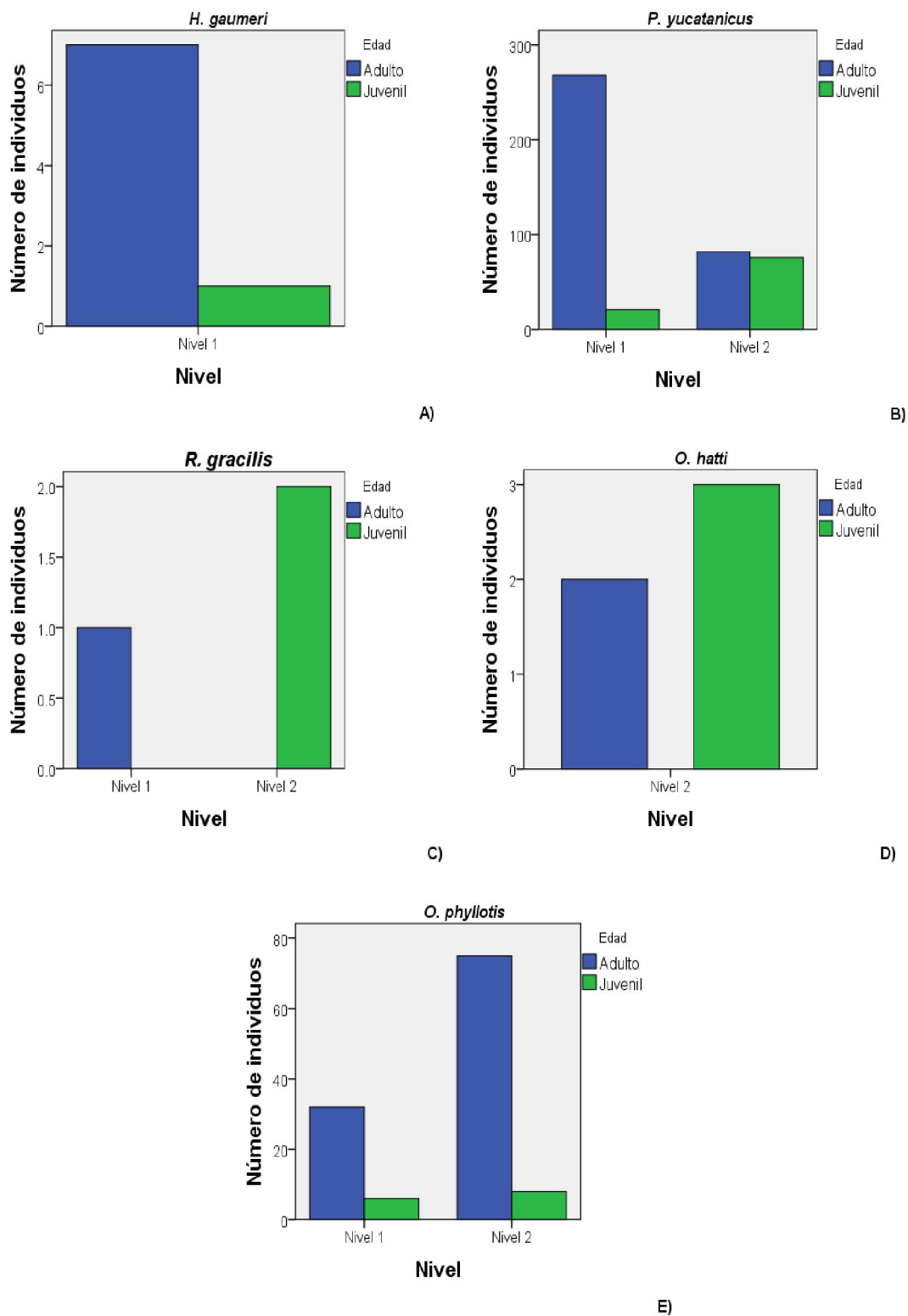


Figura 6 . Número de individuos capturados y recapturados por edades en los diferentes niveles en la REEE, Quintana Roo.

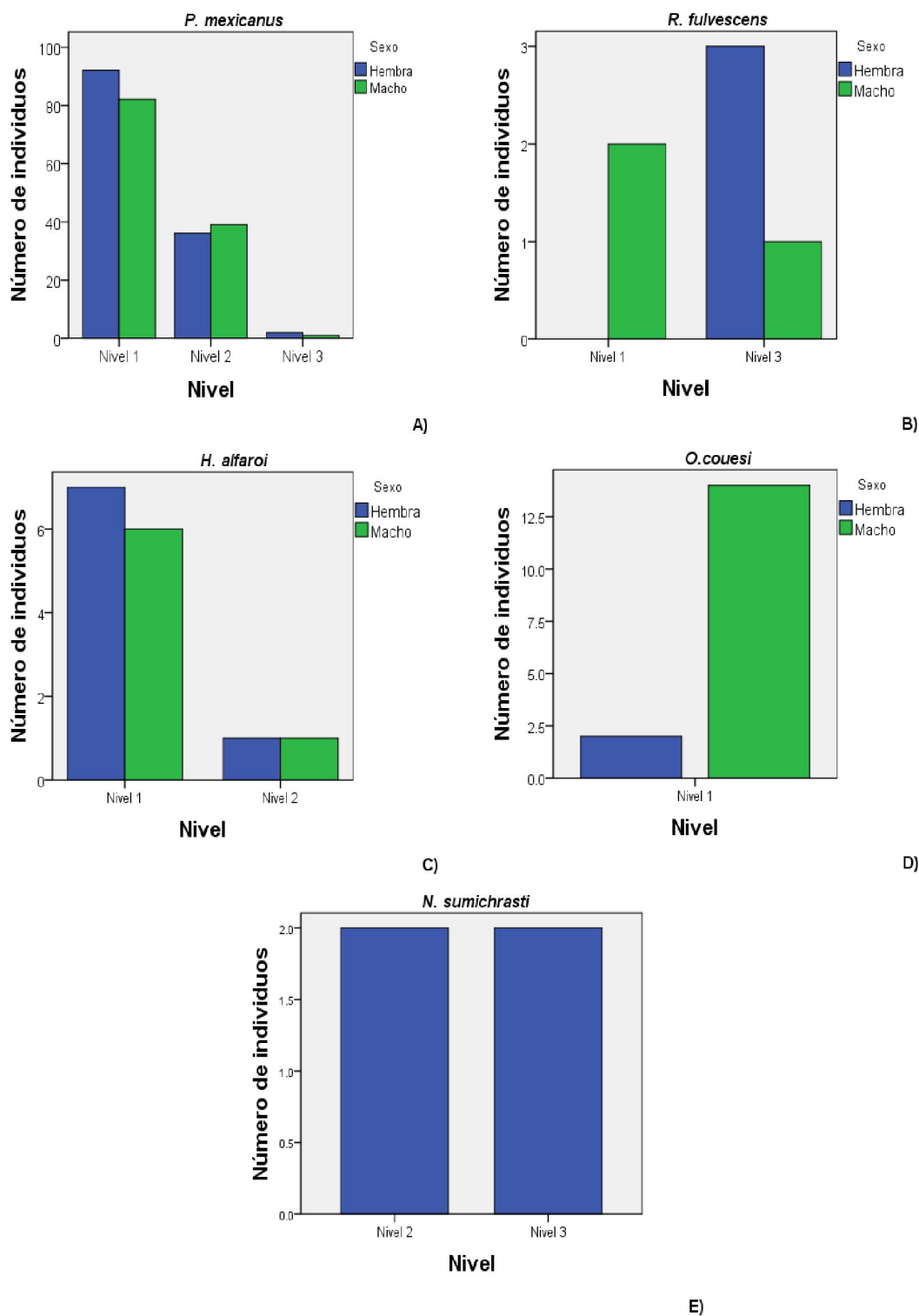


Figura 7 . Número de individuos capturados y recapturados por sexos en los diferentes niveles en la RESG, Veracruz.

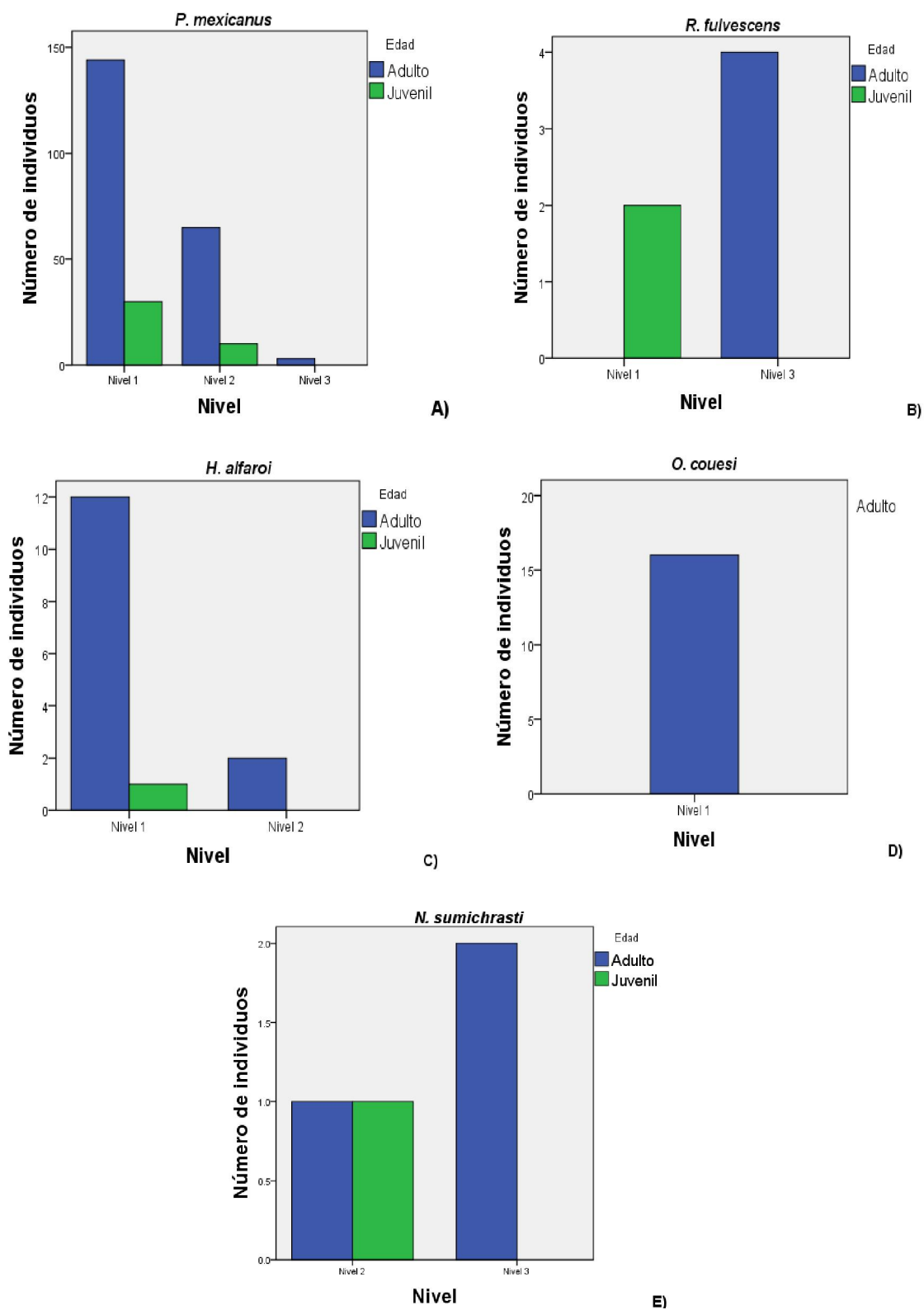


Figura 8. Número de individuos capturados y recapturados por edades en los diferentes niveles en la RESG, Veracruz.

Estrato vertical

En la REEE se obtuvieron 248 capturas en el estrato vertical y 336 capturas a nivel del suelo. *H. gaumeri* solo fue registrado en el nivel 1 ($n=6$), mientras que las otras cuatro especies tuvieron registros tanto en el suelo (nivel 1) como en el estrato vertical (sólo en nivel 2). Se observó que *O. phyllotis* tuvo mayor número de capturas en el estrato vertical (nivel 2) con un registro de 83 capturas y a nivel del suelo (nivel 1) sólo 38 capturas. Por el contrario, *P. yucatanicus* tuvo un mayor número de registros a nivel del suelo con 289 capturas y en el estrato vertical tuvo 158. De *O. hatti* se registraron cinco capturas en estrato vertical (nivel 2), siendo ésta, la única especie que no se capturó a nivel del suelo. La especie *R. gracilis* fue registrada sólo en dos ocasiones en el estrato vertical y una en el suelo. De acuerdo a las frecuencias de captura se observó que las especies *P. yucatanicus*, *R. gracilis* y *O. phyllotis*, utilizan tanto el suelo como el estrato vertical, mientras que la especie *O. hatti* se restringe al estrato vertical (nivel 2) (Figura 9).

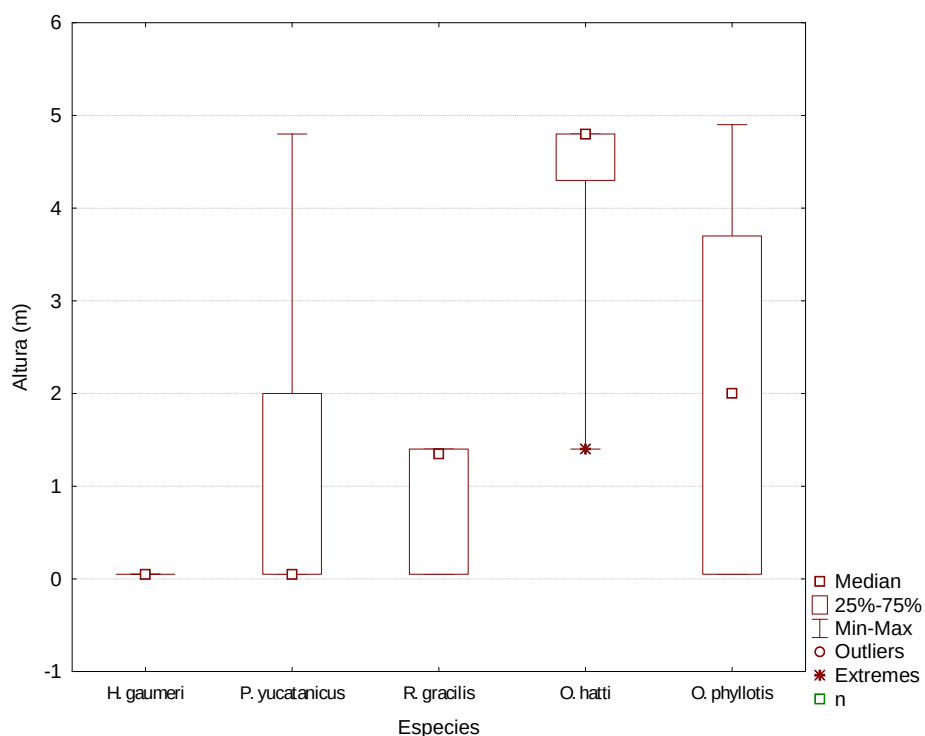


Figura 9 . Alturas (m) de registro de cada especie capturada en la selva mediana de la REEE, Quintana, Roo.

Al comparar la distribución vertical del registro de las especies en la REEE por altura mediante la prueba de Kruskal-Wallis, se concluye que existe suficiente evidencia para decir que hay diferencias significativas con una confiabilidad del 95% ($\chi^2 = 67.667$, g.l.=4, $p < 0.001$). La prueba post hoc mostró que existe preferencia del estrato entre especies (tabla 4). En tanto que *R. gracilis* no mostró diferencias en cuanto al uso de estrato con tres especies: *H. gaumeri* ($Z = -1.241$; $p = 0.862$), *P. yucatanicus* ($Z = -0.309$; $p = 0.999$) y *O. phyllotis* ($Z = -0.927$; $p = 0.711$). Tampoco se encontraron diferencias entre *H. gaumeri* y *P. yucatanicus* ($Z = -1.853$, $p = 0.413$).

Tabla 4. Valor de significancia de las pruebas post hoc en el uso del estrato entre especies en la REEE.

Especies	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5
	Z; ρ	Z; ρ	Z; ρ	Z; ρ	Z; ρ
SP1	--	-1.853; 0.413	-1.241; 0.862	-4.233; 0.000	-3.787; 0.001
SP2	--	--	-0.309; 0.999	-3.896; 0.000	-7.041; 0.000
SP3	--	--	--	-2.153; 0.013	-0.927; 0.711
SP4	--	--	--	--	2.258; 0.004

SP1= *H. gaumeri*, SP2=*P. yucatanicus*, SP3= *R. gracilis*, SP4= *O. hatti*, SP5= *O. phyllotis*.

En la RESG se tuvo un registro total de 89 capturas en estrato vertical y 205 a nivel del suelo. La especie *P. mexicanus* presentó mayor número de registros a nivel del suelo con 174 capturas y en el estrato vertical 78 capturas (nivel 2 y 3). La especie *H. alfaroi* tuvo un registro de 13 capturas a nivel del suelo y dos en estrato vertical (nivel 2). *R. fulvescens* se capturó en cuatro ocasiones en el estrato vertical (nivel 3) y dos a nivel del suelo. Por otro lado, se observó que de las seis especies, *N. sumichrasti* nunca fue capturada al nivel del suelo y sólo se registraron cuatro capturas en el estrato vertical (nivel 2 y 3), por el contrario la especie *O. couesi* fue solo capturada a nivel del suelo con un registro de 16 capturas (Figura 10).

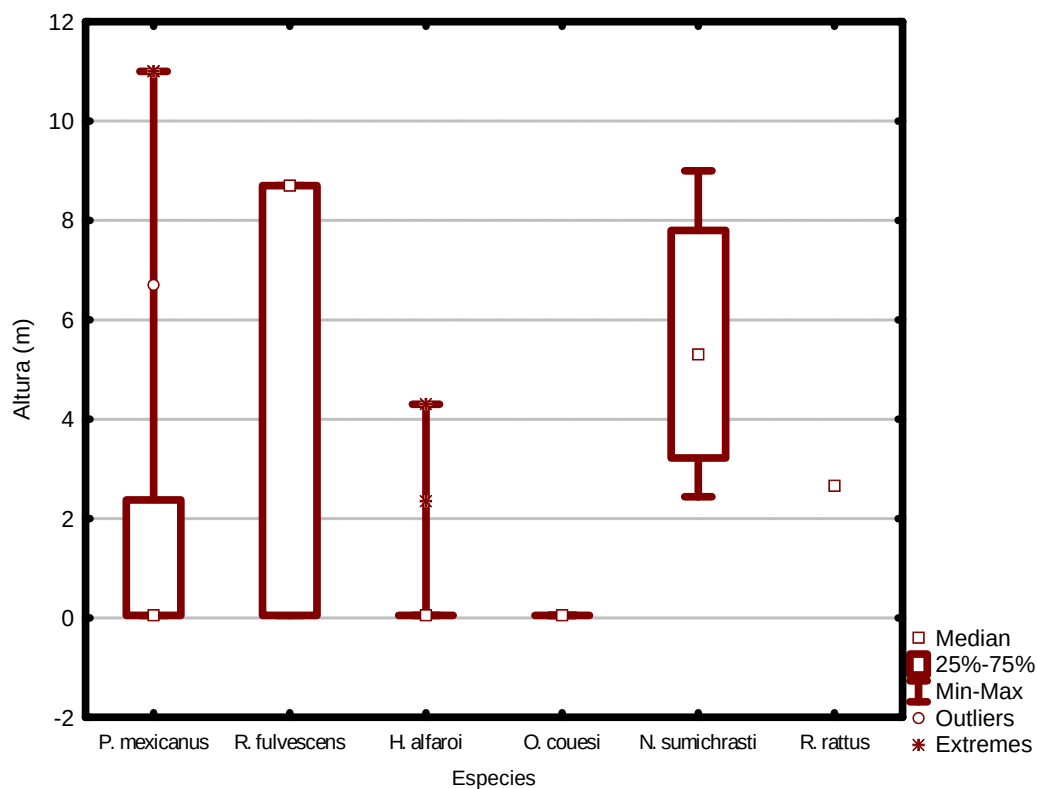


Figura 10. Distribución vertical de las especies de roedores capturadas en selva mediana de la RESG, Veracruz.

Mediante la prueba de Kruskal-Wallis se realizó la comparación de la distribución de las especies en RESG por altura, encontrando diferencias significativas con una confiabilidad de 95% ($\chi^2 = 29.502$, g.l.=4, $p < 0.001$). Cabe mencionar que *R. rattus* fue excluida para la realización de esta prueba, ya que sólo fue registrada en una ocasión. Se hizo una prueba post hoc, la cual mostró que hay diferencias en cuanto a la preferencia del estrato (tabla 5). En donde *P. mexicanus* no mostró diferencias significativas con *H. alfaroi* ($Z = 1.371$; $p = 0.212$) y ésta a su vez no mostró diferencia con *O. couesi* ($Z = 0.784$; $p = 0.432$), por otra parte, las especies *N. sumichrasti* y *R. fulvescens* tampoco mostraron diferencias en el uso del estrato vertical ($Z = -0.988$; $p = 0.358$).

Tabla 5. Valor de significancia de las pruebas post hoc en el uso del estrato entre especies en la RESG.

Especies	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5
	Z; ρ	Z; ρ	Z; ρ	Z; ρ	Z; ρ
SP1	--	-2.793; 0.008	1.371; 0.212	2.507; 0.017	-3.555; 0.001
SP2	--	--	3.143; 0.003	3.760; 0.001	-0.988; 0.358
SP3	--	--	--	0.784; 0.432	-3.832; 0.001
SP4	--	--	--	--	-4.361; 0.001

SP1= *P. mexicanus*, SP2=*R. fulvescens*, SP3= *H. alfaori*, SP4= *O. couesi*, SP5= *N. sumichrasti*.

En la REEE, la altura máxima de captura para las especies *P. yucatanicus* y *O. phyllotis* fue de 4.80 metros, mientras que para *O. hatti* fue de 4.90 metros. Por otra parte, en la RESG se registró a la especie *P. mexicanus* a una altura máxima de 11 metros, la especie *R. fulvescens* se capturó a 8.7 m y la especie *H. alfaroi* a una altura máxima de 4.3 m (Figura 11).

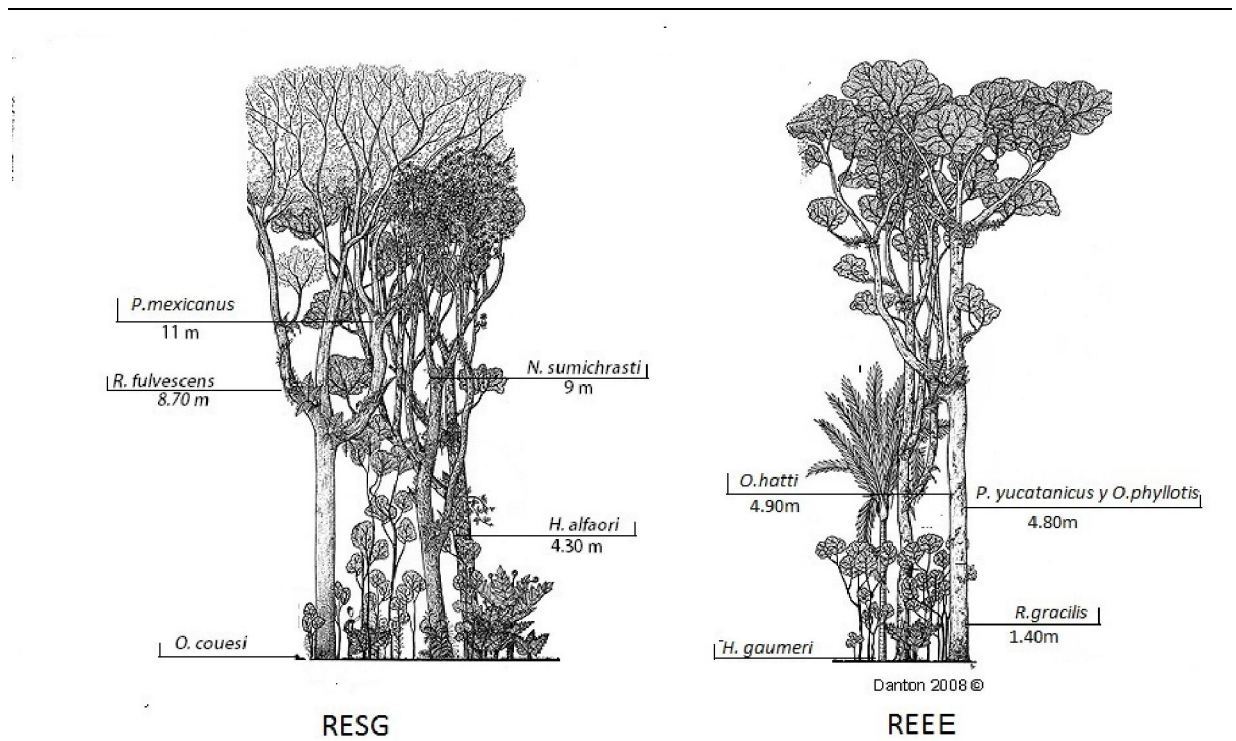


Figura 11. Representación de la altura máxima registrada de cada una de las especies de roedores capturados en estrato arbóreo en REEE y RESG (modificado de Vargas et al. 2010).

DISCUSIÓN

El presente estudio realizado en dos reservas ecológicas privadas, cuya vegetación dominante es la selva mediana subperennifolia y sus diferentes asociaciones y sucesiones serales, en los estados de Quintana Roo y Veracruz, nos permitió obtener información relevante que contribuye al conocimiento de la diversidad de los roedores. Además, permitió comprender cómo están conformadas las comunidades de roedores y la importancia que tiene la colocación de trampas a diferentes niveles del estrato vertical para obtener datos mas precisos acerca del uso del estrato vertical de las especies de pequeños roedores en estas dos selvas medianas.

En diferentes estudios de otros países realizados en bosques tropicales que utilizan de manera simultánea el método de trampeo de roedores en el suelo y en el estrato vertical se ha encontrado una mayor riqueza de especies con registros mayores a siete especies (Voss y Emmons, 1996; Lambert et al. 2005; Cadernatori et al. 2008; Hannibal y Caceres 2010; Passamani y Fernández, 2011; Abreu y De Oliveira, 2014). Al comparar la riqueza encontrada en este estudio, se observó que es menor, esto concuerda con lo sugerido por Voss y Emmons (1996) ya que mencionan que existe una disminución de riqueza de especies en los bosques tropicales del sur de México. En nuestro estudio, a pesar de que cada una se encuentra a distinta altitud y cuentan con características edáficas y climáticas diferentes, se encontró que la riqueza de especies de pequeños roedores de selva mediana presentes en la REEE y la RESG, se asemeja a lo reportado en otros trabajos realizados en bosques tropicales de México, que utilizan de manera simultánea el método de trampeo de roedores en el suelo y en el estrato vertical. En esos estudios la riqueza de pequeños roedores varía entre cuatro y 12 especies (Ceballos, 1989; Domínguez-Castellanos et al., 2007; Pérez-Lustre, 2010; Poindexter et al. 2012).

Las selvas tropicales son sitios que por su complejidad resguardan una alta riqueza de especies (Lowman y Moffet, 1993), sin embargo, en ocasiones tienen procesos que pueden afectar a las poblaciones de las especies que habitan en ellas, tales como la deforestación, que particularmente afecta con mayor intensidad a las especies arborícolas (Nakagawa et al., 2006). Autores señalan la importancia de realizar estudios que incluyan técnicas de muestreo como el trampeo en el estrato vertical, ya que este tipo de técnica es necesaria para complementar inventarios de roedores y obtener conocimiento de su biología, así como de las interacciones en su hábitat (Taylor y Lowman, 1996; Albanese et a.; Hannibal y Caceres,

2010), con el fin de obtener información fundamental que sirva para poder realizar acciones efectivas de conservación de estas especies y posiblemente de otras muy poco conocidas que usan el estrato arbóreo como recurso.

Comunidad de roedores de la Reserva Ecológica El Edén

En la REEE se documentó que la riqueza de la comunidad de roedores en selva mediana se compone por cinco especies, lo que concuerda con trabajos realizados en selvas de la Península de Yucatán en donde la riqueza varía entre cinco y ocho especies de roedores (Hernández-Betancourt et al. 1996; Pozo y Escobedo, 1999; Cimé-Pool et al., 2010). Un estudio previo, enfocado al conocer la comunidad de los roedores comparando diferentes tipos de vegetación en la REEE reportó una riqueza de siete especies de pequeños roedores (MacSwiney et al., 2012). En el presente estudio no fue posible confirmar la presencia de dos especies, *Oryzomys couesi* y *Sigmodon hispidus* en la selva, posiblemente debido a que prefieren otro tipo de ambientes; *O. couesi* fue registrado en la REE sólo en zonas inundadas como se ha observado en otros estudios (Poindexter, 2012) y a *S. hispidus* parece preferir zonas más arbustivas y con pastizales (Cimé-Pool et al., 2010).

En el sitio, la especie más abundante fue *P. yucatanicus* con el 68.6% de la abundancia total. A esta especie se le ha encontrado compartiendo el hábitat con *O. phyllotis* y *H. gaumeri*, ambas han presentado mayores abundancias que *P. yucatanicus* en otras zonas de la Península de Yucatán (Lawlor, 1969; Hernández-Betancourt et al., 2008; Cimé-Pool et al. 2010). A pesar de que se ha mencionado que *O. phyllotis* tiende a ser más abundante en selvas medianas, en nuestro sitio ocupó el segundo lugar con el 25% de las colectas, coincidiendo con lo encontrado en otras localidades de la Península de Yucatán (Lawlor, 1969; Hernández-Betancourt et al., 2012).

La tercera especie con mayor abundancia en la REEE fue *H. gaumeri*. Sus capturas fueron bajas con solo seis individuos (3.4%), al compararla con otros sitios en selva mediana subcaducifolia de la península (Hernández-Betancourt et al., 2003). Esto quizás se deba a que es una especie que no es abundante en lugares con suelo pedregoso y propenso a inundaciones en la época de lluvias, como sucede en nuestro sitio de estudio (Cimé-Pool et al., 2010). Además, se constató que es de hábitos terrestres en comparación con *P. yucatanicus* y *O.*

phyllotis que son especies que utilizan tanto el suelo como el estrato arbóreo (Lawlor, 1969; Hernández-Betancourt, 2008; MacSwiney, 2012).

En este estudio *R. gracilis* y *O. hatti* se consideraron como especies raras en el sitio por su baja captura (2 y 3 individuos, respectivamente). Se ha reportado que *R. gracilis* ha sido una especie que por lo general ha presentado poca ocurrencia en diferentes bosques tropicales de la Península de Yucatán (Hooper, 1952; Cimé-Pool et al. 2010; Hernández-Betancourt et al. 2012), mientras que la especie *O. hatti* es considerada una especie rara para la península ya que han sido pocos los registros en esta zona. Esto quizás se deba a que, por sus hábitos arborícolas, a sus bajos números poblacionales o a su dificultad para ser capturada, aunado a esto son pocos los estudios dirigidos a los roedores arborícolas, por lo tanto la mayor parte de sus registros han sido ocasionales (Aranda et al., 1997; Vargas-Contreras et al., 2004).

Con el objetivo de conocer las especies de roedores que utilizan el estrato vertical en la selva mediana subperennifolia de la REEE, en este trabajo los muestreos fueron a niveles más altos a los que se han realizado anteriormente en la Península de Yucatán (Hernández-Betancourt, 2008, Cimé-Pool et al. 2010) y en la REEE, en donde ya se había muestreado a una altura no mayor a 2 m en la selva mediana (MacSwiney et al., 2012). Esto nos permitió la captura y recaptura de especies de hábitos arborícolas como *O. hatti*. Esta fue la única especie que no fue capturada a nivel del suelo, de las cinco especies registradas en la selva mediana de la REEE, coincidiendo con lo reportado en otras contribuciones (MacSwiney et al. 2009; Panti-May et al., 2015). Se ha reportado la captura de esta especie sobre tejados de paja, ramas muertas y sobre palmas (1-2 m de altura), por lo tanto, a esta especie se le ha considerado hasta el momento de hábitos estrictamente arborícolas, ya que no ha sido observada o capturada a nivel del suelo (Aranda et al. 1997; MacSwiney et al. 2009; Panti-May et al. 2015). Como observación de campo en el presente trabajo, al ser liberado un individuo, este buscó inmediatamente trepar al árbol más cercano. Esta conducta ha sido observada en otros roedores de hábitos arborícolas como la especie *O. phyllotis* (Hernández-Betancourt et al., 2008).

Autores han señalado que la complejidad del bosque y la presencia de epífitas, son factores que influyen de manera positiva en la presencia y abundancia de especies de roedores arborícolas, ya que éstos les sirven como fuentes de alimento, agua, refugio y protección

contra depredadores (Malcolm, 1961; Hannibal y Caceres, 2010; Abreu y De Oliveira, 2013; Colunga, 2014). Ante estas observaciones es posible que la baja incidencia de *O. hatti* en la REEE, se deba a que en el sitio se observó que el follaje no era abundante, esto aunado a los diferentes eventos que han provocado que la vegetación del sitio se encuentre en constante regeneración ya que la reserva se ubica en una de las zonas con mayor ocurrencia de incendios forestales en los últimos años, además se ha visto afectada por huracanes como “Isidoro” en el año 2002 y “Wilma” en 2005 que causaron grandes daños en la Península de Yucatán. En el sitio se observaron pocas epífitas en los árboles y al liberar a otro de los individuos en el sitio de captura, observamos que dio un salto del árbol en que se liberó hacia un árbol contiguo que poseía epífitas (*Tillandsia* sp.), donde podría estar su refugio, ya que posteriormente fue capturado en ese mismo sitio. Esto puede ser un indicio de que la cobertura vegetal y la cantidad de epífitas sean dos factores que limiten la distribución y abundancia en el sitio, aunque es necesario hacer más estudios para corroborar esta observación.

La especie *H. gaumeri* no se registró en el estrato arbóreo, por tanto, se consideró de hábitos terrestres, mientras que *O. phyllotis*, *P. yucatanicus* y *R. gracilis* utilizaron tanto el suelo como los árboles, lo que concuerda con lo reportado en estudios previos (Hernández-Betancourt et al., 2008, Cimé-Pool et al., 2010; MacSwiney et al., 2012) distinguiéndolas como especies semi-arborícolas. La especie *O. phyllotis* siendo conocida como de hábitos arborícolas; mostró una mayor preferencia por el estrato vertical, ya que cerca del 68.5% de los individuos fueron capturados en el nivel 2. Estos resultados son consistentes con lo observado en una selva mediana subcaducifolia del sur de Yucatán (Hernández-Betancourt et al., 2008). A esta especie Lawlor (1969) la considera como una especie que utiliza preferentemente niveles inferiores a esta altura, sin embargo, en este estudio se registraron individuos utilizando el estrato vertical a alturas mayores a una altura máxima de 4.9 m.

Del mismo modo *P. yucatanicus* mostró una mayor preferencia por el suelo con el 64.6% de los individuos capturados y menor por el estrato vertical con el 35.3%. Esta especie utiliza principalmente el suelo, pero también se le puede encontrar sobre el estrato vertical (MacSwiney et al. 2012). En la REEE se capturó a una altura máxima de 4.8 m, lo cual representa el registro más alto para la especie. *R. gracilis* se colectó en tres ocasiones (una a nivel del suelo y dos sobre el estrato vertical), esta especie es escansorial y existen reportes de capturas sobre arbustos, cactus, construcciones artificiales y sobre árboles (Genoways y Jones,

1972; Young y Jones, 1984). Hasta el momento la especie no se ha registrado a alturas mayores a 2 m, lo que concuerda con lo observado en el sitio en donde la altura máxima fue de 1.35 m, por lo tanto, es posible que esta especie solo utilice ocasionalmente el estrato arbustivo.

Comunidad de roedores de la Reserva Ecológica Santa Gertrudis

En la RESG, la riqueza de la comunidad de roedores encontrada fue de seis especies de pequeños roedores. Esta riqueza es similar a lo reportado en selvas tropicales del estado de Veracruz que varía de entre 7 y 11 especies de pequeños roedores (Mendoza-Castillo, 1990; González-Christen, 2000; Rodríguez-Macedo et al., 2014). Hasta ahora en el estado de Veracruz los bosques mesófilos de montaña y tropicales perennifolios son los tipos de vegetación en donde se ha reportado una mayor riqueza de especies de roedores (Rodríguez-Macedo et al. 2014). Cabe mencionar que este estudio fue enfocado sólo a roedores, sin embargo, la colocación de trampas a diferentes niveles aportó un registro del ratón tlacuache (*Marmosa mexicana*) a 2 m de altura. Esta especie es de hábitos principalmente arborícolas, que se ha encontrado compartiendo el hábitat con algunas de las especies de roedores registradas en la RESG (González-Christen et al. 2012).

Los bosques tropicales de Veracruz (particularmente la selva mediana subperennifolia de Los Tuxtlas), se han señalado como los sitios que cuentan con mayor riqueza de especies de roedores en selvas del estado, reportando entre 11 y 13 especies (Estrada-Coates y Estrada 1996; González-Christen, 2000). Para la selva de la RESG la especie más abundante fue *P. mexicanus*, abarcando el 72% de la colecta de roedores. Se ha reportado a esta especie como la más abundante y común en diferentes hábitats (González-Christen, 2000; Rojas y Barboza-Rodríguez, 2007; Trujano-Álvarez y Álvarez-Castañeda, 2010; Rodríguez-Macedo et al. 2014). La segunda especie mas abundante fue *H. alfaroi*, de la que se capturaron nueve individuos (12%). Esta especie es encontrada comúnmente en sitios húmedos y con cobertura densa (Engilis et al. 2012), condiciones prevalentes en la RESG y que favorecen su presencia y relativa abundancia.

En la RESG, la especie *O. couesi* (con cinco individuos registrados) se ubica como la tercera en abundancia. En otras comunidades se ha observado que tanto *H. alfaroi* como *O. couesi* están relacionadas con sitios cercanos al agua (MacSwiney et al. 2009; Linzey et al. 2016),

como sucede en la RESG, que cuenta con algunas escurrientías. Por otro lado, las especies menos abundantes fueron *R. fulvescens*, *N. sumichrasti* y *R. rattus*. De esta última se registró un solo individuo, capturado en el último muestreo. La presencia de esta especie se ha registrado en otros estudios realizados en la zona centro del estado de Veracruz (Cervantes y Hortelano-Moncada, 1991). Posiblemente su captura se deba a que cerca de nuestro sitio de estudio hay un camino por donde la gente de poblados cercanos a la RESG transita con cargamentos de forrajes y otros productos básicos para actividades agropecuarias y domésticas.

De las seis especies de roedores registrados en al RESG, sólo *O. couesi* fue capturada a nivel del suelo, por lo que en este estudio se consideró de hábitos terrestres. Por el contrario *N. sumichrasti* fue la única especie estrictamente arborícola, sin ningún registro a nivel del suelo. Las especies *R. gracilis*, *P. mexicanus* y *H. alfaroi* se registraron tanto en el suelo, como en el estrato vertical por lo tanto estas tres especies se consideraron como semi-arborícolas.

Aunque *N. sumichrasti* fue registrada exclusivamente en el estrato vertical en nuestro sitio, existen observaciones previas de que esta especie ha sido registrada al pie de árboles (Genoways y Jones, 1972; Mendoza-Castillo, 1990; González-Christen, 2000), a pesar de ello es considerada de hábitos principalmente arborícolas. Al igual que otras especies de hábitos arborícolas, *N. sumichrasti* cuenta con adaptaciones anatómicas que la diferencian de las especies de roedores terrestres, un ejemplo son el tamaño de las patas y sus cojinetes plantares, que se encuentran más desarrollados a comparación de las que utilizan principalmente el suelo (Haffner, 1998, Youlatos et al., 2015). En una selva mediana subperennifolia al sur de Oaxaca, la mayor abundancia de *N. sumichrasti* se presentó entre los 21 y 23 m de altura y al igual que en nuestro estudio no se tuvieron registros en el suelo (Pérez-Lustre, 2010). En contraste, la Estación Biológica Chamela-Cuixmala, Jalisco, *N. sumichrasti* ha sido registrada tanto el suelo como el estrato vertical de manera equivalente (Domínguez-Castellanos et al., 2007).

La abundancia de *N. sumichrasti* fue baja, con solo dos hembras capturadas en cuatro ocasiones, a diferencia de las capturas que se han registrado en otros estudios, en áreas preferentemente con cobertura vegetal más densa (Genoways y Jones, 1972; Hunt et al. 2004; Pérez- lustre y Santos-Moreno, 2010). La razón por la que *N. sumichrasti* tuvo una baja captura en nuestro sitio, puede atribuirse a que esta especie utiliza estratos más altos en selvas

medianas, que cuentan con una buena cobertura y conectividad de dosel. Cabe mencionar que este sería el registro más norteño de *N. sumichrasti* para Veracruz, puesto que la mayoría de sus registros han sido en bosques mesófilos de montaña en la zona centro y en selvas del sur del estado (González-Christen, 2000).

La especie *R. fulvescens* fue registrada en seis ocasiones, representadas por tres individuos; de ellos dos registros a nivel del suelo, mientras que los otros cuatro fueron en el estrato vertical. Esta especie ha sido reportada con mayor presencia en sitios abiertos y arbustivos (Spencer y Cameron, 1982; Cervantes y Hortelano-Moncada, 1991; Cervantes et al. 2002). Es probable que los pocos registros previos de esta especie en la selva o en lugares con vegetación conservada, se deba a que la especie es semi-arborícola y que utiliza con mayor frecuencia el estrato arbóreo, como muestran los resultados del estudio en la RESG donde a pesar de que se obtuvieron pocas capturas, la mayoría fueron registradas en el estrato vertical a una altura de 8.7 m, lo que sería el primer registro de captura máxima altura sobre el estrato vertical, que se tiene de esta especie.

La especie *P. mexicanus* fue la que presentó el mayor número de capturas a nivel del suelo (69.4%). A pesar de que *P. mexicanus* ha sido una especie considerada no arbórea (Trujano-Álvarez y Álvarez-Castañeda, 2010), en nuestro estudio se muestra lo contrario, ya que utiliza tanto el suelo como el estrato vertical. En la reserva se registró en dos ocasiones a una hembra preñada capturada a 11 m de altura, lo que concuerda con lo reportado por Pérez-Lustre (2010) quien en su estudio registró a *P. mexicanus* en el estrato arbóreo en un rango de altura de 11 a 23 m.

En el caso de la especie *H. alfaroi* se observó que utiliza con frecuencia el suelo y ocasionalmente el estrato arbóreo. Esta especie sólo fue registrada en dos ocasiones en árboles teniendo una captura máxima a los 4.3 metros, lo que probablemente utiliza facultativamente el estrato vertical. En la reserva también se ha registrado *Tylomys nudicaudus*, sin embargo, esta especie solo fue registrada por avistamiento dentro de una de las cabañas, no fue registrada durante el muestreo en el sitio de estudio por lo tanto no fue tomada en cuenta en los análisis. Su ausencia posiblemente se debió a que es una especie de tamaño mayor para la cual se necesitan trampas más grandes que las utilizadas en este estudio (tipo Tomahak). Este avistamiento es el primer reporte de la especie para la RESG.

Composición de pequeños roedores en selvas medianas de Quintana Roo y Veracruz

En cuanto a la composición de especies de las comunidades de ambos sitios, se observó una diversidad de especies similar en la selva mediana y que ambos poseen especies que utilizan de manera estricta el suelo o el estrato vertical. Cada una de las comunidades estuvo dominada por el género *Peromyscus* (*P. yucatanicus* en REEE y *P. mexicanus* en RESG). Este género es el más abundante y heterogéneo de los mamíferos en México. Las especies se caracterizan por ser generalistas y por soportar cierto grado de perturbación (Hall, 1981; Ceballos y Oliva, 2005). En la Península de Yucatán, la especie *P. yucatanicus* se ha situado entre las especies más abundantes, al igual que la especie *P. mexicanus* para estado de Veracruz (Mendoza-Castillo, 1990; Cervantes y Hortelano-Moncada, 1991; Rodríguez-Macedo et al., 2014).

El número de registros en tres especies de roedores (*P. yucatanicus*, *O. phyllotis* y *P. mexicanus*), permitió el análisis de los registros entre sexos y edades. Los resultados mostraron que en ambos sitios no hubo una relación entre el uso de los niveles entre el sexo para ambas especies del género *Peromyscus*. En cuanto a las edades *P. yucatanicus* sí mostró asociación con los niveles, en contraste con *P. mexicanus* que no mostró asociación. Se observó que los jóvenes de esta especie prefieren utilizar el suelo, tal y como observó Laakkonen (2003) en individuos del género *Peromyscus* al sur de California, es decir que mayormente los adultos exploran el estrato vertical. Como la especie *O. phyllotis* también estuvo bien representada en la REEE se pudo observar con base a los datos obtenidos, que no hay asociación entre el uso de los niveles (1 y 2) y el sexo, lo mismo se observó para las edades. En otros trabajos con especies arborícolas y semi-arborícolas se ha observado que los machos se mueven más que las hembras (Wells et al., 2004; Hernández-Betancourt et al., 2008). El realizar seguimientos con técnicas más finas (e. g. telemetría), permitiría potencialmente determinar un uso diferencial en el hábitat para *P. mexicanus* y otras especies.

Las dos especies representantes del género *Reithrodontomys* (*R. gracilis* y *R. fulvescens*) presentaron poca frecuencia (< 3 individuos) en cada sitio. Se tiene el conocimiento de que ambas especies son escansoriales y que la mayor parte de sus capturas han sido en alturas menores los 2 m (Young y Jones, 1984; Spencer y Cameron, 1982). El registro de *R. gracilis* concuerda con lo que se ha reportado anteriormente ya que sus capturas fueron bajas como en

otros sitios de la Península de Yucatán y su captura fue a una altura máxima de 1.4 m. Alturas similares se han reportado para *R. fulvescens*, sin embargo, en la RESG se observó lo contrario al capturar en tres ocasiones individuos a una altura máxima de 8.7 m, lo que puede indicar que esta especie al igual que otras de su género tiene mayor preferencia por el uso de estratos más altos en selva mediana. Existen reportes de otras especies de mismo género, como *R. Microdon*, registrada en el estrato arbóreo a una altura mínima en la que la especie puede ser capturada es a los 9 m (Marines-Macías 2014). Por lo tanto, es posible que haya una diferencia en cuanto al uso del estrato vertical entre las especies pertenecientes al género *Reithrodontomys* que podría ser un tema de investigación.

Existen otras especies de hábitos arborícolas como las especies hermanas *O. hatti* y *N. sumichrasti*, que tuvieron una baja presencia en nuestros sitios de estudio. Los registros de *O. hatti* han sido escasos en la Península de Yucatán en comparación con los de *N. sumichrasti*, que ha sido registrada como abundante en diferentes bosques de México (Domínguez-Castellanos et al. 2007; Pérez-Lustre y Santos-Moreno, 2010). Algunos autores reportan que esta última especie, tiene una mayor preferencia en sitios con cobertura vegetal densa (Genoways y Jones, 1972; Hunt et al. 2004; Pérez-Lustre y Santos-Moreno, 2010). Los sitios de estudio de la presente investigación se han visto afectados a causa del cambio de uso del suelo (bosques a potreros y cultivos), incendios, huracanes y deforestación, provocando que las selvas de ambas reservas se encuentren en procesos de regeneración y a su vez no posean el suficiente follaje a nivel de dosel que sirva de protección para estas especies arborícolas y que favorezcan la abundancia de individuos de esta especie.

Tanto *O. hatti* como *N. sumichrasti* no son fáciles de capturar debido a su forma de vida, además la mayoría de los métodos utilizados son a nivel del suelo, por lo tanto, la información de su biología y el estado de sus poblaciones es limitada. Se ha visto que ambas especies están asociadas a estructuras humanas como las cabañas, pues se tienen registros de que llegan a entrar o a ocupar casas que estén rodeadas por vegetación (MacSwiney et al. 2009; Romero y Timm, 2013). Esto se pudo constatar en la REEE al encontrar dos individuos de *O. hatti* muertos de manera natural, en una de las cabañas de la REEE y al capturar otro individuo vivo en el techo de la cabaña principal.

En este estudio también se registraron especies que no utilizan el estrato vertical y que son de hábitos estrictamente terrestres como *H. gaumeri* en la REEE y *O. couesi* en la RESG. En un bosque seco tropical de Colima, Poindexter y colaboradores (2012) capturaron a *O. couesi* tanto en el suelo como en el estrato vertical, no mencionan cuál fue la altura máxima de captura, sin embargo, ellos colocaron trampas a una altura máxima de 2 m. Esto difiere con lo observado en la RESG, ya que fue la única especie que no fue registrada en el estrato arbóreo. Dichos autores también hacen mención de que es una especie que posee hábitos de anidamiento arbóreo y comportamiento semiacuático. Este comportamiento semiacuático se observó en un trabajo previo realizado en la REEE, en el que la especie fue capturada en las zonas inundables de la reserva (C. MacSwiney com. pers.).

Las selvas de ambos sitios han sufrido impactos antropogénicos y ambientales que repercuten en las comunidades de roedores, a pesar de ello ambas tienen una riqueza similar a lo que se ha visto en otras selvas tropicales, que reportan entre 4 y 12 especies de pequeños roedores. Sin embargo, puede existir un sesgo al comparar la riqueza con estudios en donde la colocación de trampas solo fue a nivel del suelo o hasta 3 m de altura, ya que con base a los resultados en este estudio y a lo reportado por otros autores, se pudo observar que hay especies que utilizan estratos más altos como es el caso de *O. hatti*, *N. sumichrasti* y *R. fulvescens*. Estas especies, al igual que otras especies que hacen uso del estrato vertical, pueden pasar desapercibidas si no se toma en cuenta el muestreo con trampas colocadas en el estrato vertical, así como la contribución de las especies arbóreas a las comunidades de los bosques tropicales puede permanecer indeterminado y probablemente subestimado (Malcolm, 1991). Como es el caso del estado de Veracruz, que a pesar de tener una amplia riqueza de especies, aún se tiene poca información y por lo tanto poco conocimiento de las especies de roedores, ya que la mayoría de los trabajos han sido enfocados en la zona Sur y central del estado, por lo que se recomienda realizar más trabajos en las zonas menos estudiadas, empleando diferentes métodos. Por lo tanto es necesario realizar más estudios utilizando este método de trampeo, si bien es cierto que en los bosques tropicales en ocasiones resulta difícil el acceso al dosel y el trampeo en el estrato vertical puede ser demandante de tiempo, sin embargo es necesario para poder comprender como están conformadas las comunidades de pequeños roedores y obtener información fundamental de especies poco conocidas por sus hábitos arborícolas y semiarborícolas, así como algunos aspectos de su biología y ecología.

CONCLUSIONES

La riqueza de ambos sitios se encuentra dentro del promedio de las especies registradas en otros trabajos realizados en bosques tropicales, además que ambas poseen miembros del mismo género que pueden o no tener un uso similar del estrato vertical.

La comunidad de roedores de la selva mediana subperennifolia de la Reserva Ecológica el Edén está compuesta por cinco especies pertenecientes a la familia Heteromyidae y Cricetidae, siendo *P. yucatanicus* la especie más abundante, seguida de *Ototylomys phyllotis*.

La comunidad de roedores en selva mediana subperennifolia de la Reserva Ecológica Santa Gertrudis está compuesta por seis especies pertenecientes a la familia Cricetidae y Muridae. La especie mejor representada fue *P. mexicanus*.

Existe una estratificación vertical entre especies en cada sitio, es decir, algunas especies son estrictamente terrestres como *H. gaumeri*, otras que tienen preferencia por el uso del suelo como *P. mexicanus* y *P. yucatanicus*, sin embargo, usan el estrato arbóreo a niveles más bajos que las especies que usan frecuentemente el estrato arbóreo alto como *O. hatti*, *N. sumichrasti* y *R. fulvescens*. Esta estratificación permite que la competencia entre especies se reduzca y que especies de hábitos estrictamente arborícolas tengan menor competencia por el alimento.

Con la realización de este trabajo se obtuvo el primer registro de altura máxima de captura de las especies *O. phyllotis*, *O. hatti*, *R. fulvescens* y *H. alfaroi* sobre el estrato vertical, por lo tanto este estudio puede servir como base para el planteamiento de nuevos trabajos dirigidos al estudio y conservación de los roedores.

LITERATURA CITADA

- Abreu M. S. L. y De Oliveira L. R. 2014. Patterns of arboreal and terrestrial space use by non-volant small mammals in an Araucaria forest of southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*. 86: 807-819.
- Albanese S., Rodríguez D. y Ojeda R. A. 2011. Differential use of vertical space by small mammals in the Monte Desert, Argentina. *Journal of Mammalogy*. 92: 1270-1277.
- Aranda M., Escobedo J.E. y Pozo C. 1997. Registros recientes de *Otonyctomys hatti* (RODENTIA: Muridae) en Quintana Roo, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.). 72: 63-65.
- Basáñez A. J., Alanís J. L. y Badillo E. 2008. Composición florística y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido “El Remolino” Papantla, Veracruz. *Avances en investigación agropecuaria. Revista de Investigación y Difusión Científica Agropecuaria*. 12: 3-21.
- Bojorges B. J. C. y López-Mata, L. 2005. Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el Centro de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.). 21: 1-20.
- Brown J. H. 1989. Habitat selection as an evolutionary game. *Evolution* 44: 733-746. En: Díaz A. 1993. Caracterización de hábitat de algunas especies de pequeños mamíferos de selva nublada de Monte Zerpa, Mérida. *Ecotrópicos. Sociedad Venezolana de Ecología* 6: 1-9.
- Cadernatori C. V., Marques R.V. y Pacheco S. M. 2008. Estratificação vertical no uso do espaço por pequenos mamíferos (Rodentia, Sigmodontinae) em área de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociencias*. 10: 189-196.
- Carreón-Santos R. J. y Valdez-Hernández J. I. 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 20: 119-130.
- Ceballos G. 1989. Population and community ecology of small mammals from tropical deciduous and arroyo forest in western México. Tesis de doctorado. Facultad del departamento de Ecología y Biología Evolucionaria. University of Arizona, Tucson.
- Ceballos G. y Arroyo-Cabrales J. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología (nueva época)*. 1: 27-80.
- Ceballos G. y Oliva G. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Edit. Fondo de Cultura Económica y CONABIO. México, D.F. 986pp.
- Cervantes F. A. y Hortelano-Moncada Y. 1991. Mamíferos pequeños de la Estación Biológica “El Morro de la Mancha”, Veracruz, México. *Anales del Instituto de*

-
- Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica. 62: 129-136.
- Cervantes F. A., Ramírez-Vite S. y Ramírez-Vite J. N. 2002. Mamíferos pequeños de los alrededores del poblado de Tlanchinol, Hidalgo. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*. 73: 225-237.
- Cervantes-Reza, F. y Ballesteros-Barrera, C. 2009. Estudios sobre la Biología de Roedores Silvestres Mexicanos. Instituto de Biología, UNAM, y Universidad Autónoma de México. México, D.F.
- Cimé-Pool J. A., Hernández-Betancourt S. F, Barrientos, R. C. y Castro-Luna A. A. 2010. Diversidad de Pequeños Roedores en una selva baja caducifolia espinosa del noreste de Yucatán, México. *Therya*. 1: 23-40.
- Coates-Estrada, R., and A. Estrada 1986. Manual de identificación de campo de los mamíferos de la estación de biología "Los Tuxtlas." Mexico, D.F.: Univ. Nac. Auton. Mexico.
- Colunga S. P. F. 2014. Ámbito hogareño y uso de hábitat de *Habromys schmidly* (Rodentia: Cricetidae). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma. México. 53pp.
- Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9. Guía de uso y aplicación publicada en: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Cuautle G. L. M. 2007. Diversidad de roedores en la Reserva de la Biósfera La Michilía en relación con la heterogeneidad ambiental a nivel macrohábitat y microhábitat. Tesis de maestría en ciencias en manejo de fauna silvestre. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 84pp.
- DeBlase F. A. y Martin R. E. 1974. A manual of mammalogy, with keys to families of the world. Segunda edición. Wm. C. Brown Company Publishers, Iowa, EUA. 330 pp.
- Delany M. J. 1971. The biology of small rodents in Mayanja Forest, Uganda. *Journal Zoology of London*. 165: 85-129.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación (DOF), jueves 30 de diciembre de 2010.
- Domínguez-Castellanos Y., Pimentel F. L., y Ceballos G. 2007. Uso de hábitat de roedores arborícolas de la selva seca de la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 11: 21-40.
- Dytham C. 1999. Choosing and using Statistics: A Biologist's Guide. Edit. Blackwell Science. Oxford.

-
- Engilis A., Cole R. E. Jr. y Caro T. 2012. Small Mammal Survey of Chiquibul Forest Reserve, Maya Mountains, Belize, 2001. Museum of Texas Tech University. 308: 1-23.
- Flores J. S. y Espejel-Carvajal I. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.
- Genoway H. H. y Jones J. K. Jr. 1972. Variation and Ecology in a Local Population of the Vesper Mouse (*Nyctomys sumichrasti*). Mammalogy papers: University of Nebraska State Museum. No. 3.
- Godínez-Ibarra O. y López-Mata L. 2002. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. Serie Botánica. 73: 283-314.
- González-Christen A. 2000. Roedores de los bosques de Veracruz, México. Foresta Veracruzana. 2: 33-38.
- González-Christen A., Rodríguez-Santiago N.V., Marín-Gómez G. 2012. Composición del ensamble de pequeños mamíferos del borde de un bosque mesófilo de montaña en Veracruz, México. En: Cervantes F.A. y Ballesteros-Barrera C. (ed.). Estudios sobre la Biología de Roedores Silvestres Mexicanos. UNAM. México, D.F.
- González-Christen A. y Delfín-Alfonso C. A. 2016. Los mamíferos terrestres de Veracruz, México y su protección. En: Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J.E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.
- González-Marín R.M., Gallina S., Mandujano S. y Weber M. 2008. Densidad y distribución de ungulados silvestres en la Reserva Ecológica el Edén, Quintana Roo, México. Acta Zoológica Mexicana. 24: 73-93.
- González-Romero A. y Lara-López M. S. 2006. Los anfibios, reptiles y mamíferos. En: Moreno-Casasola P. (Ed.) 2006. Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Ver. México, 408.
- Haffner M. 1998. A comparison of the gross morphology and micro-anatomy of the foot pads in two fossorial and two climbing rodents (Mammalia). Journal of Zoology, London. 244: 287-294.
- Hall R. 1981. The mammal of North America. 2ª Edition. John Wiley and Sons. New York.
- Hammer, Ø. 2016. PAST 3.12: Paleontological Statistics Software. Natural history museum. Universidad de Oslo.
- Hannibal W. y Cáceres N. C. 2010. Use of vertical space by small mammals in gallery forest and woodland savannah in south-western Brazil. Mammalia. 74: 247-255.

-
- Hatt T. 1953. The mammals. Pp 45-77, In Faunal and archeological researches in Yucatán caves (T. Hatt, I. Fisher, D. Langerbartel and G. Brasinererd, eds.). Bulletin of the Cranbrook Institute of Science Bulletin. 33: 1-119.
- Hernández-Betancourt S., Cimé-Pool, A., Medina, S. y González, M. 2008. Fluctuaciones poblacionales de *Otodylomys phyllotis* Merriam, 1901 (Rodentia: Muridae) en una selva mediana subcaducifolia del sur de Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 24: 161-177.
- Hernández-Betancourt, S. F., R. López-Wilchis, J. A. Cimé-Pool, y S. Medina. 2003. Área de actividad, movimiento y organización social de *Heteromys gaumeri* Allen y Chapman, 1897 (Rodentia: Heteromyidae) en una selva mediana subcaducifolia de Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 90:77-91.
- Hernández-Betancourt S., Medina P. S., Chablé-Santos J., Sélem-Salas C.I., González-Pérez M.P., Canseco-Balam L. y Góngora-Salinas J. 2012. Riqueza y abundancia de pequeños roedores en dos agroecosistemas y un acahual presentes en la reserva Cuxtal, Mérida Yucatán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 15: 329-336.
- Hernández-Betancourt S., Sánchez-Cordero V., Sosa Escalante J. y Segovia Castillo. 1996. Listados Faunísticos de México. VIII. Lista anotada de los mamíferos terrestres de la Reserva de Dzilam, Yucatán, México. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F.
- Hooper E. T. 1952. A Systematic Review of the Harvest Mice (Genus *Reithrodontomys*) of Latin America. Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan, 77: 1-255.
- Hortelano-Moncada Y. y Solano-Arenas J. E. 2012. Roedores del estado de Sinaloa, México. En: Cervantes F.A. y Ballesteros-Barrera C. (ed.). *Estudios sobre la Biología de Roedores Silvestres Mexicanos*. UNAM. México, D.F.
- Hulme P. E. 1994. Post-dispersal seed predation in grassland: its magnitude and sources of variation. *Journal of Ecology*. 82: 645-652.
- Hunt J. L., Morris J. E. y Best T. L. 2004. *Nyctomys sumichrasti*. *Mammalian Species*. 754: 1-6.
- Laakkonen J. 2003. Effect of arboreal activity on species composition and abundance estimates of rodents in a chaparral habitat in southern California. *The American Midland Naturalist*. 150: 348-351.
- Lambert T. D. y Adler G. H. 2000. Microhabitat use by a tropical forest rodent, *Proechimys semispinosus*, in central Panama. *Journal of Mammalogy*. 81: 70-76.
- Lambert T. D., Malcolm J. R. y Zimmerman B. L. 2005. Variation in small mammal species richness by trap height and trap type in southeastern Amazonia. *Journal of Mammalogy*. 86: 982-990.

- Lawlor T. 1969. A systematic study of the rodent genus *Ototylomys*. *Journal of Mammalogy*. 50: 28-42.
- Lawlor T. E. 1982. *Ototylomys phyllotis*. *Mammalian Species*. 181: 1-3.
- Lazcano-Barrero M. A., March I. J., Núñez H., Ruelas E., Oliver M., Muñoz-Alonzo A., Martínez R. y Canto L. 1992. Inventario Faunístico de la Reserva Ecológica el Edén, Municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo: Una prospección. Centro de estudios para la conservación de los recursos naturales A. C. (ECOSFERA). San Cristobal de las Casas.
- Linzey, A. V., Timm, R., Woodman, N., Matson, J. y Samudio, R. 2016. *Oryzomys couesi* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016. Descarga en el sitio web: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T15592A22388237.en>. Fecha de descarga: 15 de enero de 2018.
- Lorenzo C., Espinoza E. E., Naranjo E. J. y Bolaños J. E. 2008. Mamíferos terrestres de la frontera sur de México. En: Lorenzo, C., E. Espinoza y J. Ortega (eds.). *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Vol. II, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- Lowman M. D. y Moffet M. 1993. The ecology of tropical Rain Forest Canopis, Three. 8: 104-106.
- Lowman M. D. 1996. Vertical Stratification of the small mammal community in a northern hardwood forest. *Selbyana*. 17: 15-21.
- MacSwiney G. M. C., Hernández-Betancourt S. F. y Avila- Flores R. 2009. *Otonyctomys hatti* (Rodentia: Cricetidae). *Mammalian Species*. 825: 1-5.
- MacSwiney G, M. C., Hernández-Betancourt, S. F., Panti-May, J. A. y Pech-Canché J. M. 2012. Ecología poblacional del ratón yucateco *Peromyscus yucatanicus* (Rodentia: Cricetidae) en las selvas de Quintana Roo, México. En: Cervantes F.A. y Ballesteros-Barrera C. (ed.). *Estudios sobre la Biología de Roedores Silvestres Mexicanos*. UNAM. México, D.F.
- Malcolm J. R. 1991. Comparative abundances of neotropical small mammals by trap height. *Journal of Mammalogy*. 72: 188-192.
- Marines-Macías T. 2014. Ámbito hogareño y selección de hábitat de *Rithrodontomys microdon* (Cricetidae: Neotominae). Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma. México. 46pp.
- Mendoza-Castillo V. M. 1990. Las poblaciones de pequeños roedores y su relación con el sistema Selva Alta Perennifolia-Acahual-Policultivo-Potrero en Magallanes, Municipio de Soteapan Veracruz. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Xalapa, Ver. 62pp

-
- Michal, B. y Rafal, Z. 2014. Response of small mammals to clear-cutting in temperate and boreal forest of Europe: a meta-analysis and review. *European Journal of Forest Research*. 133: 1-11
- Miranda F. y Hernández X. E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 28:29-179.
- Montañez D. 2009. Preferencia y selección de hábitat y microhábitat de mamíferos pequeños terrestres en la finca “el prado” del municipio de Jesús María, Santander, Colombia. Tesis de Licenciatura en Biología. Pontifica Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Bogotá D.C. 14pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84pp.
- Nakagawa, M., Miguchi H. Y Nakashizuka, T. 2006. The effects of various forest uses on small mammal communities in Sarawak, Malaysia. *Forest Ecology and Management*. 231: 55-62.
- Nupp T. E. y Swihart R. K. 1998. Effects of forest fragmentation on population attributes of White-footed mice and eastern chipmunks. *Journal of Mammalogy*. 79: 1234-1243.
- Panti-May J. A., Mac Swiney G. M.C., Hernández-Betancurt S. F. y Valdes-Rodríguez A. 2015. Reproduction and postnatal development in the Yucatán vesper mouse. *Mammalia*. 79: 169-176.
- Passamani M. y Fernandez F. A. S. 2011. Movements of small mammals among Atlantic Forest fragments in Espírito Santo Southeastern Brazil. *Mammalia*. 75: 83-86.
- Pennington, T. D. y Sarukhán, J. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. 3ª edición. UNAM, FCE. México. 523 pp.
- Pérez-Lustre M. 2010. Distribución espacial de una comunidad de pequeños mamíferos en un fragmento de selva mediana subperennifolia con diferentes grados de perturbación. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. 58pp.
- Pérez-Lustre M. y Santos-Moreno J.A. 2010. Movements and Capture- Recapture data analysis of the vesper rat (*Nyctomys sumichrasti*: Rodentia, Muridae) in a tropical forest in Northeastern Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.). 26: 627-638.
- Poindexter J. C., Schnell G. D., Sánchez-Hernández C., Romero-Almaraz M. de L., Kennedy M. L., Best T. L., Wooten M. C. y Owen R. D. 2012. Variation in hábitat use of coexisting rodent species in a tropical dry deciduous forest. *Mammalian Biology*. 77: 249-257.
- Pozo C. y Escobedo J. E. 1999. Mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera de Sian Kaan, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*. 47:251-262.
- Rader R. 2005. Vertical Distribution, Resource and Space Use in a Tropical Rainforest Small Mammal Community. Master (Research) thesis, James Cook University.
-

-
- Rader R. y Krockenberger A. 2006. Does resource availability govern vertical stratification of small mammals in an Australian lowland tropical rainforest?. *Wildlife Research*. 33: 571- 576.
- Ramírez-Mejía D. y Mendoza E. 2010. El papel funcional de la interacción planta-mamífero en el mantenimiento de la diversidad tropical. *Biológicas*. 12: 8-13.
- Reid F. 2009. *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. 2nd edition. Oxford University Press. USA. 334pp.
- Richter V. y Freegard C. 2009. Permanent marking of mammals using ear notching. Standard Operating Procedure No. 12.2. Department of Environment and Conservation, Perth. 8 p.
- Rodríguez-Macedo M., González-Christen A. y León-Paniagua L. 2014. Diversidad de los mamíferos silvestres de Misantla, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 262-275.
- Romero A. y Timm R. M. 2013. Reproductive strategies and natural history of the arboreal Neotropical vesper mouse, *Nyctomys sumichrasti*. *Mammalia*. 77: 363-370.
- Rzedowski J. 1983. *Vegetación de México*. Edit. Limusa. México D.F. 159p.
- Rzedowski J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 170pp.
- Schnell G. D., Romero- Almaraz M. L., Martínez- Chapital S. T., Sánchez- Hernández C., Kennedy M. L., Best T. L. y Wooten M. C., Owen R.D. 2010a. Habitat use and demographic characteristics of the west Mexican cotton rat (*Sigmodon mascotensis*). *Mammalia*. 74: 379- 393.
- Schnell G. D., Abreu E. G., Sánchez- Hernández C., Romero- Almaraz M. L., Kennedy M. L., Best T. L. y Wooten M. C. 2010b. Microhabitat preferences and spatial distribution of the vesper rat (*Nyctomys sumichrasti*) in Colima, México. *Mammalian Biology*. 75: 482-495.
- Schultz G. 2005. Vascular flora of the El Edén Ecological Reserve Quintana Roo, México. *Journal of the Torrey Botanical Society*. 132: 311-322.
- Spencer S. R. y Cameron G. N. 1982. *Reithrodontomys fulvescens*. *Mammalian species*. 174: 1-7.
- Téllez-Girón G. y Sánchez O. 2005. Orden Rodentia. *Reithrodontomys gracilis* J. A. Allen y Chapman, 1897. En: Ceballos, G. y Oliva G.(Eds). 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. Edit. FCE y CONABIO. México, D.F. 782pp.
- Taylor P. y Lowman D. M. 1996. Vertical stratification of the small mammal community in a northern Hardwood forest. *Selbyana*. 17: 15-21.
- Tetetla-Rangel E., Durán R., Hernández-Stefanoni, J. L. y Dupuy J. M. 2012. Distribución espacial de la riqueza de especies leñosas raras de la Península de

-
- Yucatán y su relación con las áreas naturales protegidas. *Tropical conservation Science*. 5: 320-339.
- Trujano-Álvarez L., Álvarez-Castañeda T. 2010. *Peromyscus mexicanus* (Rodentia-Cricetidae). *Mammalian species*. 42: 11-118.
- Tulaczyk S. 1993. Karst Geomorphology and Hydrogeology of the Northeastern Yucatán Península, México. Master's thesis. Northern Illinois University, Dekalb.
- Vargas-Contreras, J. A., Herrera-Herrera, J. R. y Escobedo-Cabrera, J. E. 2004. Noteworthy records of mammal from Campeche, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 8: 61-69.
- Vargas R., Reif A. y Danton P. 2010. Los bosques de la isla Robinson Crusoe, Chile: el tesoro en peligro. *Revista Bosque Nativo* 45: 2.
- Vázquez L. B., Medellín R. A. y Cameron G. N. 2000. Population and community ecology of small rodents in montane forest of western México. *Journal of Mammalogy*. 81: 77-85.
- Vélez-García F. y Pérez-Torres J. 2010. Remoción de semillas por roedores en un fragmento de bosque seco tropical (Risaralda-Colombia). *Revista científica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Córdoba*. Colombia. 15: 2233-2010.
- Vieira E. 1998. A technique for trapping small mammals in the forest canopy. *Mammalia*. 62: 306-310.
- Villarreal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. y Umaña A. M. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad. Programa e inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236p.
- Voss R. S. y Emmons L. H. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforest: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. New York. 230: 3-115.
- Wackerly D. D., Mendenhall III W., Scheaffer R. L. 2010. Estadística matemática con aplicaciones Séptima edición. Edit. Cengage Learning. 513p.
- Wells K., Pfeiffer, M., Lakim B. M y Linsenmair K. E. 2004. Use of arboreal and terrestrial space by a small mammal community in a tropical rain forest in Borneo, Malaysia. *Journal of Biogeography*. 31: 641-652.
- Wilson D. E. y Reeder, D. M. 2005. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. 3rd edition, The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 2142 pp.
- Youlatos D., Karantanis, N., Byron C. D. y Panyutinas A. 2015. Pedal grasping in an arboreal rodent relates to above-branch behavior on slender substrates. *Journal of Zoology*. 296: 239-248.
-

- Young C. J. y A. K. Jones Jr. 1984. *Reithrodontomys gracilis*. *Mammalian species*. 218: 1-3.
- Zar J. H. 2010. *Biostatistical analysis*. Quinta edición. Prentice Hall, Inc., New Jersey. 944 pp.
- Zaragoza-Quintana E. P., Pech- Canche J.M., Sosa- Escalante J. E., Hernández-Betancourt S. F., León- Paniagua L. S. y MacSwiney G. M. C. 2016. Los pequeños roedores de la Península de Yucatán: Conocimiento y perspectivas en 114 años de investigación. *Therya* 7 (2): 299-314

ANEXO



Figura 12. Trampa tipo Sherman colocada en estrato arbóreo en la REEE.



Figura 13. Individuo capturado de la especie *O. hatti* en REEE.

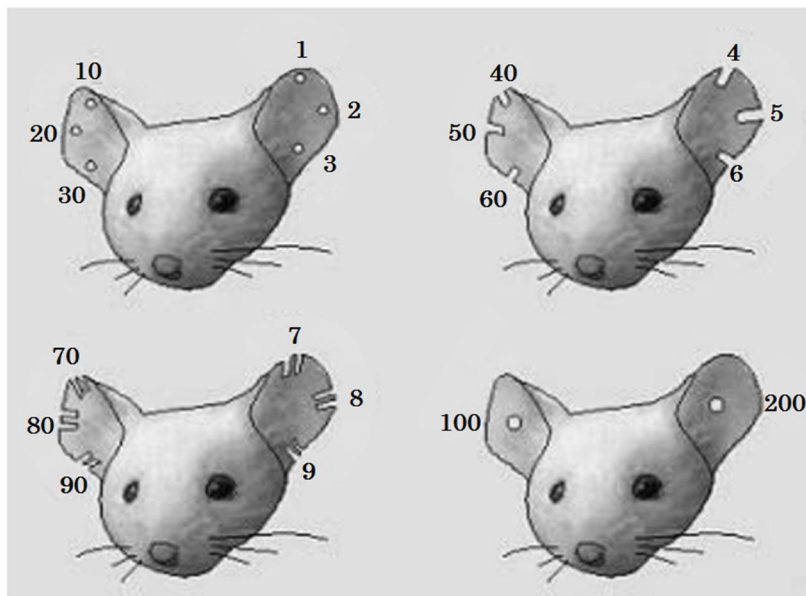


Figura 14. Método de marcaje en las orejas de roedores (Richter y Freegard, 2009).



Figura 15. Toma de medidas morfométricas de *O. phyllotis*.



Figura 16. Trampa tipo Sherman colocada en estrato arbóreo en la RESG.



Figura 17. Observación de un individuo capturado de *N. sumichrasti* en RESG.



Figura 18. Toma de medidas morfométricas de *P. mexicanus*.



Figura 19. (A) Cojinetes plantares de un roedor arborícola, *N. sumichrasti* y (B) un roedor terrestre, *O. couesi*.