Revista Científica
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Efecto de la conformación del paisaje en coleópteros (Insecta: Coleoptera) asociados a macrohongos de la Ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala

Effect of landscape structure on coleopterans (Insecta: Coleoptera) associated with macrofungi of Lachuá Ecoregion, Alta Verapaz, Guatemala

Orellana S[1] y Quezada M[2]
[1]Escuela de Biología, [2] Herbario USCG, Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
samanta.orellana@gmail.com

Recibido: octubre, 2014 • Aceptado: marzo, 2015
DOI: https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v25i1.96

Licencia: CC-BY 4.0

Resumen

Durante las últimas décadas, la Ecorregión Lachuá, en Cobán, Alta Verapaz, ha sufrido la pérdida de más del 50% de la cobertura boscosa, que ha sido sustituida por cultivos, pastos para ganado y asentamientos humanos. Los macrohongos han sido afectados por este cambio drástico en el uso de suelo, evidenciando una menor diversidad en áreas sin cobertura boscosa. De aquí que, los organismos asociados a hongos también podrían estar siendo afectados. En esta investigación, se evaluaron ocho localidades de 1 km^2, en diferentes tipos de paisaje dentro de la Ecorregión Lachuá, para determinar el efecto de su conformación (porcentaje de cobertura arbórea, tipos de uso de suelo, número de parches, permeabilidad de matriz) en la diversidad y proporción de

Abstract

Throughout the past few decades, Lachuá Ecoregion, in Cobán, Alta Verapaz, has suffered the loss of more than 50% of forest cover, substituted with crops, pasture and human settlements. Macrofungi have been particularly affected by the change in land use, since the group diversity is lower in areas without forest cover. Therefore, the organisms associated with fungi could also be affected by such cover loss. In this research, the effect of landscape structure (e.g. forest cover, land use types, number of patches, permeability), on diversity and proportions of functional groups of fungi-associated coleopterans, were evaluated in eight localities with different types of landscape in Lachuá Ecoregion. As a result, the localities were classified in two

grupos funcionales de coleópteros asociados a macrohongos. Las localidades en diferentes tipos de paisaje fueron evaluadas y clasificadas según su conformación, en dos grupos principales: 1) localidades con cobertura boscosa sin fragmentación (áreas dentro del Parque Nacional Laguna Lachuá –PNLL-); 2) localidades con menor cobertura, mayor cantidad de fragmentos y otros tipos de uso de suelo (áreas fuera del PNLL). Posteriormente, se colectaron coleópteros directamente de cuerpos fructíferos de hongos, durante siete meses de 2010 y 2011, en las ocho localidades. Se utilizó la diversidad y proporción de grupos funcionales para realizar análisis de ordenación y agrupamiento de las localidades evaluadas. En las ocho localidades se colectaron ejemplares de doce familias de coleópteros (71 morfoespecies), pertenecientes a tres grupos funcionales (fungívoros obligados, fungívoros facultativos y predadores); el 88% de los especímenes se clasificaron como fungívoros obligados. La diversidad de coleópteros fue más alta en las localidades con mayor cobertura y baja fragmentación, así como en las parcelas con cobertura de selva. Los niveles más bajos de diversidad se encontraron en las áreas con menor cobertura arbórea y más fragmentos. Asimismo, se evidenció que la proporción de coleópteros fungívoros obligados disminuye en las localidades con menor cobertura de selva y alto grado de fragmentación.

Palabras clave: Ecorregión Lachuá, paisaje, macrohongos, Coleoptera, grupos funcionales.

main groups: 1) localities with large forest cover without fragmentation (i.e. Laguna Lachuá National Park –LLNP-); 2) localities with fragmented forest cover and other land use types (i.e. areas outside LLNP). In addition, coleopterans were collected directly from fungal fruiting bodies, during seven months of 2010 and 2011, on each of the eight localities of Lachuá Ecorregion. Diversity and proportions of functional groups of fungi-associated coleopterans were calculated and the data of the eight landscape plots where evaluated using ordination and cluster analysis. Twelve coleopteran families were identified (71 morphospecies), assorted in three functional groups (i.e. obligated fungivores, facultative fungivores and predators); the 88% of specimens were identified as obligate fungivores. The diversity of coleopterans was higher in the localities with more forest cover and less fragmentation. The lowest diversity levels where located in localities with less forest cover and more fragments. Also, the proportion of obligated fungivores diminishes in the localities with less forest cover and high levels of fragmentation.

Keywords: Lachuá Ecoregion, landscape, macrofungi, Coleoptera, functional groups.

Introducción

La Ecorregión Lachuá -que comprende el Parque Nacional Laguna de Lachuá (PNLL) y su zona de influencia (ZI)- se encuentra en el municipio de Cobán, Alta Verapaz, en el norte de Guatemala. Forma parte de un cinturón de selva lluviosa verdadera, con precipitaciones superiores a los 2,500 mm anuales (CONAP, 2003). La cobertura boscosa de la Ecorregión empezó a perderse a un ritmo acelerado desde mediados del siglo pasado, principalmente por la expansión de los cultivos anuales y pastos para ganadería (Ficha Ramsar, 2004). Uno de los grupos afectados por esta pérdida de hábitat son los hongos, debido a su sensibilidad al cambio en las condiciones del suelo y a la ausencia de cobertura vegetal. En un estudio realizado por Quezada (2005), concluyó que las condiciones desfavorables, como falta de materia en descomposición (hojarasca) y degradación de la cobertura boscosa, restringen la distribución de los hongos y reducen su diversidad en la Zona de Influencia del PNLL.

La presencia de cuerpos fructíferos de hongos es importante ya que sirven como fuente alimenticia y refugio para grupos de insectos como algunos del orden Coleoptera (Triplehorn & Johnson, 2005). Los coleópteros fungívoros pueden dividirse en varios grupos funcionales, dependiendo de sus hábitos alimenticios, que van desde la fungivoría obligada (micofagia en algunos documentos), la fungivoría facultativa u ocasional, hasta la depredación de larvas o adultos de otros insectos. (Guevara, Rayner & Reynolds, 2000; Schigel, 2012; Triplehorn & Johnson, 2005).

En trabajos recientes, se ha propuesto el estudio de los grupos funcionales de insectos para evaluar los efectos de la pérdida de hábitat y fragmentación en sus comunidades, ya que las medidas de diversidad no reflejan necesariamente los cambios en la composición de las especies y la función que tienen en el ecosistema (Schmidt & Roland, 2006). En este trabajo, se evaluó el efecto de la conformación del paisaje en ocho localidades de 1 km^2, en distintos tipos de paisaje de la Ecorregión Lachuá, sobre las proporciones de los grupos funcionales de los coleópteros asociados a cuerpos fructíferos de hongos, específicamente basidiomicetos. Con esto, además, se generará información taxonómica de grupos de coleópteros poco estudiados en Guatemala.

Materiales y métodos

Área de estudio y conformación del paisaje

El área evaluada comprendió ocho localidades de 1 km^2, en distintos tipos de paisaje de la Ecorregión Lachuá, Cobán, Alta Verapaz (Figura 1), elegidas con base en la presencia de remanentes boscosos y la accesibilidad (Parque Nacional Laguna Lachuá –PL1 y PL2-; Comunidades de Santa Lucía Lachuá –SLL-, Promesas –PRO-, Unión Buena Vista –UBV-, Tzetoc –TZE-, Pie de Cerro –PDC-; y Finca Entre Ríos –FER-). Se evaluó la conformación de cada una de las localidades a partir del análisis de ortofotos -pixeles de 0.5x0.5 m- (ING; MAGA, 2006) y datos de campo, en el programa ArcGIS™ 9.3, con la extensión V-Late (Lang & Tiede, 2003). Se obtuvieron las siguientes medidas de paisaje: 1) riqueza relativa del paisaje –número de tipos de uso; 2) proporción ocupada por cada tipo de uso;

3) sumatoria de porcentaje de cobertura arbórea; 4) conectividad –permeabilidad de la matriz dentro del paisaje (Turner, Gardner & O'Neill, 2001). Además se calcularon las medidas de los parches que componen cada paisaje: tamaño medio de parche (MPE), número de parches (NP), índice de forma (MSI), media de perímetro y área de parches (MPAR), media de la dimensión fractal de parches (MFRACT). La permeabilidad de la matriz se obtuvo categorizando los usos de suelo (selva=3 [permeable]-, bosque secundario y cultivos perennes=2 [permeabilidad intermedia] y áreas abiertas=1 [impermeable]. Para cada paisaje se multiplicó el porcentaje de cada tipo de uso por la categoría de permeabilidad, obteniendo un valor ponderado para la totalidad del paisaje. Posteriormente, mediante el programa R versión 2.15.2 –paquete VEGAN- (R Development Core Team, 2012), se efectuó un análisis de ordenación NMDS (Escalamiento Multidimensional No Métrico), con todas las medidas de paisaje obtenidas. Para complementar el análisis de ordenación, se realizó un análisis de agrupamiento jerárquico con una matriz de similitud, empleando el índice de Morisita-Horn y el método de varianza mínima (Ward, 1963).

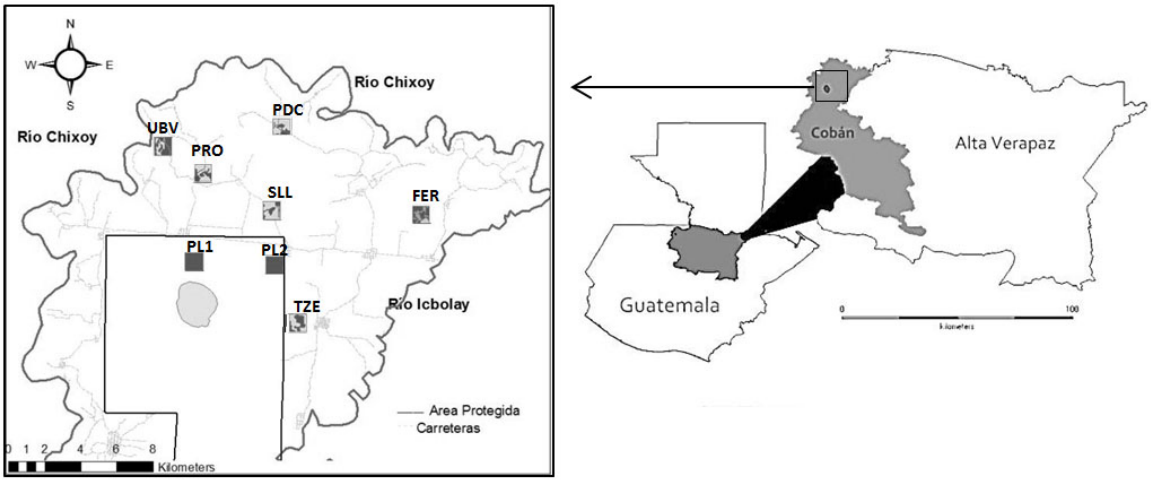

Figura 1.

Área de estudio. Ubicación de la Ecorregión Lachuá en el municipio de Cobán, Alta Verapaz, Guatemala y los ocho paisajes de 1km2 estudiados (PL1, PL2, TZE, SLL, PRO, UBV, FER, PDC).

Se delimitaron cinco parcelas de 20 x 50 metros, en cada localidad (cuarenta parcelas en total), para la colecta de macrohongos y sus coleópteros asociados. Las parcelas fueron muestreadas una vez al mes, de junio a noviembre de 2010 (excepto septiembre) y en octubre y noviembre de 2011, durante la época lluviosa. Los coleópteros fueron recolectados de forma manual, directamente de los hongos, para luego ser depositados en viales con etanol al 95%. Todos los hongos fueron identificados y se encuentran almacenados en la Sección de Hongos del Herbario BIGU, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Posteriormente, los coleópteros fueron identificados al menor nivel taxonómico posible, y luego separados como morfoespecies. Cada una de las morfoespecies fue clasificada, además, dentro de un grupo funcional, de acuerdo con sus hábitos alimenticios (fungívoros obligados, fungívoros facultativos,

predadores). Estos datos se obtuvieron a través de una revisión de literatura (Arriaga-Varela, Tomaszewska & Navarrete-Heredia, 2007; Ashe, 19840; Boyle, 1956; Fierros-López, 2006; Guevara, Rayner & Reynolds, 2000; Gumier-Costa, Lopes-Andrade & Zacaro, 2003; Hanley & Goodrich, 1995; Leschen, 2005; Leschen & Buckley, 2007; Navarrete-Heredia, Newton, Thayer, Ashe & Chandler, 2002; Triplehorn & Johnson, 2005).

Diversidad de coleópteros asociados a hongos

Para evaluar la diversidad, se obtuvo el valor de la diversidad de coleópteros en las ocho localidades estudiadas, se obtuvo el valor de alfa, beta y gamma, transformadas a número efectivo de especies (Jost, 2006; Jost, 2007).

Grupos funcionales de coleópteros asociados a hongos

Se calcularon y representaron en gráficas de barras, las proporciones de abundancia por cada grupo funcional de coleópteros asociados a hongos, por cada una de las ocho localidades y por cada tipo de uso de suelo. Asimismo, se realizó un análisis de agrupamiento jerárquico con una matriz de similitud, empleando el índice de Morisita-Horn y el método de varianza mínima (Ward, 1963), con las proporciones de los grupos funcionales de coleópteros asociados a hongos, de las ocho localidades evaluadas.

Resultados

Estructura y composición de las localidades evaluadas en la Ecorregión Lachuá

Se identificaron nueve tipos de cobertura vegetal dentro de las cuarenta parcelas evaluadas en ocho localidades en distintos tipos de paisaje, incluyendo selvas lluviosas, regeneraciones naturales, reforestaciones, cultivos y pastizales. Estos tipos de vegetación fueron clasificados en cuatro categorías de uso de suelo para analizar la composición de los paisajes: selva (SE), bosque secundario (BS), cultivo perenne (CP) y área abierta (AA). El paisaje más heterogéneo fue FER, ya que cuenta con la presencia de las cuatro categorías de uso de suelo; el resto de paisajes cuentan con tres categorías (PDC, SLL, TZE y UBV), dos categorías (PL2 y PRO), y una categoría de uso (PL1). Los sitios con mayor cobertura boscosa (SE) son PL1 y PL2, con 100 y 98.6% respectivamente; en contraste, PRO y PDC son lo que poseen mayor porcentaje de AA (76.6 y 74.7%). Asimismo, los paisajes con mayor cobertura, son los que poseen mayor conectividad, indicado por los valores altos de permeabilidad de matriz (Tabla 1).

Tabla 1

Medidas del paisaje para cada una de las localidades en diferentes tipos de paisaje, muestreadas en la Ecorregión Lachuá. (PL1 y PL2= Parque Nacional Laguna Lachuá; FER= Finca Entre Ríos; TZE= Tzetoc; UBV=Unión Buena Vista; SLL=Santa Lucía Lachuá; PRO= Promesas; PDC=Pie de Cerro).

Paisaje	SE	AA	BS	CP	% Cobertura	Riqueza uso	No. Parches	Permeabilidad matriz
PL1	100	0	0	0	100	1	1	3.000
PL2	98.6	1.4	0	0	98.6	2	2	2.972
FER	60.4	1.5	11.5	13.5	85.4	4	11	2.458
TZE	8.3	33.7	0	58	66.3	3	3	1.746
UBV	63.3	35.1	1.6	0	64.9	3	9	2.282
SLL	23.6	67.8	8.5	0	32.1	3	6	1.556
PRO	25.2	74.7	0	0	25.2	2	4	1.503
PDC	17.3	76.6	0	5.2	22.5	3	13	1.389

SE=Selva, AA=Áreas abiertas, BS=Bosque secundario, CP=Cultivo perenne

De las cuarenta parcelas delimitadas, 19 poseen cobertura de SE, 12 son AA, seis son CP y tres representan BS. El análisis de ordenación NMDS (stress=0.048, R^2=0.985) y agrupamiento manifiestan una separación de los lugares con mayor cobertura boscosa (PL1 y PL2) del resto de paisajes (Figura 2a), sin embargo, en el análisis de varianza no se evidenció diferencia significativa entre las localidades ($F(7,96)=0.5982$, $p=0.75$). En general, de acuerdo con las medidas de paisaje evaluadas, las ocho localidades se separan en tres grupos (Figura 2b): el primer grupo (1) que se separa está conformado por PL1 y PL2, el segundo grupo (2) consiste en las seis localidades restantes que, a su vez, se separan en dos grupos: (2a) FER y SLL; y (2b) PRO, UBV, TZE, PDC.

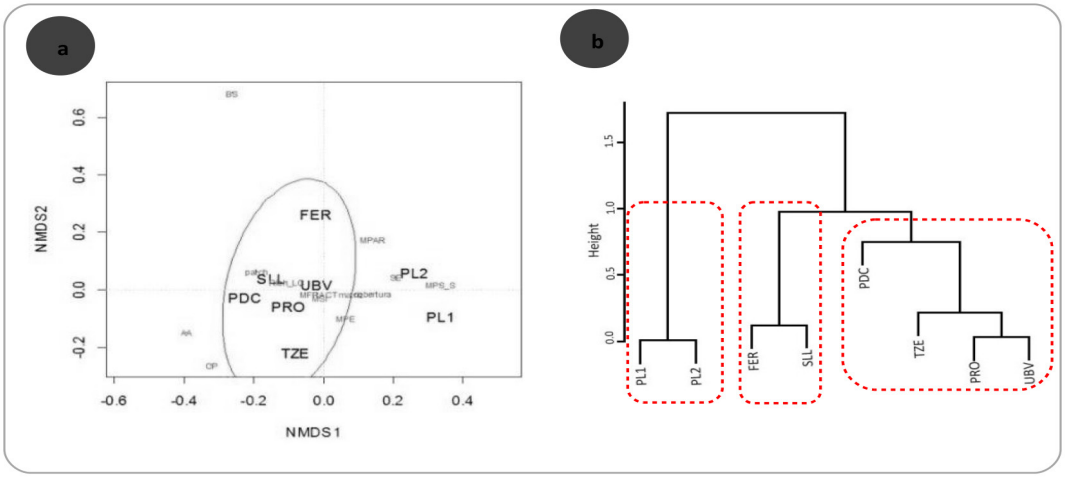

Figura 2.

Características de los paisajes evaluados. a.) Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS) (stress=0.048, R2=0.985). b.) Paisajes agrupados jerárquicamente con el método Ward.

Coleópteros asociados a hongos

En total, se colectaron 477 ejemplares de coleópteros adultos, pero únicamente 462 fueron identificados debido al daño sufrido por el resto de especímenes durante la colecta. De este sub total, fueron separadas 71 morfoespecies (msp), con la mayoría (42.25% de msp) ubicada dentro de la subtribu Gyrophaenina (Staphylinidae: Aleocharinae: Homalotini) (30 msp, n=314). Otros grupos de estafilínidos constituyeron el 7.04% de las msp (5 msp, n=7), incluyendo las subfamilias Paederinae, Scaphiidiinae, Staphylininae y Tachyporinae. La familia Nitidulidae fue la siguiente en número de msp, con el 26.76% (9 msp, n=19), todas clasificadas en la subfamilia Nitidulinae. Los ejemplares de la subfamilia Tenebrioninae (Tenebrionidae) representaron el 25.35% (8 msp, m=18), incluyendo una msp de la tribu Amarygmini y dos de la tribu Bolitophagini. Las msp de la subfamilia Erotylinae (Erotylidae) constituyeron el 9.86% (7 msp=29), incluyendo una msp de la tribu Encaustini, una de Erotylini, y cinco de Tritomini. La familia Silvanidae y la subfamilia Ciinae (Ciidae), representan el 4.22% de las msp (3 msp, n=12), mientras que la tribu Scolytini (Curculionidae: Scolytinae) posee el 2.82% (2 msp, n=8) al igual que la familia Endomychidae (2 msp, n=6). Esta última familia incluye una msp de la tribu Anamorphinae y una de la tribu Stenotarsinae. La tribu Nanosellini (Ptiliidae: Ptiliinae) (n=42), la subfamilia Ceratocanthinae (Hybosoridae) (n=1) y las familias Carabidae (n=1) y Lycidae (n=1) presentaron una msp cada una (1.41% del total de msp para cada grupo. Los ejemplares de Carabidae y Lycidae se consideraron como visitantes casuales, y no se les tomó en cuenta para los análisis posteriores.

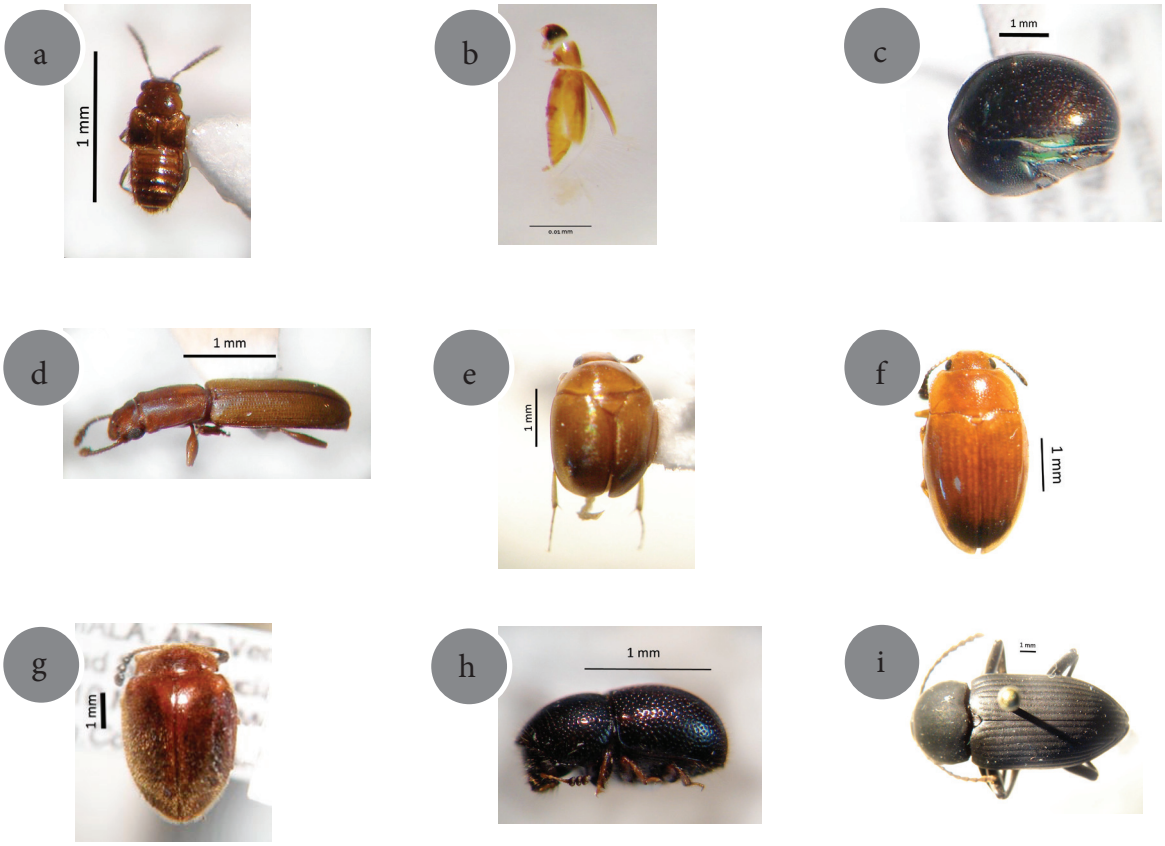

Figura 3.

Familias de coleópteros colectadas. *a.)Staphylinidae, b.) Ptiliidae, c.)Hybosoridae, d.) Silvanidae, e.) Nitidulidae, f.) Erotylidae, g.) Endomychidae, h.) Ciidae, i.) Tenebrionidae, j.) Curculionidae.* Fotografías: Samanta Orellana. Escala de 1 mm, excepto en *Ptiliidae.*

Al evaluar la diversidad de orden q1 (Índice de Shannon) y transformarlo al número de elementos efectivos, *ee* (en este caso morfoespecies; Jost, 2007), se estableció que la localidad con mayor diversidad α es UBV, con un promedio de 3.15 *ee* por parcela muestreada, seguida por TZE y PL2, con 2.86 y 2.47 ee por parcela, respectivamente. Por otro lado, PDC es el sitio con menor diversidad *α*, con 1.28 *ee*. La localidad de paisaje con un valor más alto de diversidad γ es TZE, con una diversidad equivalente a 11.31 *ee*, seguida por PL1 (11.52 ee) y UBV (10.73 *ee)*. En cuanto a la diversidad β, el valor más alto es para PL1 (4.78), por lo que se considera que es el sitio más heterogéneo en cuanto a morfoespecies de coleópteros asociados a hongos. Asimismo, se observa que el valor más alto de diversidad *α* es para las parcelas constituidas por selva (SE), con 2.41 ee por parcela muestreada, y el valor más bajo es para AA, con 1.42 *ee* por parcela. De acuerdo con la diversidad β, las parcelas con AA se consideran como el uso de suelo más heterogéneo en cuanto a composición de coleópteros.

Grupos funcionales de coleópteros asociados a hongos

Se identificaron tres grupos funcionales de coleópteros asociados a hongos: fungívoros obligados (FO), fungívoros facultativos (FF) y predadores (PR). Los coleópteros FO fueron los más abundantes con el 88.04% (n=405), seguidos por los FF con 10.87% (n=50) y PR con tan sólo el 1.09% de los ejemplares (n=5). Los coleópteros FO fueron colectados en las ocho localidades estudiadas, mientras que los FF fueron registrados en seis de los sitios (PL1, PL2, TZE, UBV, PRO y FER) y los PR únicamente en dos (FER y SLL). Al evaluar las proporciones de cada grupo funcional, por localidad, se obtuvieron los siguientes resultados: PRO es el sitio con mayor proporción de FO (1:1), seguido por UBV (0.98:1), PL1 y PL2 (ambos con 0.96:1); TZE es el paisaje con mayor proporción de FF (0.17:1), seguido por PDC (0.09:1); los coleópteros PR tuvieron una mayor proporción en FER (0.15:1), seguido por SLL (0.08:1). El análisis de agrupamiento jerárquico (distancia Horn, método Ward), se observa una separación de las localidades FER y TZE, de acuerdo con las proporciones de cada grupo funcional de coleópteros presentes en cada sitio (Figura 4). Por otra parte, los coleópteros FO y FF fueron colectados en los cuatro tipos de uso de suelo, mientras que los PR, únicamente en dos (SE y CP). El uso CP fue el que presentó un mayor promedio de FO con 15.17 coleópteros por parcela (6 parcelas, cv=278.07%), seguido por SE con un promedio de 13.79 coleópteros por parcela (19 parcelas, cv=125.15%). En cuanto a los coleópteros FF, el uso AA fue el que tuvo mayor promedio con 1.83 coleópteros por parcela (12 parcelas, cv=312.76%), seguido

por BS con 0.67 coleópteros por parcela (3 parcelas, cv=223.6%). Los coleópteros PR tuvieron un mayor promedio de abundancia en el uso CP con 0.5 coleópteros por parcela (6 parcelas, cv=331.66%) y en SE con 0.1 coleópteros por parcela (19 parcelas, cv=299.54%).

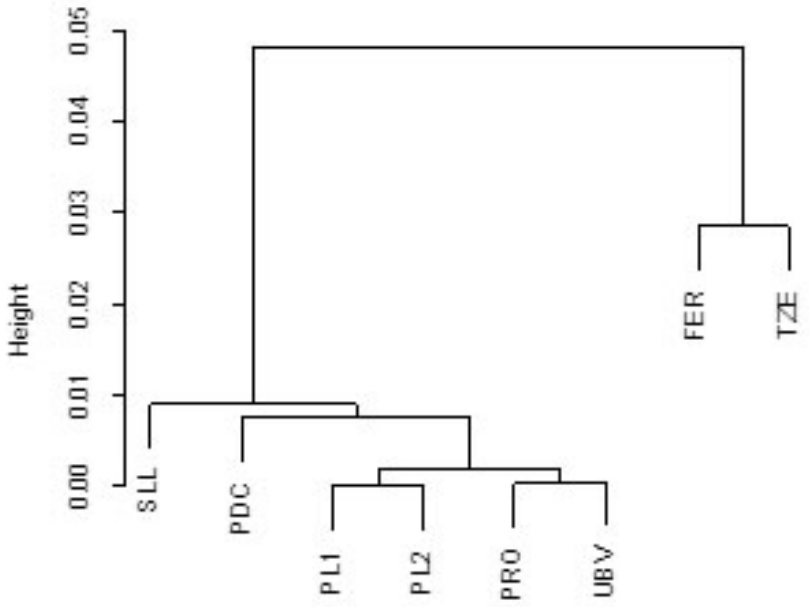

Figura 4.

Análisis de agrupamiento jerárquico (distancia Horn, método Ward) de las localidades en distintos tipos de paisaje, de acuerdo con las proporciones de grupos funcionales de coleópteros colectados en hongos de la Ecorregión Lachuá.

Discusión

La Ecorregión Lachuá ha sufrido cambios drásticos desde mediados del siglo pasado, perdiendo más del 50% cobertura forestal (Quezada, Arroyo-Rodríguez, Pérez-Silva & Aide, 2013). Del total del área evaluada (ocho localidades con diferente tipo de paisaje = 8 km2, hasta 2011), un 49.59% constituye bosque primario, un 36.18% consiste en áreas abiertas y cultivos anuales, un 9.59% son cultivos perennes y un 4.40% es bosque secundario; lo que evidencia alta tasa de deforestación y cambio de uso de suelo que existe en la Ecorregión Lachuá. De acuerdo con el análisis de ordenación NMDS y el análisis de agrupamiento jerárquico, las ocho localidades de la Ecorregión Lachuá evaluadas, se agrupan de acuerdo con su conformación (cantidad de selva, porcentaje de cobertura y número de fragmentos que las constituyen). Las localidades menos perturbadas se encuentran dentro del área protegida del Parque Nacional Laguna Lachuá.

Para las ocho localidades de la Ecorregión, se registraron 71 morfoespecies de coleópteros, incluidas en doce familias, con el 95.8% de las msp (98.9% de los individuos) asociadas a hongos de una manera obligada o facultativa. La familia Staphylinidae fue la más diversa y abundante, en especial la subtribu Gyrophaenina (Staphylinidae: Aleocharinae: Homalotini), que representó el 68% de los individuos colectados y el 42.5% de las morfoespecies. Esta subtribu es conocida por depender completamente de los cuerpos fructíferos de los hongos,

especialmente de las esporas de los Agaricales y Polyporaceae (Polyporales) (Ashe, 1984). Hasta el momento, se cuenta con 20 especies (16 descritas y cuatro sin describir) de esta subtribu registradas para Guatemala (Sharp, 1883; Ashe, 1984). Por lo tanto, los individuos obtenidos durante esta investigación (30 msp), son un sujeto muy interesante para estudios taxonómicos posteriores.

La mayor diversidad de coleópteros asociados a hongos se encontró en áreas con alto porcentaje de cobertura (selva, bosques secundarios y cultivos perennes) y baja fragmentación (PL1 y TZE). Por el contrario, las áreas menos diversas fueron PDC y PRO, localidades con los menores niveles de cobertura y gran cantidad de fragmentos. Asimismo, el tipo de uso con una mayor diversidad es selva (SE), seguido por las áreas abiertas (AA). Sin embargo, las áreas abiertas son las que poseen menor cantidad de especies por parcela. Ambos tipos de uso de suelo poseen especies únicas por lo que, con más estudios, es probable que sean consideradas como especies indicadoras de calidad de hábitat. El valor de diversidad beta para las ocho localidades de la Ecorregión Lachuá, indica que aún existe cierta similitud entre los ensambles de coleópteros asociados a hongos. Esto indica que aún es un área relativamente homogénea en cuanto a la composición de estos insectos especialistas.

La mayoría de ejemplares colectados en hongos (88.04%) fueron clasificados como fungívoros obligados, lo que indica que el método de colecta directa es una manera efectiva de obtener estos grupos especializados y, además, reportar información confiable acerca del hongo hospedero (Schigel, 2008). Al evaluar las proporciones de cada grupo funcional de coleópteros presentes en cada localidad, se observó que los paisajes con menor porcentaje de selva (FER y TZE), son los que presentaron menor porcentaje de fungívoros obligados. La localidad FER posee uno de los porcentajes de cobertura más altos (99.4%) y TZE uno de los más bajos (25.2%), sin embargo, la cobertura en el primer sitio está constituida mayormente por regeneraciones naturales, reforestaciones sobre potreros y cultivos permanentes de caucho. Por su parte, TZE posee menor cobertura, e incluye parcelas con cultivos anuales de maíz, además de las plantaciones permanentes de cardamomo. El porcentaje de selva lluviosa en ambos sitios es mínimo, por lo que su similitud se explica por la historia similar de uso de suelos, que hace que ambos sitios sean considerados como perturbados. Por otro lado, las localidades que poseen una mayor proporción de fungívoros obligados conservan un alto porcentaje selva, ya sea en todo el territorio (PL1 y PL2) o en fragmentos (UBV, PRO). En cuanto a los fungívoros facultativos, se observó una mayor proporción en TZE y PDC, las dos localidades con menor cobertura de selva; mientras que los predadores estuvieron presentes en mayor porcentaje (y únicamente) en FER y SLL, dos localidades sumamente heterogéneas en cuanto a su conformación. Estos resultados indican que aún existe similitud en cuanto a las proporciones de fungívoros obligados dentro, y fuera del área protegida, lo cual es semejante a resultados obtenidos en otros estudios, donde los fungívoros no evidencian una respuesta significativa al cambio de uso de suelo (Susilo, Indriyati & Hardiwinoto, 2009). Sin embargo, para obtener datos más certeros, es necesario realizar colectas del resto de grupos funcionales de coleópteros (ej. fitófagos, predadores, coprófagos, saprófagos) de la Ecorregión Lachuá.

Agradecimientos

A la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala,

por financiar las colectas de especímenes utilizados durante esta investigación. A Emmanuel Agreda y Ángel Xo por la colecta de coleópteros. A Roxanda López, Rosa Sunum y Gandhi Ponce por la colecta de hongos. A German Peña de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a Boris McDonald de la Sección de Plantas Acuáticas del Herbario BIGU y al Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por el préstamo de equipo de microscopía. A Enio Cano del Laboratorio de Entomología Sistemática de la Universidad del Valle de Guatemala, por permitir la revisión de colecciones y el préstamo de literatura. Al Dr. Ángel Solís, del Instituto Nacional de Biodiversidad de Costa Rica, al Dr. José Luis Navarrete-Heredia, de la Universidad de Guadalajara, y al Dr. Juan Márquez por la ayuda con la identificación de coleópteros. A Claudio Méndez por la revisión del documento final.

Referencias

Arriaga-Varela, E., Tomaszewska, K. W., Navarrete-Heredia, J. L. (2007). A synopsis of the Endomychidae (Coleoptera: Cucujoidea) of México. *Zootaxa, 1594*, 1-38. https://doi.org/10.11646/zootaxa.1594.1.1

Ashe, J. (1984). Generic revision of the subtribe Gyrophaenina (Coleoptera: Staphylinidae: Aleocharinae) with a review of the described subgenera and major features of evolution. *Quaestiones Entomologicae, 20*, 129-349.

Boyle, W. W. (1956). A revision of the Erotylidae of America North of Mexico (Coleoptera). *Bulletin of the American Museum of Natural History 110*(2), 61-172.

CONAP. (2003). Plan Maestro: Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques.

Epps, M. & Arnold, A. (2010). Diversity, abundance and community network structure in sporocarp-associated beetle communities of the central Appalachian Mountains. *Mycologia, 102*(4), 785-802. https://doi.org/10.3852/09-161

Ficha Ramsar. (2004). Ficha Informativa de los Humedales Ramsar (FIR). Suiza: Convención de Ramsar.

Fierros-López, H. (2006). Datos nuevos de distribución de algunas especies de Scaphidiinae Neotropicales (Coleoptera: Staphylinidae). *Dugesiana, 13*(1), 39-43.

Guevara, R., Rayner, A. & Reynolds, S. (2000). Effects of fungivory by two specialist ciid beetles (*Octotemnus glabriculus and Cis boleti*) on the reproductive fitness of their host fungus, *Coriolus versicolor. New Phytologist 145*, 137-144. https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00552.x

Gumier-Costa, F., Lopes-Andrade, C. & Zacaro, A. (2003). Association of *Ceracis cornifer* (Mellié) (Coleoptera: Ciidae) with the Bracket Fungus *Pycnoporus sanguineus* (Basidiomycetes: Polyporaceae). *Neotropical Entomology, 32*(2), 359-360. https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000200026

Hanley, R. & Goodrich, M. (1995). Review of mycophagy, host relationships and behavior in the New World Oxyporinae (Coleoptera: Staphylinidae). *The Coleopterists Bulletin, 49*(3), 267-280.

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos: Opinion 113*(2), 363-375. https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x

Jost, L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology, 88*(10), 2427-2439. https://doi.org/10.1890/06-1736.1

Lang, S., Tiede, D. (2003). V-Late Extension für ArcGIS – vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse, ESRI Anwenderkonferenz 2003 Innsbruck.

Leschen, R. (2005). Phylogeny and classification of Scaphisomatini (Staphylinidae: Scaphidiinae) with notes on mycophagy, termitophily, and functional morphology. *Coleopterists Society Monograph 3*, 1-63. https://doi.org/10.1649/0010-065X(2005)059[0001:PACOSS]2.0.CO;2

Leschen, R. & Buckley, T. (2007). Multistate characters and diet shifts: Evolution of Erotylidae (Coleoptera). *Systematic Biology, 56*(1), 97-112. https://doi.org/10.1080/10635150701211844

Mayorga, P. (1990). *Coleópteros asociados con las fructificaciones de algunos basidiomicetos en Guatemala*. (Tesis de Licenciatura). Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.

Navarrete-Heredia, J., Newton, A., Thayer, M., Ashe, J. & Chandler, D. (2002). *Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México*. México: Universidad de Guadalajara.

Quezada, M. (2005). *Análisis de la diversidad y distribución de macrohongos (Órdenes Agaricales y Aphylloporales) en relación con los paisajes antropogénicos en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz*. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Quezada, M., Agreda, E., López, R., Ponce, G. y Sunum, R. (2010). *Evaluación de diversidad de invertebrados fungívoros en distintos remanentes de bosque de la Ecorregión Lachuá; su potencialidad como bioindicadores*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Guatemala.

Quezada, M., Arroyo-Rodríguez, V., Pérez-Silva, E. & Aide, T. M. (2013). Land cover changes in the Lachuá region, Guatemala: patterns, proximate causes, and underlying driving forces over the last 50 years. *Regional Environmental Change,* 1-11. https://doi.org/10.1007/s10113-013-0548-x

R Development Core Team. (2012). R 2.15.2.: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Austria. Recuperado de http://www.RHproject.org

Schigel, D. (2008). Collecting and rearing fungivorous Coleoptera. *Revista Ecológica. (Terre Vie) 63*, 7-12. https://doi.org/10.3406/revec.2008.1456

Schigel, D. (2012). Fungivory and host associations of Coleoptera: a bibliography and review of research approaches. *Mycology 3*(4), 258-272. https://doi.org/10.1080/21501203.2012.741078

Schmidt, B.C. & Roland, J. (2006). Moth diversity in a fragmented habitat: importance of functional groups and landscape scale in the boreal forest. *Annals of the Entomological Society of America 99*(6), 1110-1120. https://doi.org/10.1603/0013-8746(2006)99[1110:MDIAFH]2.0. CO;2

Sharp, D. (1882-1887). Insecta. *Coleoptera, Biología Centrali-Americana*. London.

Susilo, F., Indriyati & Hardiwinoto, S. (2009). Diversity and Abundance of Beetle (Coleoptera) Functional Groups in a Range of Land Use System in Jambi, Sumatra. *Biodiversitas 10*(4), 195-200. https://doi.org/10.13057/biodiv/d100406

Copyright (c) 2015 S. Orellana y M. Quezada

Este texto está protegido por una licencia *CreativeCommons 4.0*.

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, , incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

Resumen de licencia - *Texto completo de la licencia*