



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**RIQUEZA, DIVERSIDAD Y AFINIDADES BIOGEOGRÁFICAS DE  
CURCULIONOIDEA (INSECTA: COLEOPTERA) EN EL NORESTE DEL  
ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO.**

**TESIS**

**QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS–RECURSOS BIÓTICOS**

**PRESENTA**

**BIOL. JAVIER ALEJANDRO OBREGÓN ZÚÑIGA**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. ROBERT W. JONES**

**CODIRECTOR**

**DR. SANTIAGO NIÑO MALDONADO**

**SANTIAGO DE QUERÉTARO, QUERÉTARO, MÉXICO, ENERO 2013**



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Maestría en Ciencias: Recursos Bióticos

**“Riqueza, diversidad y afinidades biogeográficas de  
Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) en el noreste del Estado de  
Hidalgo, México”.**

**TESIS**

Que como parte de los requisitos para obtener grado de

**Maestro en Ciencias: Recursos Bióticos**

Presenta:

**Biól. Javier Alejandro Obregón Zúñiga**

Dirigido por:

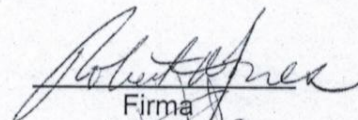
Dr. Robert W. Jones

Coodirector

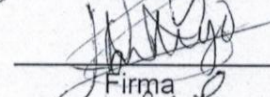
Dr. Santiago Niño Maldonado

**SINODALES**

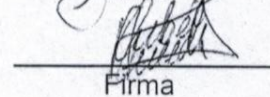
Dr. Robert W. Jones  
Presidente

  
Firma

Dr. Santiago Niño Maldonado  
Secretario

  
Firma

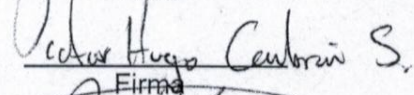
Dr. Rubén Pineda López  
Vocal

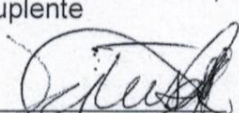
  
Firma

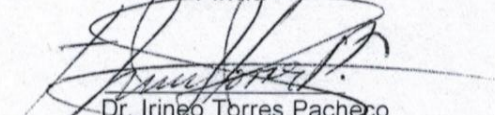
Dr. Carlos Alberto López González  
Suplente

  
Firma

Dr. Víctor Hugo Cambrón Sandoval  
Suplente

  
Firma

  
Drá. Margarita Teresa de Jesús García Gasca  
Director de la Facultad

  
Dr. Irineo Torres Pacheco  
Director de Investigación y  
Posgrado

## Resumen

México es categorizado como megadiverso. Parte de esa gran diversidad se debe a su variación climática y geográfica, ubica entre los reinos Neártico y Neotropical. Dentro de la gran fauna de esta provincia está la Superfamilia Curculionoidea (Coleoptera), considerada uno de los grupos más importantes en términos de diversidad e importancia económica. El presente estudio tuvo como objetivo, determinar la riqueza y diversidad de Curculionoidea en un gradiente altitudinal en la convergencia de los municipios de Huasalingo, Huejutla de Reyes y Tlanchinol en el Noreste del Estado de Hidalgo. Fueron seleccionados 12 puntos de muestreo a una distancia de 100 m de altitud entre cada sitio, de los 300 a los 1,400 msnm. La unidad de muestreo fue de 20 lances con una red entomológica, obteniéndose 10 muestras por sitio cada mes y 1,440 muestras en un año de colecta. Se realizaron análisis de riqueza así como diversidad alfa por medio de índices de diversidad Shannon e índices de dominancia de Simpson, la diversidad beta se abordó por medio de la partición de beta, los promedios en la abundancia compararon a partir métodos no paramétricos y por análisis del error estándar. Para medir el grado de correlación entre la abundancia y riqueza, con variables ambientales se utilizó el procedimiento de correlación simple de Pearson. Se colectaron un total de 2,625 individuos identificándose 151 especies, lo que representa el mayor número de especies de curculiónidos reportado para un sitio ó estado en México. Se encontraron diferencias significativas en la abundancia, que fue mayor en los sitios de mayor altitud (bosque mesófilo de montaña), debido en parte a la dominancia marcada de la especie *Coelocephalapion praeditum*, en estos sitios. Sin embargo, la mayor riqueza y diversidad se observó en las altitudes menores del transecto altitudinal, (bosque tropical subcaducifolio perturbado), probablemente por la mayor mezcla y diversidad de plantas hospederas. La abundancia de Curculionoidea fue mayor en la época de secas que en lluvias, mientras que la mayor diversidad se registró en lluvias, mientras que la mayor diversidad se registró en lluvias, como consecuencia de los patrones anuales en los ciclos de vida de los curculiónidos. En la partición de la diversidad beta entre las muestras, sitios y tipos de vegetación, la mayor diferencia porcentual entre estas tres categorías se encuentran entre los sitios (52,6%). La correlación entre la temperatura con la riqueza y abundancia de la superfamilia Curculionoidea mostró significancia estadística, sin embargo se tiene conocimiento que otros factores ambientales y la diversidad de plantas son importantes para determinar la riqueza y diversidad de los curculiónidos. La distribución geográfica de casi la mitad de las de especies colectadas (45.5%), correspondió a la región Mega-México 3, mientras las especies con distribuciones tropicales, representaron el 44.2 % y las especies de clima templado representaron sólo el 7.9%. Estos porcentajes son similares para la comunidades de Curculionoidea reportadas de otras regiones de México.

(**Palabras clave:** Curculionoidea, abundancia, riqueza y diversidad).

## Summary

Mexico is well known for being one of the 12 megadiverse countries. Part of this megadiversity the result of the marked climatic and geographic variations within the country, as well as the intersection of the Nearctic and the Neotropical realms. Within the diverse fauna present in this province, the Curculionoidea superfamily of the order Coleoptera (Beetles) is considered one of the most important in terms of diversity and economic importance. The objective of the present study was to determine the richness and diversity of the Curculionoidea within and altitudinal gradient in northeastern portion of the state of Hidalgo at the intersection of the municipalities Huasalingo, Huejutla de Reyes and Tlanchinol. A total of 12 sampling points were selected along a transect from 100 m to 1,400 m with each point separated by 100 m of altitude. The sample unit consisted of 20 sweeps with a beating net with 10 such samples taken monthly at each of the 12 sample points for a total of 1,440 samples. Analyses of species richness, alpha diversity (indexes of Shannon and Simpson), and beta diversity were conducted. Mean abundance was compared between sites and altitude using non-parametric procedures and correlations were calculated between abundance and environmental variables. A total of 2,625 individuals were collected during the study representing 151 species of Curculionoidea representing the greatest number of weevils reported from a single site in Mexico. For the sampled area, significant differences were found among altitude with the greatest number of individuals found in cloud forest habitats at 1,000 to 1,400 meters over sea level, in part due to the dominance of the species, *Coelocephalapion praeditum* at these sites. The greatest richness and diversity was observed in at the lowest altitudes in the disturbed sub-deciduous tropical forest, probably a result a greater mixture and diversity of host plants. The abundance of Curculionoidea was greatest during the dry season than in the rainy; whereas the greatest diversity was observed during the rainy season, apparently due to annual life cycle patterns. In the partitioning of beta diversity among samples, sites and vegetation types, the greatest percentage difference between these three categories was found between sites (52.6%). A significant correlation was found between the richness and abundance of weevils with temperature, although clearly there are other environmental factors and the diversity of host plants that are important in determining richness and diversity of Curculionoidea. The distribution of close to half of the species collected (45.5%) corresponded to the biogeographic region Mega-Mexico 3, whereas species with tropical distributions represented 44.2% with only 7.9% of the species had temperate distributions. These percentages are similar to those reported for communities of Curculionoidea reported elsewhere in Mexico.

**(Keywords:** Curculionidae, abundance, richness and diversity)

## Dedicatoria

*En primera instancia esta tesis es dedicada a mi madre Margarita Zúñiga García como agradecimiento por todo el apoyo brindado y por siempre esperarme en casa con un abrazo.*

*Dedicada a mis sobrinos Astrid, Cristian, Valeria, Yoseline y Marisol por recargarme de motivación y ganas de seguir adelante.*

*A toda la familia Zúñiga por todo el apoyo brindado.*

*A mis abuelos José “Pepe Cocas” Zúñiga (†) y Margarita García. (†)*

## **Agradecimientos**

Al Dr. Robert W. Jones por haber aceptado dirigir mi tesis, por su amistad, apoyo incondicional, confianza, paciencia y tiempo otorgado, muchas gracias.

A la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca otorgada.

A la Universidad Autónoma de Querétaro.

Al Dr. Santiago Niño Maldonado por su amistad y haberme exhortado al maravilloso mundo de los insectos, por sus comentarios y consejos que siempre son y serán de mucha utilidad.

Al Dr. Rubén Pineda López, y Dr. Carlos Alberto López González por haber aceptado ser parte de mi comité evaluador, por sus valiosas revisiones y comentarios, además por brindarme su amistad.

Al Dr. Víctor Hugo Cambrón Sandoval por su sincera amistad y sus valioso apoyo estadístico y cometarios.

Al Dr. Santiago Vergara Pineda por sus valiosos comentarios

A mi amigo M. C. Itzcoalt Martínez por su gran amistad y por haber puesto gran empeño en la colecta de material.

A Biól. Judith Gabriela Luna Zuñiga por formar parte importante en mi vida y compartir momentos tan bonitos a tu lado.

A mis amigos y compañeros de laboratorio y maestría Ulises, Osvaldo, Jesús, Malagamba y Diana, por estar en la mejor disposición de ayudar en cualquier circunstancia.

A mis amigos Sandra Guzmán por aguantar momentos de estrés y mal humor así como para Alejandro García Pascálín por su valiosa ayuda en la colección entomológica y hacer posible que tuviera más tiempo para la realización de esta tesis.

Y todos los que de alguna u otra forma colaboraron con la realización de mi tesis.

## Índice

Resumen .....	1
Summary .....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimientos .....	IV
Índice .....	¡Error! Marcador no definido.
Índice de Cuadros .....	VII
Índice de Figuras .....	VIII
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
2.1. Estudios con gradientes altitudinales.....	4
2.2. Afinidades biogeográficas.....	7
<b>3. HIPÓTESIS.....</b>	<b>11</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<b>5. ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>12</b>
5.1. Características físicas del Noreste del Estado de Hidalgo. ....	12
5.2. Descripción biológica.....	13
5.3. Localización del área de estudio. ....	14
<b>6. METODOLOGÍA.....</b>	<b>17</b>
6.1. Trabajo de campo y laboratorio.....	17
6.2. Análisis de los datos. ....	18
<b>7. RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
7.1. Estimación de la riqueza de Curculionoidea .....	23
7.2. Abundancia relativa de Curculionoidea por sitio de colecta. ....	25

7.3.	Riqueza y diversidad de Curculionoidea por sitio de colecta. ....	26
7.4.	Abundancia relativa de Curculionoidea por tipos de vegetación. ....	28
7.5.	Riqueza y diversidad de Curculionoidea por tipos de vegetación. ....	29
7.6.	Abundancia mensual de la Superfamilia Curculionoidea. ....	31
7.7.	Patrones mensuales en la riqueza y diversidad de Curculionoidea ....	32
7.8.	Abundancia relativa de Curculionoidea por temporada. ....	34
7.9.	Riqueza y diversidad de Curculionoidea por temporada. ....	35
7.10.	Partición de la diversidad beta en el transecto altitudinal.....	37
7.11.	Agrupación de los sitios por su composición de especies. ....	38
7.12.	Correlación de variables ambientales con riqueza y abundancia de Curculionoidea en el Noreste del estado de Hidalgo, México. ....	40
7.13.	Afinidades biogeográficas de Curculionoidea.....	41
7.14.	Riqueza, abundancia y diversidad de la familia Curculionidae.....	44
7.15.	Riqueza, abundancia y diversidad de la familia Apionidae ....	46
8.	DISCUSIÓN .....	49
9.	CONCLUSIONES .....	53
10.	LITERATURA CITADA.....	54
11.	APÉNDICE .....	60



## Índice de Cuadros

Cuadro.-5.1 Sitios de colecta en el transecto altitudinal del Noreste del estado de Hidalgo, México.....	<b>16</b>
Cuadro 7.1.- Abundancia y Riqueza de las Subfamilias de Curculionoidea colectados en el noreste del estado de Hidalgo, México. ....	<b>22</b>
Cuadro 7.2.-Comparación de los índices de diversidad y riqueza de Curculionoidea (Coleoptera), calculado a partir de diferentes tipos de vegetación en el noreste del estado de Hidalgo, México. ....	<b>29</b>
Cuadro 7.3.- Riqueza, abundancia y temperatura media mensual en el noreste del estado de Hidalgo, México. ....	<b>40</b>
Cuadro 7.4.- Correlación entre variables ambientales entre la riqueza y abundancia con factores ambientales.....	<b>41</b>
Cuadro 7.5.- Abundancia riqueza y diversidad mensual y temporal de la familia Curculionidae en el Noreste del Estado de Hidalgo, México. ....	<b>46</b>

## Índice de Figuras

Figura 5.1.- Área de estudio abarcando los municipios de Huejutla de Reyes, Huazalingo y Tlanchinol Hidalgo, México.....	14
Figura 5. 2.- Transecto altitudinal de los sitios de colecta en los Municipios de Huejutla de Reyes, Huasalino y Tlanchinol del estado de Hidalgo, México.....	15
Figura 6.1 Categorías biogeográficas basada en Rzedowski (1993), A) Templado, B) Topical y C) Megaméxico 3 Mapa tomado de Rzedowski (1993).....	21
Figura.-7.1 Categorías de abundancia de especies de Curculionoidea en el noreste del Estado de Hidalgo, México. ....	23
Figura. 7.2.- Curva de acumulación de especies y estimadores no paramétricos de la riqueza de Curculionoidea en el Noreste del Estado de Hidalgo, México. ....	24
Figura 7.3.- Abundancia de Curculionoidea en el transecto altitudinal en el noreste del estado de Hidalgo, México. ....	25
Figura 7.4.- Riqueza e Índices de Diversidad Shannon y Simpson de la superfamilia Curculionoidea en los sitios de colecta en el noreste del estado de Hidalgo. ....	27
Figura 7.5.- Abundancia de Curculionoidea en los tres tipos de vegetación en el noreste del estado de Hidalgo mostró diferencias significativas ( $X^2=20.75$ , $df= 2$ , $P < 0.001$ ). ....	28
Figura 7.6.- Riqueza y Diversidad de Curculionoidea en el Noreste del Estado de Hidalgo.	30
Figura 7.7.- Abundancia mensual de Curculionoidea en el noreste del estado de Hidalgo, México.....	31
Figura 7.8.- Riqueza y diversidad de la superfamilia Curculionoidea por mes de muestreo en el noreste del estado de Hidalgo.....	33
Figura 7.9.- Abundancia de curculiónidos por temporada de colecta en el noreste del estado de Hidalgo México.. ....	34
Figura7.10.- Riqueza y diversidad por temporada de colecta en el noreste del estado de Hidalgo, México. ....	36

Figura 7.11.- Diversidad beta en el transecto altitudinal del Noreste del Estado de Hidalgo, México.....	<b>37</b>
Figura 7.12.- Composición de las especies de Curculionoidea en el transecto altitudinal en el Noreste del Estado de Hidalgo México. ....	<b>39</b>
Figura 7.13.- Afinidades biogeográficas de Curculionoidea en el noreste del estado de Hidalgo, México. ....	<b>42</b>
Figura 7.14.- Afinidades biogeográficas en los tipos de vegetación en el noreste del estado de Hidalgo, México. ....	<b>43</b>
Figura 7.15.- A, Abundancia y B, Riqueza y diversidad en el transecto altitudinal en el noreste del estado de Hidalgo, México. ....	<b>45</b>
Figura 7.16.- Abundancia de la familia Apionidae en el transecto altitudinal en el Noreste del Estado de Hidalgo, México.....	<b>47</b>
Figura 7.17.- Abundancia de la familia Apionidae en las temporadas de muestreo y meses de colecta. ....	<b>48</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

México es uno de los 12 países categorizados como megadiversos, que en conjunto albergan entre el 60 y 70% de la biodiversidad del planeta (Mittermeier y Goettsch, 1992). México junto con Brasil, Colombia e Indonesia, se encuentra en los primeros lugares de los países con mayor riqueza de especies. En riqueza de reptiles, ocupa el primer lugar en el mundo, el segundo en mamíferos, y el cuarto en anfibios y plantas. En general México cuenta al menos con el 10% de la diversidad terrestre del planeta (Mittermeier y Goettsch, 1992).

Parte de esa gran diversidad se debe a la variación climática y geográfica que existe en el país, y que además se ubica entre los reinos Neártico y Neotropical. Esta variación da como resultado un gran número de provincias bióticas basadas en plantas, mamíferos y reptiles (Ruíz-Jiménez, *et. al.* 2004). La Comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad (CONABIO), identifica 19 provincias: Altiplano Norte, Altiplano Sur, Baja California, California, Costa del Pacífico, Del Cabo, Depresión del Balsas, Eje Neovolcánico, Golfo de México, Los Altos de Chiapas, Oaxaca, Petén, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre del Sur, Soconusco, Sonora, Tamaulipas y Yucatán (Espinoza *et. al.* 2001).

Una de las provincias más interesantes, en términos de la mezcla de elementos neárticos y neotropicales, y por un alto nivel de endemismo es la provincia Sierra Madre Oriental (SMO). Esta se localiza en la parte montañosa desde el noreste de México en el estado de Nuevo León hasta parte del estado de Veracruz. Desafortunadamente, esta provincia biogeográfica ha sido fuertemente alterada por actividades antropogénicas, de tal forma que es de suma importancia realizar estudios de índole científico para conocer la biodiversidad y proveer de información básica para su conservación evitando su desaparición (Márquez y Marrone, 2004).

Dentro de la gran gama de flora y fauna que se encuentra en la SMO, se encuentran asociados los escarabajos de la Superfamilia Curculionoidea (Coleoptera). Éstos son conocidos como gorgojos y/o picudos, es uno de los grupos taxonómicos de gran importancia en términos de diversidad e importancia

económica. Agrupa cerca de 57,000 especies descritas en 6,000 géneros (O'Brien y Wibmer, 1982), por lo tanto posiblemente es el grupo con mayor número de especies conocidas en el planeta.

Para México, el estudio de curculiónidos está en una etapa de inicio, y se estima que el 50% de los picudos mexicanos aún están por describirse (Anderson y O'Brien, 1996). La identificación de los picudos es muy complicada aún para especies ya descritas, por tal motivo es necesario comparar los individuos colectados con especímenes previamente identificados y depositados en una colección de referencia. Además de estas limitaciones sistemáticas, en general la colecta de curculiónidos en México ha sido esporádica y localizada, aunado a que la selección de los sitios de colecta generalmente se determinó conforme al tiempo disponible y la cercanía con vías de comunicación. (Anderson y O'Brien, 1996). Por tal motivo, es necesario e importante hacer estudios de Curculionoidea en sitios específicos, con tiempos y metodologías establecidas para generar datos confiables de la riqueza, abundancia, diversidad y biogeografía de ese grupo hiper-diverso (Jones *et al.*, 2005). En el presente trabajo, se analizaron la riqueza, diversidad y distribución altitudinal de las especies de Curculionoidea en serranías del noreste del Estado de Hidalgo, México, así como los factores ambientales correlacionados con estas variables ecológicas y la distribución geográfica y afinidades biogeográficas de las especies.

## 2. ANTECEDENTES

El concepto de diversidad biológica ha sido tema de discusión durante más de 50 años en cuanto al significado, tecnicismos y la semántica, (Hurlbert, 1971 citado por Moreno *et. al.*, 2011). El estudio de este concepto ha tomado una gran relevancia durante los últimos años debido a que está fuertemente relacionado con el funcionamiento de los ecosistemas (Moreno *et. al.*, 2011). Sin embargo, la podemos definir como la variedad de organismos vivos en un hábitat o zona geográfica determinada, así como los complejos ecológicos de los que está forma parte, y se puede componer de tres niveles: 1) variación genética, la cual existe entre cada uno de los individuos, así como dentro y entre poblaciones y especies 2) variación o diversidad de especies, que existe entre todos los grupos taxonómicos, a esto también se lo conoce como riqueza de especies, los cuales están ligados a procesos históricos-evolutivos como la especiación, extinción e inmigración, y 3) diversidad de ecosistemas, entendiendo esto como la diversidad de las comunidades bióticas, que incluyen también los procesos ecológicos que suceden dentro de este nivel, como la competencia, parasitismo, depredación y relaciones mutualistas (Morin, 1999).

Whittaker (1960) propuso los términos de la diversidad alfa, beta y gama. La diversidad alfa, (Whittaker, 1960 y 1972), lo define como la riqueza de especies de una muestra territorial. Sin embargo Halftter y Moreno (2005) la desglosan en tres conceptos básicos: 1) diversidad alfa puntual, que se refiere al número de especies que se encuentran en un punto de muestreo, existiendo algunos elementos que influyen en la riqueza de especies como los son, las especies raras, especies turista, efectos de masa, y la heterogeneidad espacial del paisaje; 2) la diversidad alfa promedio, se refiere a valores puntuales correspondientes a lugares diferentes, pero en al mismo tipo de comunidad, obteniéndose así una perspectiva más general de la tendencia que tiene la diversidad en la comunidad y 3) diversidad alfa acumulada, este valor se debe a la suma de las especies encontradas entre un mínimo y un máximo de tiempo. Aquí se consideran todos los nuevos registros de especies sin eliminar las anteriormente registradas. Esto nos refleja la permeabilidad de un ensamble a la entrada de elementos no

comunes, esperando que en las comunidades con un alto grado de perturbación prevalezca un alfa acumulada mayor a cualquier valor de alfa puntual.

### **2.1. Estudios con gradientes altitudinales.**

Los sistemas montañosos cubren cerca del 25% de la superficie terrestre, los cuales proveen de agua a la mitad de la población mundial y albergan aproximadamente la tercera parte de la diversidad por lo que estudios para su conservación son de suma importancia (Korner, 2007).

Estos ecosistemas han tenido gran interés científico y son de gran utilidad para el desarrollo de una teoría general de los factores que determinan la diversidad (Bhattarai y Vetaas, 2003). En la actualidad, los estudios de la distribución de las especies a lo largo de gradientes altitudinales son una herramienta de suma importancia para poder predecir los cambios en la distribución de las especies como resultado del cambio climático que se está experimentando en el planeta (Fosaa, 2004).

Un gradiente, se define como un cambio cualitativo y susceptible de medir de un rasgo físico o ambiental, en función de una variable dada (cambio de la temperatura, precipitación etc. con la altitud). Las características de las comunidades en un gradiente irán cambiando de acuerdo con el tipo y forma de las respuestas de las especies a los gradientes, ocasionando cambios en las propiedades colectivas de las comunidades (Whittaker, 1972; Lomolino, 2001). Por ejemplo, Sánchez-González y López-Mata (2003) realizaron un análisis de la vegetación y de los factores que influyen en la estructura y distribución a lo largo de un gradiente altitudinal en el norte de la Sierra Nevada, Estado de México. Ellos determinaron seis tipos de vegetación, cambiando conforme se aumenta el transecto. Del mismo modo, Vargas-Contreras y Hernández-Huerta (2001) hicieron un estudio donde determinaron las especies de mamíferos asociadas a cada tipo de vegetación en la Reserva de la Biosfera el Cielo, Tamaulipas (RBC). Los autores mencionan que los mamíferos presentan una distribución muy diferente en un gradiente altitudinal, asociándose en tres grupos: bosque tropical subcaducifolio-bosque mesófilo de montaña, los del encino pino y los del matorral xerófilo.

La respuesta a los cambios en los gradientes puede tener una simplicidad en el concepto, sin embargo la respuesta es muy compleja ya que existen diversos estudios con resultados diferentes (McCoy, 1990). Varios estudios han concluido que la riqueza de especies disminuye con la altitud, sugiriendo cuatro razones para tal hecho (Lawton *et al.*, 1987): 1) la disminución en el área del hábitat en altas elevaciones, 2) la disminución de la diversidad de recursos en partes altas, 3) entornos desfavorables en altitudes mayores y 4) hay una reducción de la producción primaria en elevaciones altas. Este mismo patrón de disminución de la diversidad con la altitud, lo mencionan en la distribución de hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Martha, Colombia (Guerrero y Sarmiento, 2010), donde el sitio de menor altitud (835 m) fue el que registró la mayor riqueza de especies, en tanto el sitio de mayor altitud fue el menos rico.

En México, la distribución altitudinal de la familia Scarabaeidae en las montañas subtropicales de la zona de transición Mexicana de Veracruz, reportando que la riqueza de las especies decrece en mayor nivel con la altitud en las áreas tropicales y subtropicales que en las zonas templadas (Martín-Piera y Lobo, 1993). En la Reserva de la Biosfera el Cielo (RBC) en el noreste de México, las especies de coleópteros y dípteros necrófilos disminuyeron conforme aumentó la altitud en las tres principales comunidades vegetales correspondientes (Sánchez-Ramos *et al.*, 1993). Del mismo modo en la Reserva de la Biosfera el Cielo la riqueza y diversidad de la familia Apionidae (Coleoptera: Curculionidae) disminuyen con la altitud (Jones *et al.*, 2012).

Por otra parte, la riqueza y diversidad de crisomélidos de la Reserva de la Biosfera el Cielo decrece conforme se aumenta la altitud en tres tipos de vegetación: bosque tropical subcaducifolio, bosque mesófilo de montaña y bosque de pino y encino, respectivamente (Niño *et al.*, 2004). En el mismo sitio, en otro estudio, los crisomélidos fueron más abundantes en aquellas altitudes próximas al área de transición en un rango altitudinal de los 960 a 1,360 msnm (Niño, 1996). Así mismo, en otro transecto de 5.6 km y con rango altitudinal de 900-1,400 msnm, en el bosque mesófilo de montaña en la Reseva de la Biosfera Cielo, la



localidad con mayor abundancia (31.03%) se presentó en una altitud de 1,000 msnm (Niño, 2000).

García (1996), realizó un estudio de la variación altitudinal de Chrysomelidae en el bosque tropical subcaducifolio en la Reserva de la Biosfera Cielo, señalando que los crisomélidos tiene una estrecha relación con la estructura de la vegetación y que a mayor altura menor riqueza de especies. En un estudio la entomofauna necrófila, analizada en un transecto altitudinal entre bosque tropical y bosque mesófilo entre Otongo y Tlanchinol, Hidalgo, México; la abundancia de coleópteros y dípteros disminuyen conforme aumenta el gradiente altitudinal (Morón y Terrón, 1984).

Sin embargo, Janzen (1973) en un transecto altitudinal en un bosque templado en el sur de los Apalaches, Carolina, concluyó que la mayor riqueza y diversidad de especies de varios grupos entomológicos se da en las partes medias de un gradiente altitudinal y propuso dos procesos involucrados: el primero habla de que los extremos altitudinales son “malos” ya que están expuestos a una mayor severidad climática y deforestación dando como resultado una menor diversidad de insectos (Gagne, 1979; Randall, 1982; Young, 1982; Smiley y Rank 1986); el segundo proceso hace hincapié a la tasa fotosintética de las plantas, donde la mayor tasa neta de fotosíntesis se da en las partes medias de un gradiente altitudinal, por lo cual serán más favorecidos los insectos herbívoros y sus depredadores (Janzen, 1973).

Varios estudios, han examinado el patrón de la distribución de los insectos a lo largo de un gradiente altitudinal, como es el caso de Wolda (1987), el cual colectó insectos con trampas de luz a lo largo de un gradiente de 100 a 2,000 msnm en Panamá, sus resultados contrastan con los otros autores que afirman que el máximo de la riqueza y diversidad se da en las partes medias y bajas de un gradiente y sugirió que la divergencia en los estudios pudo haber sido dada por el régimen de esfuerzo de muestreo. Así como otros factores como la superficie del hábitat y la perturbación humana, mencionó que en las partes altas podría existir mayor diversidad de plantas nativas (Lawton *et. al.*, 1987; Wolda, 1987). La fauna de carábidos en un perfil altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Martha,

Colombia, mostró que la composición y distribución cambia en cada sitio de muestreo y que a mayor altitud la fauna de carábidos tiende a aumentar la riqueza abundancia y diversidad (Camero, 2003). Sin embargo aun faltan estudios para confirmar cada una de estas teorías.

El NE de Hidalgo presenta escasos estudios de la fauna de Coleoptera. Entre ellos, Martínez (2010) obtuvo la riqueza y diversidad de Chrysomelidae en un transecto altitudinal en el Noreste del estado de Hidalgo, donde observó que la diversidad y riqueza decrecen conforme se aumenta la altitud. En la región que ocupa los municipios de Huejutla de Reyes y Huazalingo no existe ningún estudio que indique la diversidad y distribución de la Superfamilia Curculionoidea.

## **2.2. Afinidades biogeográficas**

La distribución de las especies ha generado gran interés tanto en el ámbito científico, económico y social a lo largo de la historia. Durante un largo tiempo, la biogeografía se desarrollo con la teoría de que la biota se encontraba en un área geográfica limitada, ya que esta condición solo podía expresarse debido a las condiciones físicas de su hábitat (Morrone, 2006). Sin embargo, Zunino (2003), señaló que la biogeografía es el estudio de los aspectos espaciales y espacio-temporales de la biodiversidad, en otras palabras, la ciencia que estudia la dimensión espacial de la evolución biológica.

Algunos autores desde el siglo XIX y XX realizaron regionalizaciones del mundo considerando diferentes grupos taxonómicos a diferentes niveles, tomando en cuenta escalas geográficas, llevando a descubrir y de alguna manera explicar los patrones de distribución de la biota (Llorente-Bousquets, 1996). Desde un punto de vista evolutivo una propuesta biogeográfica representa un conjunto de hipótesis referentes a la distribución de las especies y su interpretación histórica (Morrone, 2006).

En México, la riqueza de especies se ha atribuido a su ubicación geográfica, reconocida como una “zona de transición”, existiendo una mezcla de las regiones neártica y neotropical (Morrone, 2004). Estos intercambios son una de las principales causas de la gran riqueza de México (Halffter, 1987). Asimismo, la presencia de cadenas montañosas como la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre

Occidental y el Eje Neovolcánico Transversal, han beneficiado la existencia de una gran variación altitudinal y climática, favoreciendo una heterogeneidad de hábitats (Toledo, 1982). Los patrones generales, son que en las partes altas de las cadenas montañosas están ocupadas por linajes septentrionales, en las partes bajas están compuestas por linajes neotropicales y en la zonas medias de las montañas existe una fuerte especiación *in situ* y alto endemismo (Halffter 1976, 1987; Llorente-Bousquets 1984; Zunino y Halffter 1988; Halffter *et al.*, 1995; Lobo y Halffter, 2000).

Si bien, el patrón general de la distribución de las especies puede servir para representar una aproximación de las regiones biogeográficas en México (Jones *et al.*, 2012). Los patrones de distribución de los géneros y/o especies, en la actualidad son demasiado confusas, y el resultado de la dispersión y/o especiación por procesos vicariantes aunado a una gran cantidad de procesos geográficos ó del ambiente en tiempo geológico (Halffter 1987; Lobo y Halffter 2000; Morrone y Márquez 2008).

Otra característica que hace interesante al territorio mexicano es la distribución irregular de sus tierras y aguas, generando que en la parte norte la superficie sea más ancha, mientras que en la parte sur, es más estrecho, así como dos penínsulas con dos historias geológicas distintas (Espinosa-Organista *et al.*, 2000). Tomando en cuenta todas las características antes mencionadas y añadiéndole la diversidad climática, en el que se encuentran casi todos los climas y la acción que emprenden sobre diferentes sustratos generando gran cantidad de fisionomías de la vegetación (Espinosa-Organista *et al.*, 2000). Por otra parte, esta complejidad del territorio mexicano, se ha considerado como un puente que une las dos Américas. Demostrándose que ha sido escenario en el pasado geológico de intensas migraciones de plantas y animales, (Rzedowski, 1998).

Desde el siglo pasado a la fecha se han realizado más de 15 obras que hablan sobre la clasificación biogeográfica de México utilizando principalmente mamíferos, aves, reptiles y plantas vasculares (Espinoza-Organista *et al.*, 2000), el primer trabajo en México que intentó clasificar el territorio mexicano fue por parte de Humboldt (1805), en donde distingue tres regiones: caliente, templada y

fría. Posteriormente Fournier, (1876) distinguió 6 regiones fitogeográficas con bases climatológicas asegurando que es difícil establecer límites entre ellas.

Hemsley, (1887) en la *Biología Centrali-Americana*, clasificó la biota mexicana dividiendo el territorio en dos grandes zonas 1) norte, que va al norte desde el Río Grande hasta El Paso, mientras que su límite sureño se da hasta los estados de Sinaloa, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí; 2) zona sur, en donde alberga los principales volcanes (Veracruz, Puebla, Estado de México, Chiapas). Otra clasificación de México basada en regiones botánico-geográficas, teniendo en cuenta el clima y la topografía (Ramírez, 1889).

Miranda (1947), hace una revisión muy completa de los rasgos florísticos y fisionómicos de la vegetación de México. Rzedowski (1978), realizó una división del país en 17 provincias florísticas las cuales estaban agrupadas en 4 regiones y 2 reinos, tomando en cuenta la distribución de los grupos endémicos de angiospermas y las afinidades geográficas de las floras de diferentes regiones del país con base en el coeficiente de similitud.

Entre los trabajos más recientes de la clasificación biogeográfica destacan los de (Ramírez Pulido y Castro Campillo 1990), quienes dividieron el territorio mexicano en 20 provincias basadas en mamíferos, así como la clasificación de 15 provincias herpetofaunísticas (Casa-Andreu y Reyna-Trujillo, 1990).

El grupo de los invertebrados terrestres son interesantes por su gran longevidad, ya que presentan características fundamentales en la zona de transición mexicana: la coexistencia de patrones de distribución antiguos y modernos (Halffter *et al.*, 2007). En México, el estudio taxonómico, ecológico y biogeográfico de varios grupos de insectos ah sido estudiado por Llorente Busquets *et al.*, (1996), analizando cronológicamente estudios del panorama de la taxonomía y biogeografía de artrópodos en México. Otros ejemplos del mismo autor (Llorente Busquets, 2000 y 2004), se abocan a la biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento volumen II y IV, al igual que los estudios de (Morrone, 2004).

Halffter (2000), plantea que existen cinco patrones principales de distribución en la Zona de Transición Mexicana, definiendo el patrón de

distribución como un resumen de los atributos fundamentales de la distribución de un acumulado de organismos, que originados o integrados como conjunto de un área y tiempo determinado, están expuestos a las mismas presiones macroecológicas por un largo tiempo, viviendo bajo los mismos escenarios geográficos, lo que les da una historia biogeográfica común.

La Superfamilia Curculionoidea fue analizada biogeográficamente en la Reserva de la Biosfera el Cielo, Gómez Farías, Tamaulipas, este grupo presenta una mayor afinidad con la región de Mega-México 3 (Rzedowski, 1993), de las cuales el 26% de las especies tienen una distribución restringida para México (Jones *et. al.*, 2005) La distribución biogeográfica de las especies de la familia Apionidae, en la Reserva de la Biosfera el Cielo, mostró que el 56.5% de las especies pertenecen a Mega-México 3, mientras que el 15 % registra afinidades con la región templada y el 28 % con afinidad Tropical (Jones *et. al.*, 2012).

Sin embargo a pesar de la importancia ecológica, taxonómica y biogeográfica, los estudios de Curculionoidea, grupo hiperdiverso, son muy escasos e insipientes, atribuyéndosele a la gran complejidad taxonómica de este grupo.

### **3. HIPÓTESIS**

En el noreste del Estado de Hidalgo, en un transecto de 300 a 1,400 msnm se encontrará la mayor riqueza y diversidad en el bosque tropical subcaducifolio perturbado, en comparación con otros tipos de vegetación a mayor altitud, dando como resultado un decrecimiento en la riqueza y diversidad de especies conforme aumenta el transecto. En cuanto a las afinidades biogeográficas de las especies, se presentará más número de especies con distribución en la región de Mega-México 3, que en las regiones Tropicales y Templadas.

### **4. OBJETIVOS**

- Determinar la riqueza y diversidad de especies de Curculionoidea en serranías del Noreste del estado de Hidalgo, México.
- Comparar los cambios en la riqueza, composición, y abundancia de la Superfamilia Curculionoidea en escalas espaciales y temporales.
  - Detectar los factores ambientales que afectan la riqueza y abundancia de Curculionoidea.
  - Determinar las afinidades biogeográficas de la Superfamilia Curculionoidea y comparar la distribución de las especies entre las categorías biogeográficas.

## 5. ÁREA DE ESTUDIO

### 5.1. Características físicas del Noreste del Estado de Hidalgo.

**Fisiografía.** La fisiografía del área de estudio en el estado de Hidalgo se encuentra dentro de la Provincia de la Sierra Madre Oriental (SMO), su topografía está determinada por una serie de estribaciones y cerros aislados, entre los cuales se forman pequeños valles, esto permite diferenciar a la subprovincia del Carso Huasteco (INEGI, 2010).

**Edafología.** Los suelos que existen en la Huasteca hidalguense son de diferentes tipos de asociaciones en la jerarquía de: Regozol calcárico, Feozem calcárico, Rendzina, Vertisol y Litosol (DETENAL, 1981) con una capa de materia orgánica en las zonas no perturbadas.

**Hidrología.** La región de estudio se encuentra dentro de la región del Río Pánuco y la cuenca del Río Moctezuma, los cuales se ubican dentro del municipio de Huazalingo y son un ramal del río Yeguatztintla, y pequeños escurrimientos de la sierra, otro que recibe el nombre de los Hules, el cual cruza los municipios de Tehuetlán (Huejutla) Santa María, Xalpan, Amajac y Quetzaltongo (Tlanchinol) (CONAGUA, 2011).

**Clima.** Se encuentra bajo el dominio de los vientos alisios del hemisferio norte e introducen humedad del océano Atlántico y del Golfo del México (Hernández y Carrasco, 2004). Los vientos alisios se ven reforzados por las ondas del este conocidas como perturbaciones tropicales que provocan el incremento en las precipitaciones en centro y este del país.

Presenta climas cálidos (Cf) y semicálidos (Am) (INEGI, 2010). Los climas cálidos con lluvia en verano se presentan en la zona de Tehuetlán (Huejutla) donde ubicamos el primer sitio de muestreo. Los climas cálidos subhúmedos se observan en elevaciones pasando por la Huasteca a la Sierra Madre Oriental donde encontramos al municipio de Huazalingo y Tlanchinol.

El Municipio de Huazalingo es de clima cálido, y registra una temperatura media anual de 21°C y una precipitación pluvial de 2,350 milímetros por año. El Clima cálido subhúmedo, se presenta en la parte norte, generalmente con

altitudes bajas como en los municipios de Huejutla de Reyes, Atlapexco y Jaltocán.

El Clima Cálido húmedo con lluvias todo el año, se presenta en elevaciones pasando la Huasteca y Valles en la SMO; distribuyéndose en los límites del municipio de Orizatlán, Chapulhuacán, Tlanchinol y Lolotla.

## **5.2. Descripción biológica.**

El área del Carso Huasteco en el estado de Hidalgo presenta una gran variedad de tipos vegetativos, que varían en su distribución de acuerdo al clima, suelo, altitud, exposición y topografía.

En el área de estudio existen tres tipos de vegetación principalmente (Rzendowski, 1978).

**Bosque tropical subcaducifolio (BTS).** Este tipo de vegetación abarca casi la totalidad de la región. En el estrato arbóreo destacan *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Croton draco*, *Cecropia obtusifolia*, *Muntingia calabura*, *Spondias bombin*, entre otros.

**Bosque mesófilo de montaña (BMM).** Esta vegetación se localiza en la parte más alta de nuestra área de estudio a partir de los 1,100 msnm en adelante, se caracteriza por las frecuentes neblinas, la alta humedad atmosférica y por consiguiente, la disminución de la luminosidad. El estrato superior está integrado por *Liquidambar macrophylla*, *Clethra mexicana*, *Quercus spp.*, *Cyathea arborea*, *Pinus patula*, *Agnus jorullensis*, entre otros.

**Bosque tropical subcaducifolio perturbado (BTSP).** Lo encontramos de 300 a 600 msnm, se caracteriza por presentar vegetación con aquellas plantas o comunidades vegetales silvestres alojadas a las orillas de los caminos, carreteras y hábitats similares, presentando variaciones evidentes en cuanto a su composición florística y el que ha sufrido diversos grados de perturbación, en algunos lugares ha sido desplazada con cultivos de cítricos, café, caña de azúcar y maíz.



### **5.3. Localización del área de estudio.**

El área de estudio se encuentra en la Sierra Madre Oriental en México, dentro del estado de Hidalgo y abarca los municipios de Huejutla de Reyes, Huazalingo y Tlanchinol (Figura 5.1). El transecto inicia a 300 msnm en la localidad de Tehuetlán ( $21^{\circ}03.312' N$  y  $98^{\circ}30.080' O$ ), y termina en los 1,400 msnm en la localidad de Apantlazol, ( $N 20^{\circ}59.090'$  y  $W 098^{\circ}35.102'$ ), en el municipio de Tlanchinol (Figura 5.2) (Cuadro 5.1). En el estudio el transecto se escogió por presentar varios tipos de vegetación a lo largo de un gradiente altitudinal.

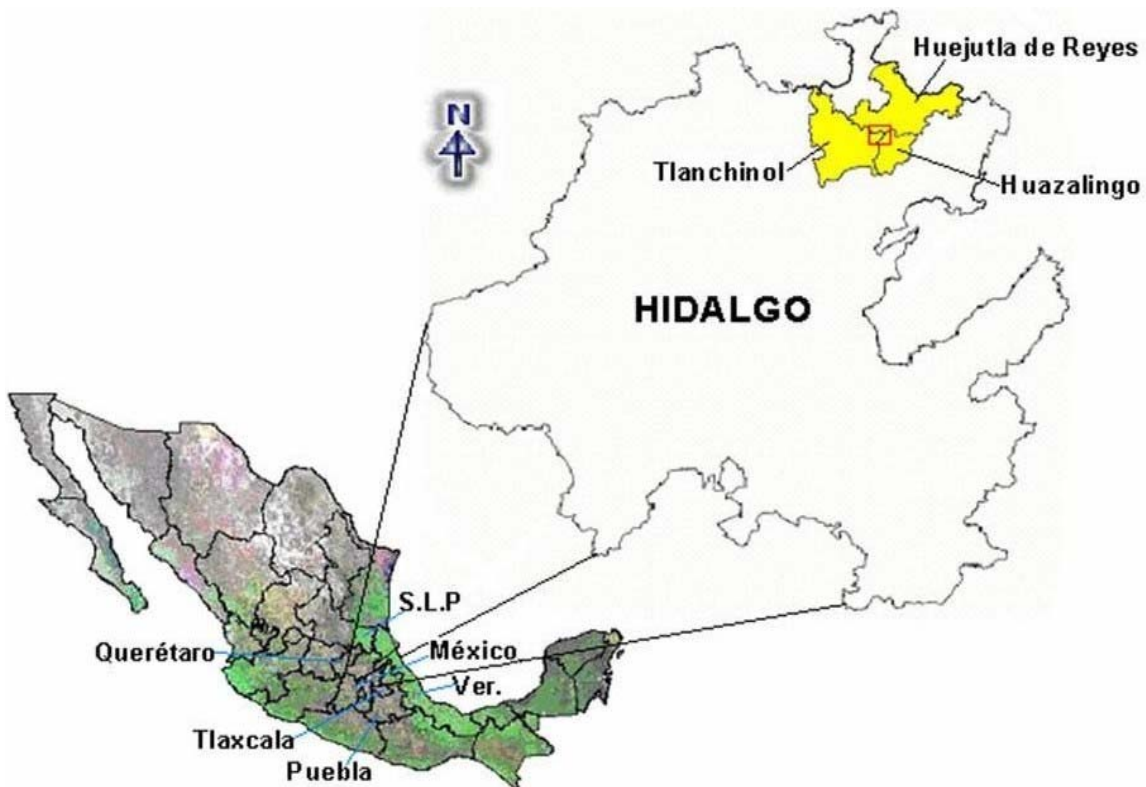


Figura 5.1.- Área de estudio abarcando los municipios de Huejutla de Reyes, Huazalingo y Tlanchinol Hidalgo, México.

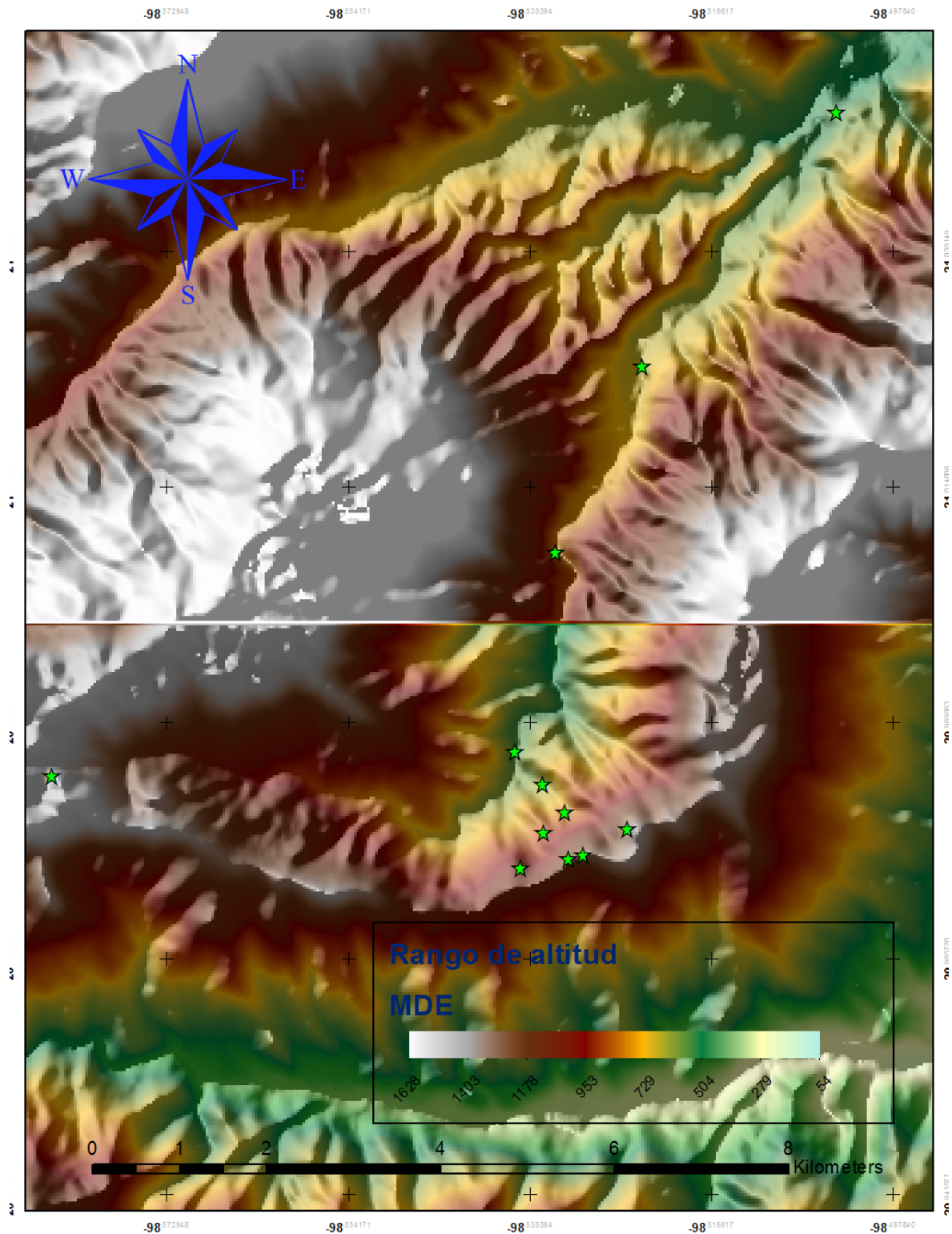


Figura 5. 2.- Transecto altitudinal de los sitios de colecta en los Municipios de Huejutla de Reyes, Huasalino y Tlanchinol del estado de Hidalgo, México.

Cuadro.-5.1 Sitios de colecta en el transecto altitudinal del Noreste del estado de Hidalgo, México.

Sitio	Nombre del Sitio	Altitud (msnm)	Coordenadas N	Coordenadas W	Referencia del Sitio
<b>SITIO 1</b>	TEHUETLÁN PUENTE	300	21° 3'8.46"	98°30'13.14"	0.4 KM. AL NE DE TEHUETLAN, HUEJUTLA
<b>SITIO 2</b>	CHATIPÁN CAMINO A	400	21° 1'34.68"	98°31'25.56"	3.6 KM AL NE DE TEHUETLÁN, HUEJUTLA
<b>SITIO 3</b>	CHATIPÁN	500	21° 0'26.16"	98°31'57.90"	0.480 KM AL SW DE CHIATIPAN, HUAZALINGO
<b>SITIO 4</b>	ACUATITLA	600	20°59'12.54"	98°32'12.90"	4.2 KM AL SW DE CHIATIPAN, HUAZALINGO.
<b>SITIO 5</b>	PILLUTLA	700	20°59'0.42"	98°32'2.70"	1.6 KM AL NE DE TLAMAMALA, HUAZALINGO
<b>SITIO 6</b>	CUAPEXO	800	20°58'50.40"	98°31'54.24"	1.5 KM AL NE DE TLAMAMALA, HUAZALINGO.
<b>SITIO 7</b>	TLAQUÍSTLA	900	20°58'42.84"	98°32'2.10"	1.2 KM AL NE DE TLAMAMALA, HUAZALINGO.
<b>SITIO 8</b>	XOCOTITLA	1,000	20°58'29.58"	98°32'10.90"	0.986 KM AL N DE TLAMAMALA, HUAZALINGO.
<b>SITIO 9</b>	LA LOMA	1,100	20°58'33.25"	98°31'52.91"	0.4 KM AL NE DE TLAMAMALA, HUAZALINGO.
<b>SITIO 10</b>	PEXMATEPÉTL	1,200	20°58'34.51"	98°31'47.51"	1.2 KM AL NE DE TLAMAMALA, HUAZALINGO
<b>SITIO 11</b>	TOCHONTEPÉTL	1,300	20°58'44.10"	98°31'31.20"	1.5 KM AL NE DE TLAMAMALA, HUAZALINGO
<b>SITIO 12</b>	APANTLAZOL	1,400	20°59'3.48"	98°35'5.16"	8 KM AL E DE TLANCHINOL.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Trabajo de campo y laboratorio.

Se estableció un transecto altitudinal y fueron seleccionados puntos de muestreo a una distancia de 100 m de altitud entre cada sitio. El transecto comenzó a los 300 y finalizó en los 1,400 msnm. Cada punto de muestreo fue georeferenciado utilizando un GPS Garmin eTrex Legend HCX Color. Para reconocer cada punto de muestreo, se colocó una marca (roja) en el tronco de un árbol y se le asignó un nombre y posición altitudinal a cada localidad.

La colecta de ejemplares se basó en la metodología propuesta por Rojas (1964) y modificada por Niño (1996), en donde la unidad de muestreo fue de 20 golpes por muestra, con una red entomológica de 40 cm de diámetro. Cada mes se realizaron 10 muestras por sitio para obtener 120 muestras totales por mes con un total de 1,440 muestras en un año de colecta. Cada punto de muestreo se realizó 10 m hacia los lados del camino para evitar el efecto de borde. Se trató de muestrear a toda la vegetación de la zona, incluyendo plantas herbáceas, y arbustos. Después de los 20 golpes de red, todos los insectos capturados fueron depositado en bolsas de polietileno de 2 kg con alcohol etílico al 50% y etiquetados con fecha de colecta y número de sitio y muestra, estas se llevaron al laboratorio de entomología, donde se realizó la separación de las muestras usando la metodología empleada por Niño (1996) la cual consiste en lo siguiente:

a).- Deposición; las muestras provenientes del campo se colocaron en una bandeja de plástico de 32x19x8.5 cm con agua.

b) Separación; los insectos capturados, como los desechos fueron separados utilizando pinzas suaves de la marca Bioquip.

c) Tamizado; para los insectos o desechos demasiado pequeños se utilizó un juego de tamices Alsa de 0.175 y 1.41 mm.

d) Preservación; los insectos fueron colocados en frascos de plástico de 5.8 x 3.5 cm de diámetro con alcohol al 70%.

e) Revisión; el contenido del frasco se analizó en una caja Petri utilizando un microscopio de disección con oculares de 1.6, 4 y 6.3x, y con ayuda de pinzas

de disección y pinceles finos a fin de separar en un primer nivel la Superfamilia Curculionidae.

f) Montaje; los curculiónidos fueron transferidos a envases de plástico de 4.5x2.8 cm de diámetro para su conservación en alcohol al 70%, consecutivamente a esto se extrajeron los especímenes de los frascos de plástico y se depositaron sobre una hoja de papel absorbente para eliminar el exceso de alcohol, una vez secos se fijaron en triángulos de opalina holandesa (puntos), con pegamento soluble en agua, dichos puntos fueron fijados en alfileres entomológicos a la altura recomendada internacionalmente (23 mm).

g) Etiquetado; los frascos y curculiónidos montados se les colocó una etiqueta con los siguientes datos: País, Estado, localidad exacta, fecha, altitud y colector.

h) Ordenamiento; una vez concluida la fase de etiquetado los picudos se depositaron en cajas entomológicas de madera, donde fueron ordenados de acuerdo a su número de muestra en forma ascendente para cada mes, localidad y estación del año.

i) Para la determinación de especies se utilizaron las claves taxonómicas de Kissinger (1968), Burke y Anderson (1989) Clark (1978).

j) Todos los ejemplares se encuentran depositados en la colección entomológica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro, México (UAQE) y en la colección de Charles W. O'Brien localizada en Green Valley, Arizona, EUA (CWOB).

## **6.2. Análisis de los datos.**

Para la estimación de la riqueza se utilizaron los estimadores no paramétricos Chao 2, basado en la presencia y ausencia de especies y Jack 1, en función del número de especies presentes en una muestra, estos calculados con el programa EstimateS Win820 (Colwell R. K., 2006). La comparación de promedios y la posible diferenciación estadística dentro de cada sitio del transecto altitudinal, tipo de vegetación, meses y temporada de colecta se estimó a partir de un análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis ya que los datos no cumplieron con el supuesto de normalidad, mediante el del procedimiento GLM de SAS (SAS, 2006).

Para la medición de la diversidad se utilizaron índices de dominancia de Simpson y Shannon-Wiener, con ayuda del programa PAST versión 2.13 (Hammer *et. al.*, 2001) así como también la diversidad verdadera por medio de valor exponencial de Shannon (Moreno *et. al.*, 2011).

El índice de dominancia de Simpson: el rango va de 0 (todas las especies igualmente presentes) a 1 (una especie domina la comunidad completa)

$$D = \sum (n_1/n)^2$$

Donde:  $n_1$  es el número de individuos del taxón

$n$  = número de individuos

El índice de diversidad Shannon expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 2004).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

$H'$  = índice de Shannon-Wiener

$p_i$  = proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos

La diversidad verdadera, son medidas que conservan las propiedades intuitivamente esperadas del concepto de diversidad, en este caso la diversidad verdadera está en función del índice de diversidad Shannon representado de la siguiente manera:

$${}^1D = \exp(H')$$

Para los cambios en la composición de las especies se utilizó una partición de la diversidad beta en el transecto altitudinal por medio del programa Partition 3.0 (Veech y Crist 2009), de acuerdo al siguiente modelo.

$$\beta = a_1 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$$

$\beta$  = riqueza de especies total (diversidad gama).

$a_1$  = diversidad alfa promedio entre muestras.

$\beta_1$  = diversidad beta entre muestras.

$\beta_2$  = diversidad beta entre sitios

$\beta_3$  = diversidad beta entre tipo de vegetación.

Así, la beta total se calculó a partir de la ecuación:

$$\square \text{ total} = \square 1 + \square 2 + \square 3$$

La diversidad beta también se midió como las diferencias en composición de especies entre sitios, mediante un análisis de conglomerados realizado con el coeficiente de similitud de Bray-Curtis y el método de ligamientos por grupos pareados (*paired group*) con ayuda del programa Past 2.13 (Hammer *et. al.*, 2001).

Para el análisis de las afinidades biogeográficas se dividieron en tres categorías 1) Mega-México 3, 2) Tropical y 3) Templado. La categoría Mega-México 3 (Rzedowski, 1993) y se distribuye desde el sureste de Estados Unidos, México y América Central. La categoría Tropical fue definida por las especies que se encuentran en Mega-México 3, Centroamérica y algunas veces llegando hasta Sudamérica. Las especies categorizadas en Templado se distribuyen en una amplitud desde el norte, hasta el sureste de Estados Unidos, hasta el sur de México y raras ocasiones al norte de Centro América (Figura 6.1).

Finalmente, para estimar el grado de correlación entre las variables de abundancia y riqueza, con variables como la altitud del sitio y las variables climáticas, se utilizó el procedimiento de correlación simple de Pearson (SAS, 2006).

Debido a la homogeneidad en algunos de los sitios, se decidió agruparlos por tipo de vegetación, obteniendo tres grupos: 1) Bosque tropical subcaducifolio perturbado (300-600 msnm), 2) Bosque tropical subcaducifolio (700-1000 msnm) y 3) Bosque mesófilo de montaña (1,100 - 1,400 msnm). Se realizaron los análisis antes mencionados por sitio y por tipo de vegetación.

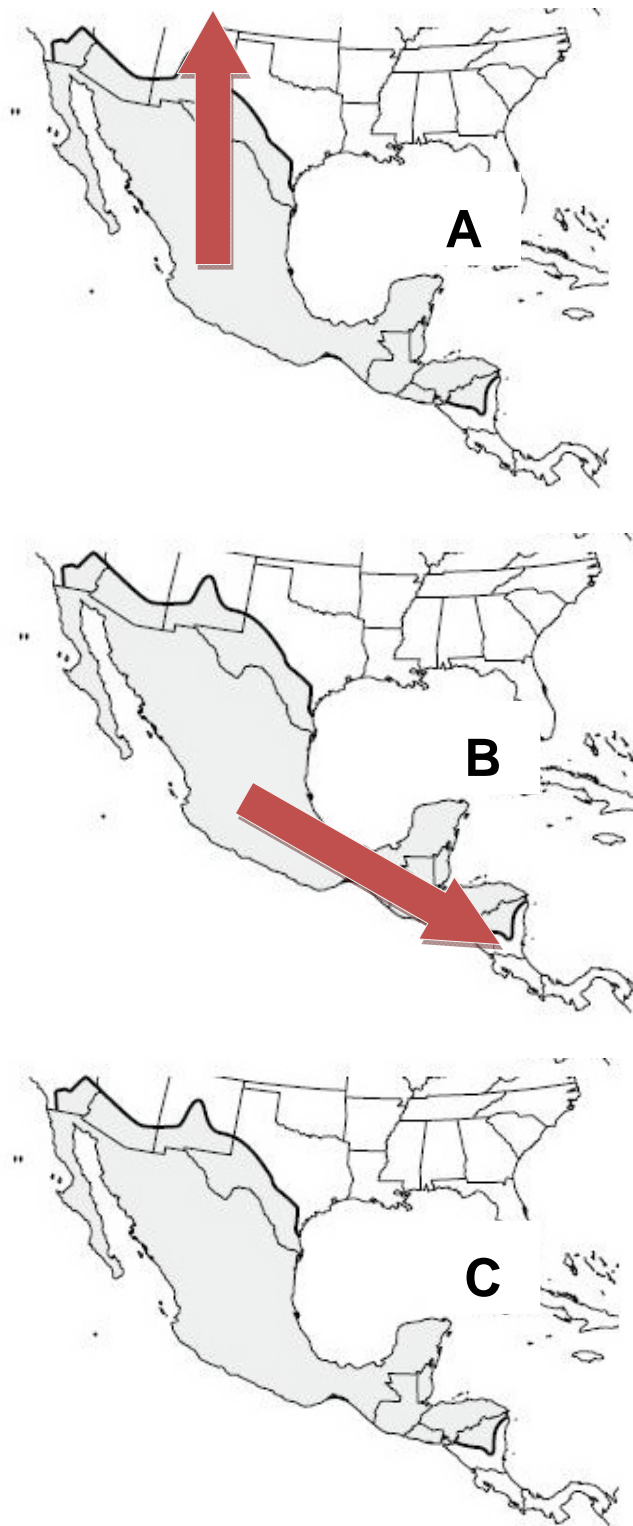


Figura 6.1 Categorías biogeográficas de la distribución de especies de Curculionoidea  
 Mapa tomado de Rzedowski (1993), A) Templado, B) Topical y C)  
 Megaméxico 3.



## 7. RESULTADOS

Se colectó un total de 2,625 individuos, pertenecientes a 6 familias de Curculionoidea, 17 subfamilias, 36 tribus, 72 géneros y 151 especies o morfoespecies (Anexo 1).

La familia Apionidae fue la más abundante de la superfamilia Curculionoidea con 1,953 individuos (74.4 %), seguido de la familia Curculionidae con 625 (23.8 %). La familia Dryophthoridae registró el 1.0 % de los individuos, Rhynchitidae con 0.8 % y por último con el 0.3% las familias Attelabidae y Anthribidae. En contraste, a nivel de especies la riqueza por familia fue distinta, Curculionidae presentó mayor número de especies (130), seguida de Dryophthoridae con nueve, Apionidae con siete, Rhynchitidae con tres y por último Attelabidae y Anthribidae con una sola especie.

En cuanto a la abundancia de las subfamilias de Curculionoidea, Apioninae con 1,953 individuos del total y Baridinae con 317 fueron las más abundantes. La subfamilia Baridinae registró la mayor riqueza con 59 especies colectadas (Cuadro 7.1).

Cuadro 7.1.- Abundancia y Riqueza de las Subfamilias de Curculionoidea colectados en el noreste del estado de Hidalgo, México.

Subfamilias	Abundancia	% del total	Riqueza	% del total
Anthribinae	1	0.03	1	0.66
Apioninae	1953	74.40	7	4.63
Attelabinae	1	0.03	1	0.66
Baridinae	317	12.07	59	39.07
Ceutorhynchinae	25	0.95	9	5.96
Conoderinae	44	1.67	4	2.64
Cossoninae	6	0.22	3	1.98
Cryptorhynchinae	7	0.26	3	1.98
Curculioninae	96	3.65	21	13.90
Entiminae	29	1.10	7	4.63
Lixinae	1	0.03	1	0.66
Magdalinae	1	0.03	1	0.66
Molytinae	96	3.65	19	12.58
Prionomerinae	1	0.03	1	0.66
Rhynchitinae	20	0.76	3	1.98
Rhynchophorinae	25	0.95	9	5.96
<b>Total</b>	<b>2625</b>	<b>100</b>	<b>151</b>	<b>100</b>

Se colectaron 71 especies representadas por un solo individuo (“singletons”), que correspondieron a un 47.01 % de las especies colectadas; las representadas por dos individuos, denominadas “doubletons” fueron 22 (14.56%); se consideraron como especies comunes las que presentaron más de 20 individuos, colectándose 10 (6.62%), por otro lado, las especies menos comunes (3-19 individuos) representaron el 31.78%, es decir 48 especies (Figura. 7.1).

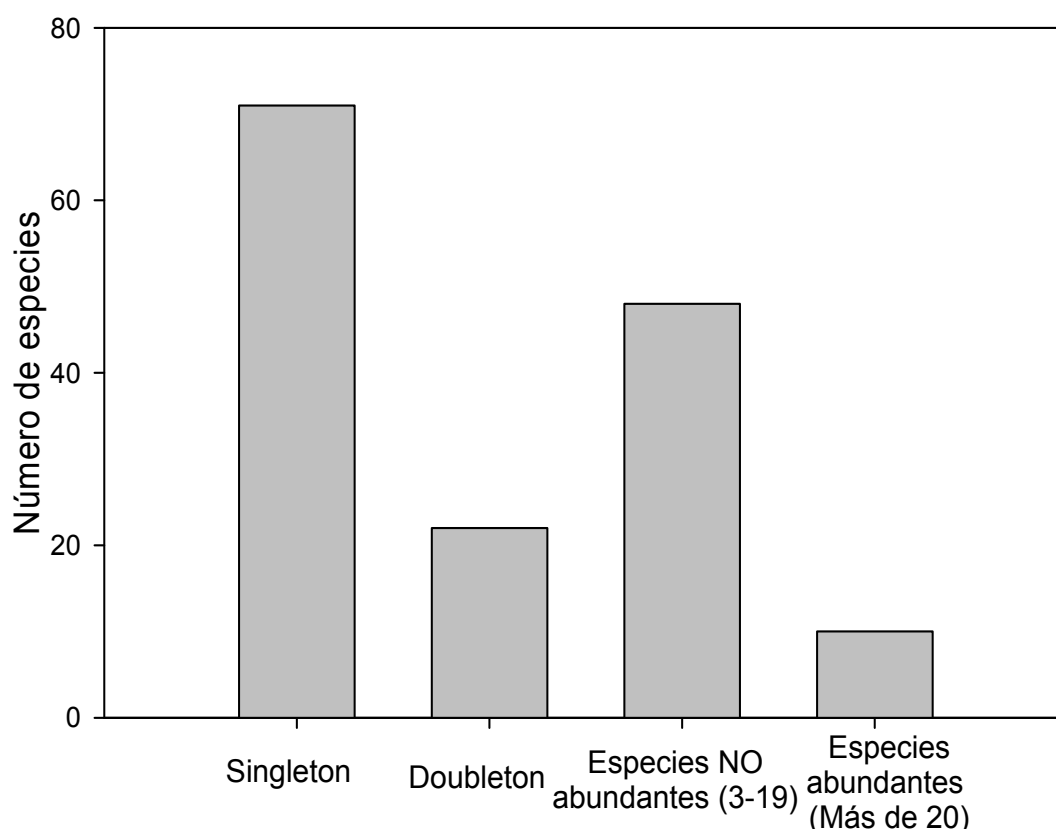


Figura.-7.1 Categorías de abundancia de especies de Curculionoidea en el noreste del Estado de Hidalgo, México.

### **7.1. Estimación de la riqueza de Curculionoidea**

De acuerdo con los estimadores de la riqueza específica, podrían existir 100 especies más de Curculionoidea que se podrían colectar, lo que indica que a pesar del esfuerzo de muestreo, aún falta casi el 40% de las especies probablemente presentes en el sitio (Figura 7.2). Los resultados de los estimadores no paramétricos Chao 2 y Jack 1, fueron de 259.0 y 224.8 respectivamente.

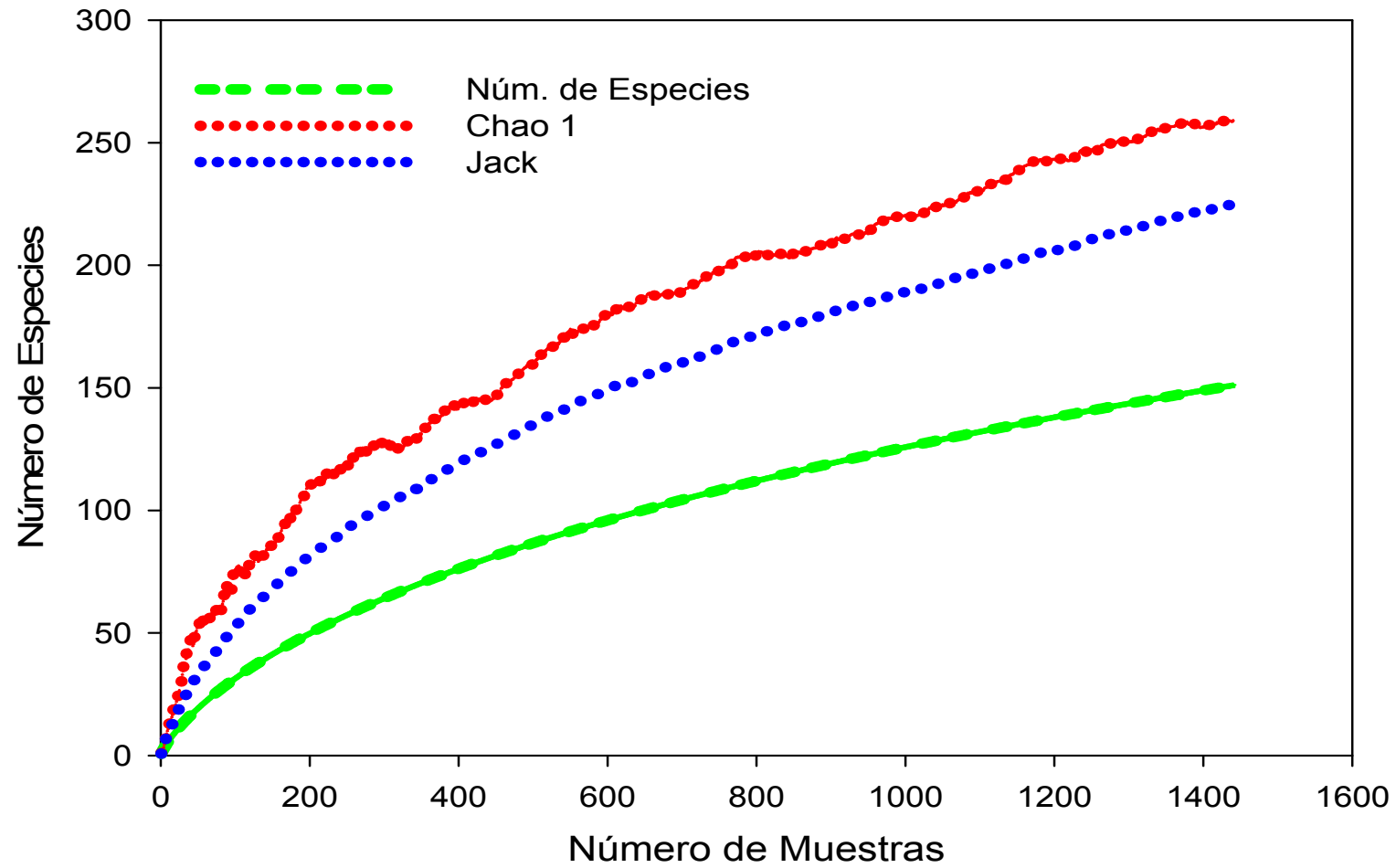


Figura. 7.2.- Curva de acumulación de especies y estimadores no paramétricos de la riqueza de Curculionidae en el Noreste del Estado de Hidalgo, México.

## 7.2. Abundancia relativa de Curculionoidea por sitio de colecta.

Dentro del transecto altitudinal existieron diferencias significativas en la abundancia de picudos entre los sitios de colecta ( $X^2 = 40.2251$ ,  $df= 11$ ,  $p < 0.001$ ), la abundancia de los Curculionoidea fue mayor en los sitios de mayor altitud. Así, Tochontepétl a 1,300 msnm presentó 867 individuos y un promedio de 72.25 picudos colectados por sitio de muestreo. Los sitios con menor abundancia se encontraron en un rango altitudinal de los 500 a los 900 msnm, con registros inferiores a 100 individuos y un promedio menor a 3.41 picudos por sitio (Figura 7.3). La mayor abundancia de los últimos sitios de muestreo (1,000 a 1,400 msnm) fue resultado de la dominancia de individuos de la familia Apionidae, en particular *Coelocephalapion praeditum*, que alcanzó hasta 1963 individuos.

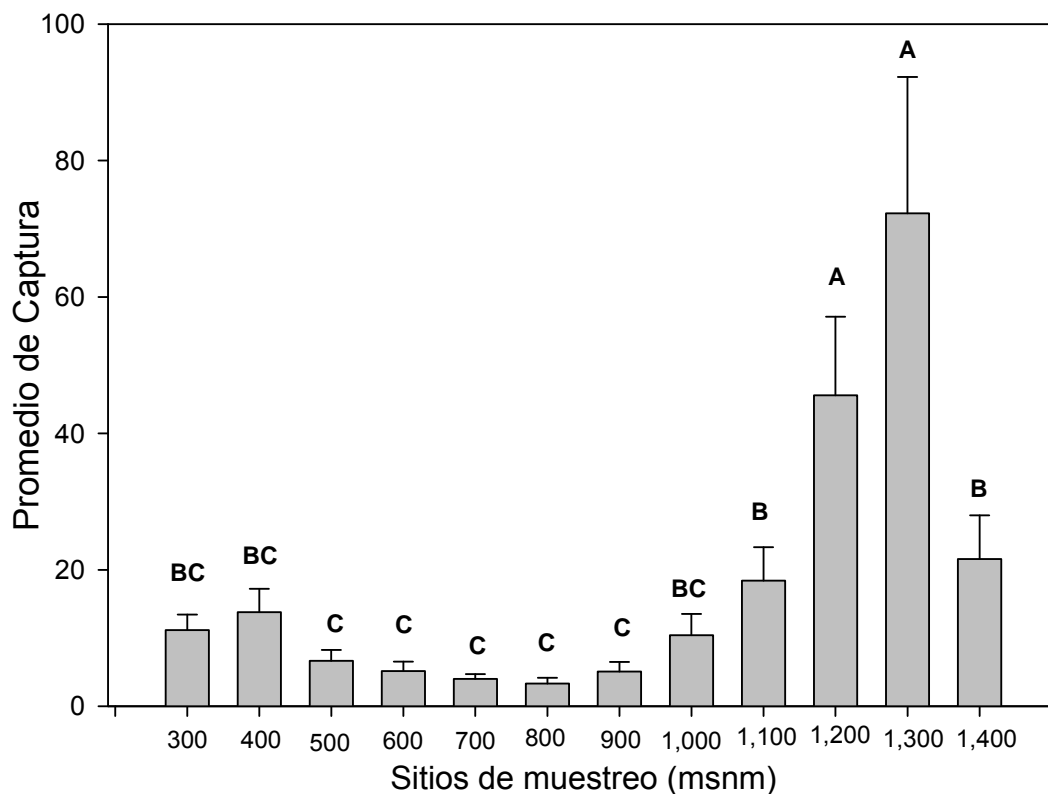


Figura 7.3.- Abundancia de Curculionoidea en el transecto altitudinal en el noreste del estado de Hidalgo, México. Letras iguales indican que no existieron diferencias significativas, letras diferentes indican diferencias significativas entre los sitios (Kruskal-Wallis  $X^2=40.2251$ ,  $df= 11$ ,  $p < 0.001$ ).

### **7.3. Riqueza y diversidad de Curculionoidea por sitio de colecta.**

La riqueza de especies de la Superfamilia Curculionoidea en el transecto altitudinal no evidenció un patrón de incremento o decremento con la altitud. En el sitio ubicado a los 400 msnm se colectó el mayor número de especies (60), seguido del sitio ubicado a los 1,200 msnm (35 especies); los sitios con menor riqueza de especies fueron los 600 y 1,300 msnm. La mayor diversidad se registró en los sitios con menor altitud teniendo un decremento considerable a partir de los 900 msnm (zona de transición entre el bosque tropical subcaducifolio y el bosque mesófilo de montaña). Según el índice de diversidad Shannon el sitio ubicado a los 400 msnm fue el más diverso con 3.15 y la mayor dominancia se observó en el sitio ubicado a los 1,300 msnm con 0.81, basado en el índice de dominancia Simpson respectivamente. Los sitios con mayor altitud registraron menor diversidad esto dado por la dominancia de la familia Apionidae en particular *Coelocephalapion praeditum*. El valor de la diversidad verdadera para el sitio ubicado a los 400 msnm (31.46), fue 18 veces mayor que el sitio con menor diversidad ubicado a los 1,300 msnm con 1.65 (Figura 7.4).

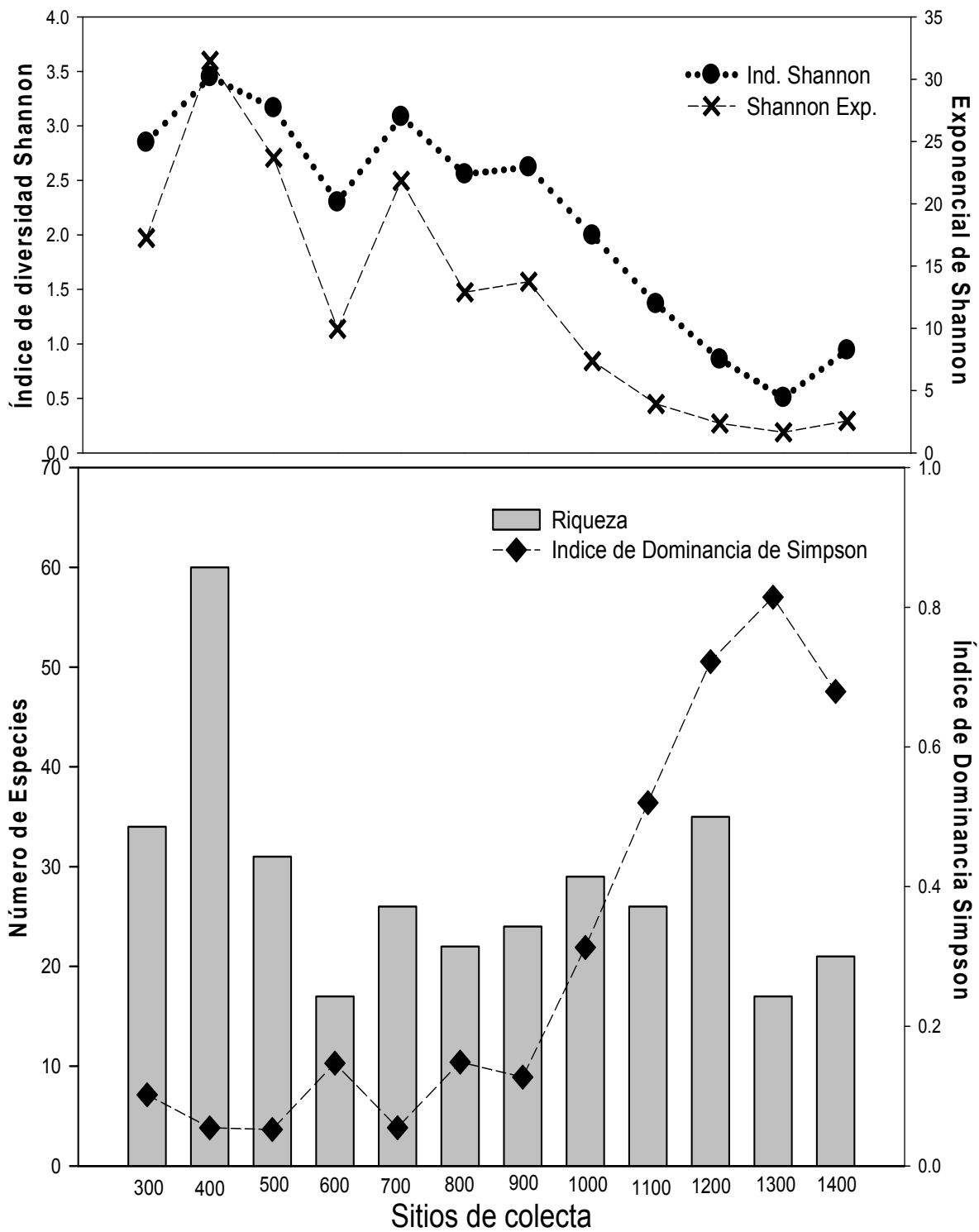


Figura 7.4.- Riqueza e índices de diversidad Shannon y Simpson de la Superfamilia Curculionioidea en los sitios de colecta en el noreste del estado de Hidalgo.

#### 7.4. Abundancia relativa de Curculionoidea por tipos de vegetación.

Se observó una mayor abundancia de Curculionoidea dentro del bosque mesófilo de montaña con 1,894 picudos, cuyo promedio por muestra fue de 39.45 picudos, seguido por el bosque tropical subcaducifolio perturbado con 457 y un promedio de 9.52 picudos colectados, por último el bosque tropical subcaducifolio con un promedio de 5.70 individuos por muestra y un total de 373. Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de Kruskal-Wallis estimando diferencias significativas en la abundancia entre los tipos de vegetación. Se evidenciaron diferencias significativas entre los BTS tanto perturbado como conservado (BTS vs BTSP), ( $X^2 = 7.40$ ,  $df = 1$ ,  $P = 0.0065$ ). Del mismo modo entre los BTS y el BMM, observando diferencias significativas entre ambos tipos de vegetación ( $X^2 = 15.89$ ,  $df = 1$ ,  $p = 0.001$ ) (Figura 7.5).

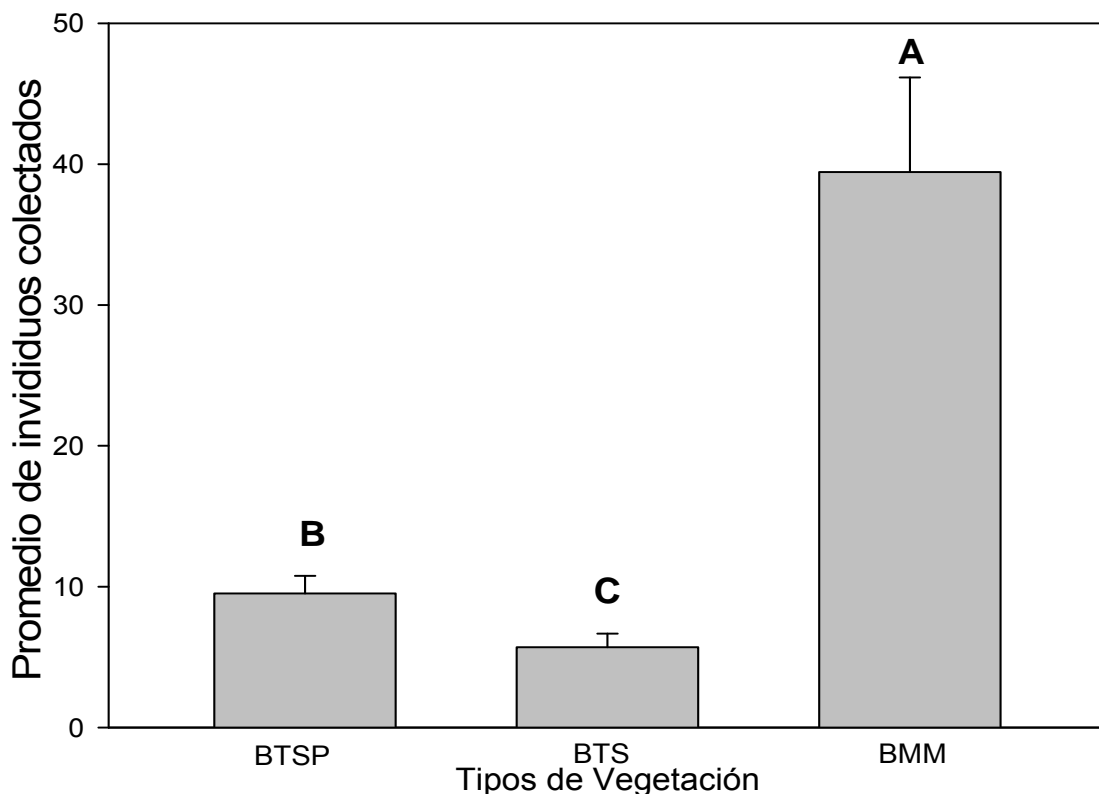


Figura 7.5.- Abundancia de Curculionoidea en los tres tipos de vegetación en el noreste del estado de Hidalgo mostró diferencias significativas ( $X^2=20.75$ ,  $df= 2$ ,  $P < 0.001$ ).

BTSP = Bosque tropical subcaducifolio perturbado, BTS = Bosque tropical subcaducifolio (No perturbado) y BMM = Bosque Mesófilo de montaña.

### **7.5. Riqueza y diversidad de Curculionoidea por tipos de vegetación.**

La riqueza de especies de Curculionoidea fue mayor en bosque tropical subcaducifolio perturbado con 84 especies, el bosque tropical subcaducifolio y el bosque mesófilo se registró el mismo número de especies con 68 (Cuadro 7.2). Fue posible observar una relación entre el incremento de la altitud (msnm) y la disminución de la diversidad de Curculionoidea, estimando la mayor diversidad dentro del BTSP (Shannon 3.54), mientras que el BMM a pesar de tener el mismo número de especies que la BTS, su diversidad fue menor (Shannon 0.86), sin embargo se registro la mayor dominancia (Índice de dominancia 0.73). Del mismo modo la diversidad máxima de las especies efectivas se da en el BTSP con 35.5, es decir, el valor de la diversidad verdadera fue 14.5 veces mayor del BMM en el cual se observaron 2.3 especies efectivas (Figura 7.6).

Cuadro 7.2.-Comparación de los índices de diversidad y riqueza de Curculionoidea (Coleoptera), calculado a partir de diferentes tipos de vegetación en el noreste del estado de Hidalgo, México.

Vegetación	Observados	I. C. 95%	Riqueza		Índice de diversidad Shannon	Índice de Dominancia Simpson
			Estimadores			
			Chao 1	Jackknife1		
<b>Bosque tropical subcaducifolio Perturbada 300-600</b>	84 A	70.80-97.18 A	170.67 ± 39.99 A	125.91±6.94 A	3.54 A	0.05 A
<b>Bosque tropical subcaducifolio 700-1,000 msnm</b>	68B	56.25-79.75 B	125 ± 25.09 A	108.91±6.59 B	2.96 B	0.15 B
<b>Bosque Mesófilo de Montaña 1,100-1,200</b>	68 B	55.59-80.41 B	163.67 ± 45.5 A	105.91±6.65 B	0.86 C	0.73 C

1/ Los estimadores dentro de las columnas con la misma letra no difieren significativamente ( $p \geq 0.05$ ) sobre la base de los intervalos de confianza de registro lineales calculadas a partir de Estimate 6.0 (Colwell 1997). 2/ Todas las comparaciones de los índices de diversidad entre tipos de vegetación significativa ( $p > 0.05$ ). Todos los valores comparados con t students ( $t = 9.15$ ,  $df = 904.4$ )



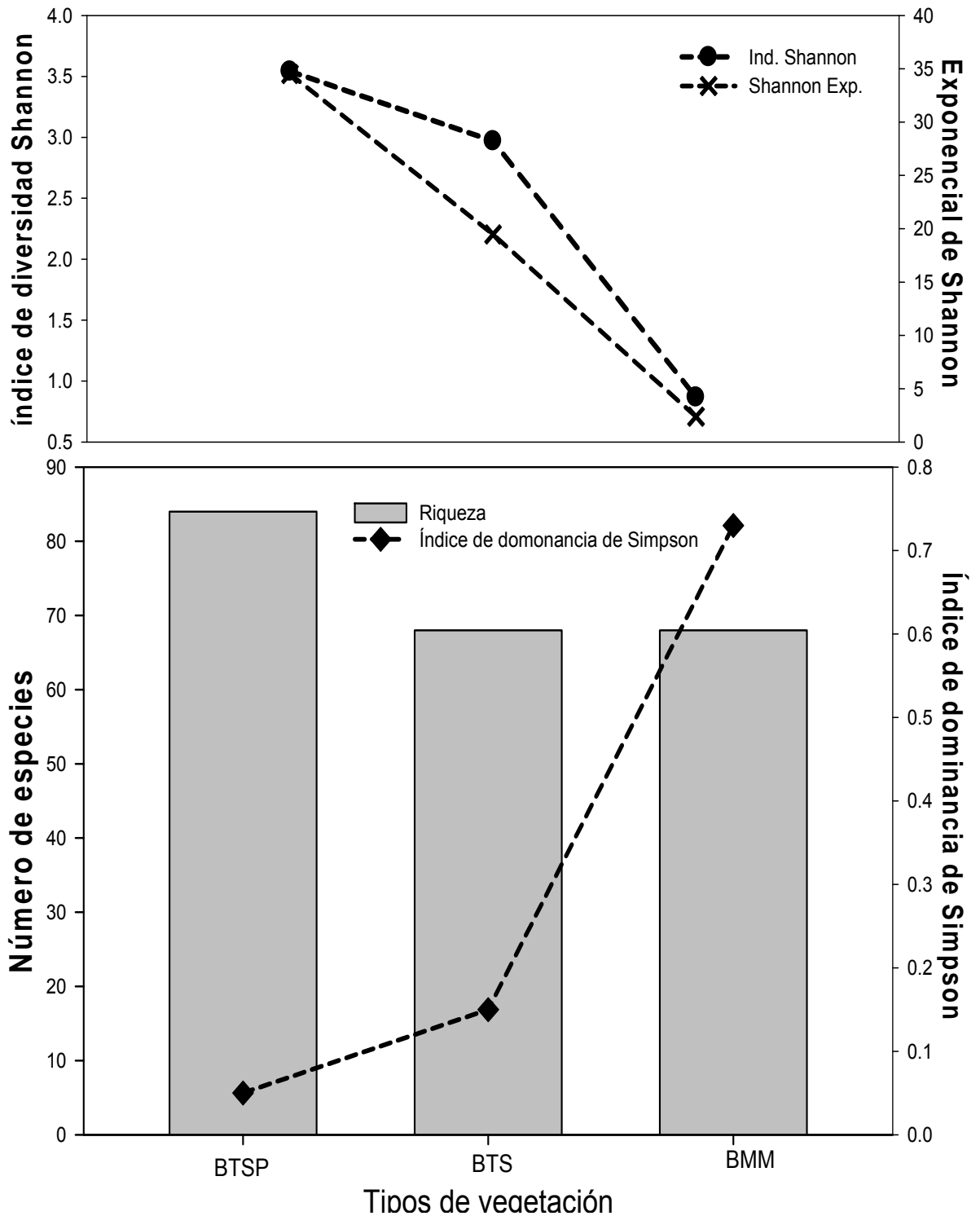


Figura 7.6.- Riqueza y Diversidad de Curculionioidea en el Noreste del Estado de Hidalgo. BTSP = Bosque tropical subcaducifolio perturbada BTS = Bosque tropical subcaducifolio (No perturbado) y BMM = Bosque Mesófilo de montaña.

### 7.6. Abundancia mensual de la Superfamilia Curculionoidea.

La fluctuación poblacional de Curculionoidea mostró diferencias significativas en los meses de colecta ( $X^2 = 51.71$   $df = 11$   $p < 0.01$ ). Se observaron dos ciclos en la abundancia de Curculionoidea en el año de colecta. El primero fue de alta abundancia dentro del periodo de enero a agosto, sin diferencias significativas entre esos meses ( $X^2 = 8.41$   $df = 7$   $p = 0.29$ ), otro periodo con menor abundancia entre los meses de septiembre a diciembre, no existiendo diferencias significativas ( $X^2 = 7.70$   $df = 3$   $p = 0.052$ ). Siendo el mes de mayo de mayor abundancia con 455 individuos (17.33 %), y un promedio de captura por mes de 37.91, seguido del mes de junio con 436 (16.60 %) y 36.33 de promedio de picudos colectados. Por último los meses menos abundantes fueron septiembre, noviembre y diciembre con 58 (2.20 %), 35 (1.33 %) y 21 (0.8 %) individuos, respectivamente, donde el promedio de captura de curculiónidos fue menor a 5 picudos colectados por mes (Figura 7.7).

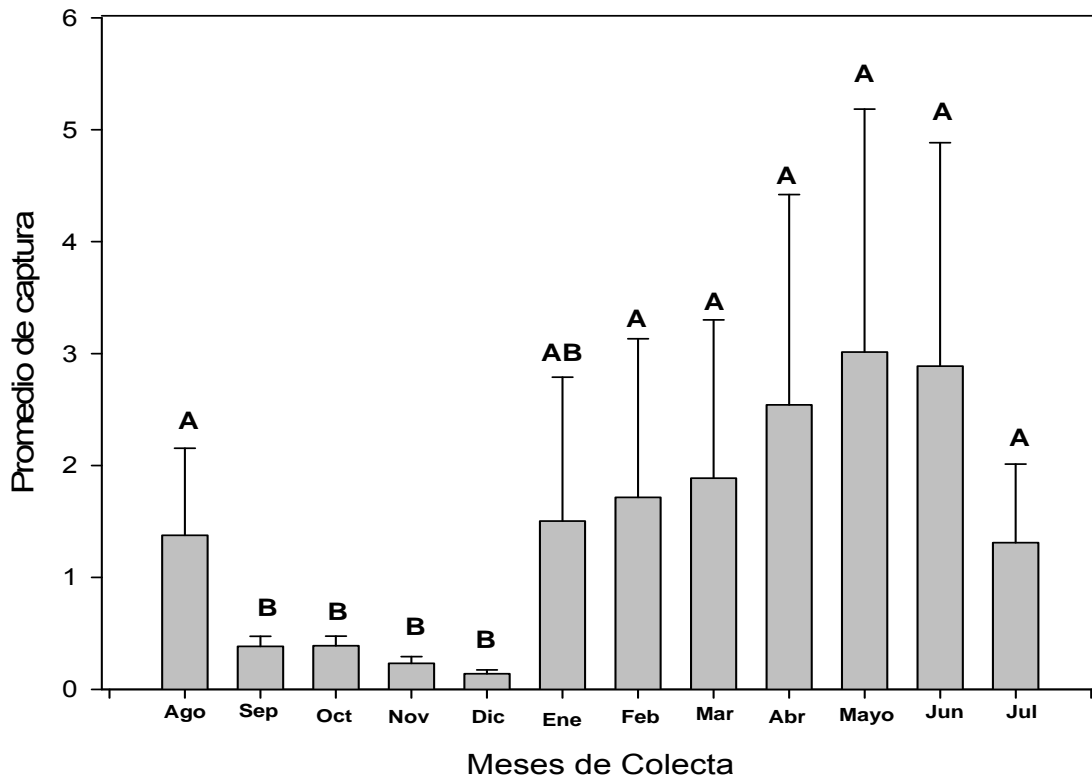


Figura 7.7.- Abundancia mensual de Curculionoidea en el noreste del estado de Hidalgo, México.

### **7.7. Patrones mensuales en la riqueza y diversidad de Curculionoidea**

El periodo de abril a julio registró la mayor riqueza de especies, sin embargo no presentó la mayor diversidad, en contra parte dentro del periodo de agosto a diciembre se registraron los mayores índices de diversidad, registrando dentro del periodo la menor riqueza en el mes de diciembre, enero resultó ser el mes con menor diversidad, mientras que en junio se colectó el mayor número de especies (48) y octubre el más diverso. En cuanto a la diversidad verdadera, no muestra un patrón diferente al generado por los índices, sin embargo se podría decir que la diferencia entre octubre el mes más diverso con 25.94 especies efectivas y enero el mes menos diverso con 2.20 especies efectivas es de 11.78 (Figura 7.8).

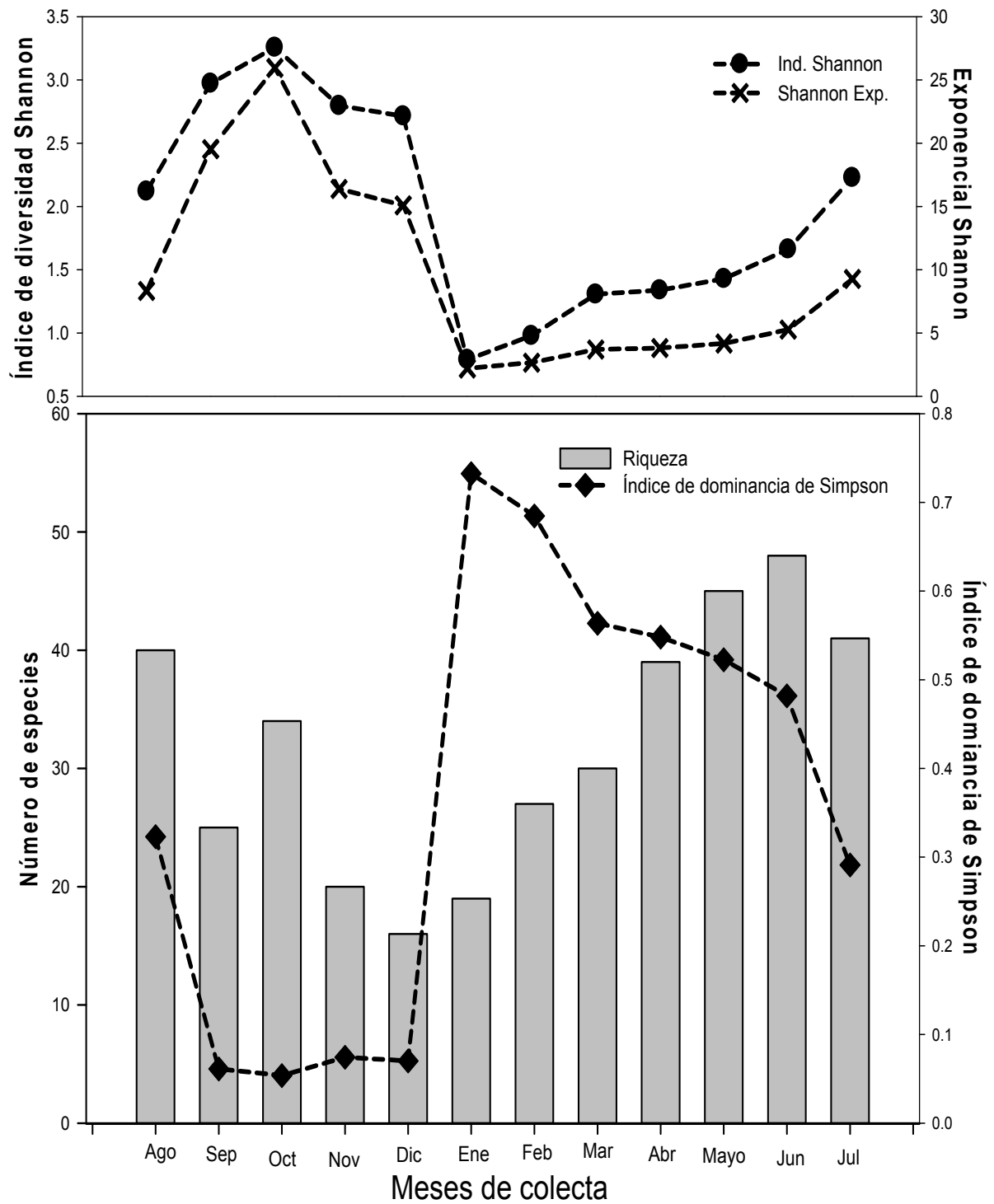


Figura 7.8.- Riqueza y diversidad de la Superfamilia Curculionoidea por mes de muestreo en el noreste del estado de Hidalgo.

### 7.8. Abundancia relativa de Curculionoidea por temporada.

El año de muestreo se dividió en dos temporadas, lluvia (julio-diciembre) y secas o estiaje (enero-junio). El 77.94% (2,046) de los picudos se colectaron en temporada de secas, con un promedio de captura de 13.54 picudos, mientras que en la temporada de lluvias se colectaron 22.05% del total (579) con 3.83 en promedio de captura. (Figura-7.9). La gran dominancia de especies de la familia Apionidae incrementa en gran medida dentro de la temporada de secas.

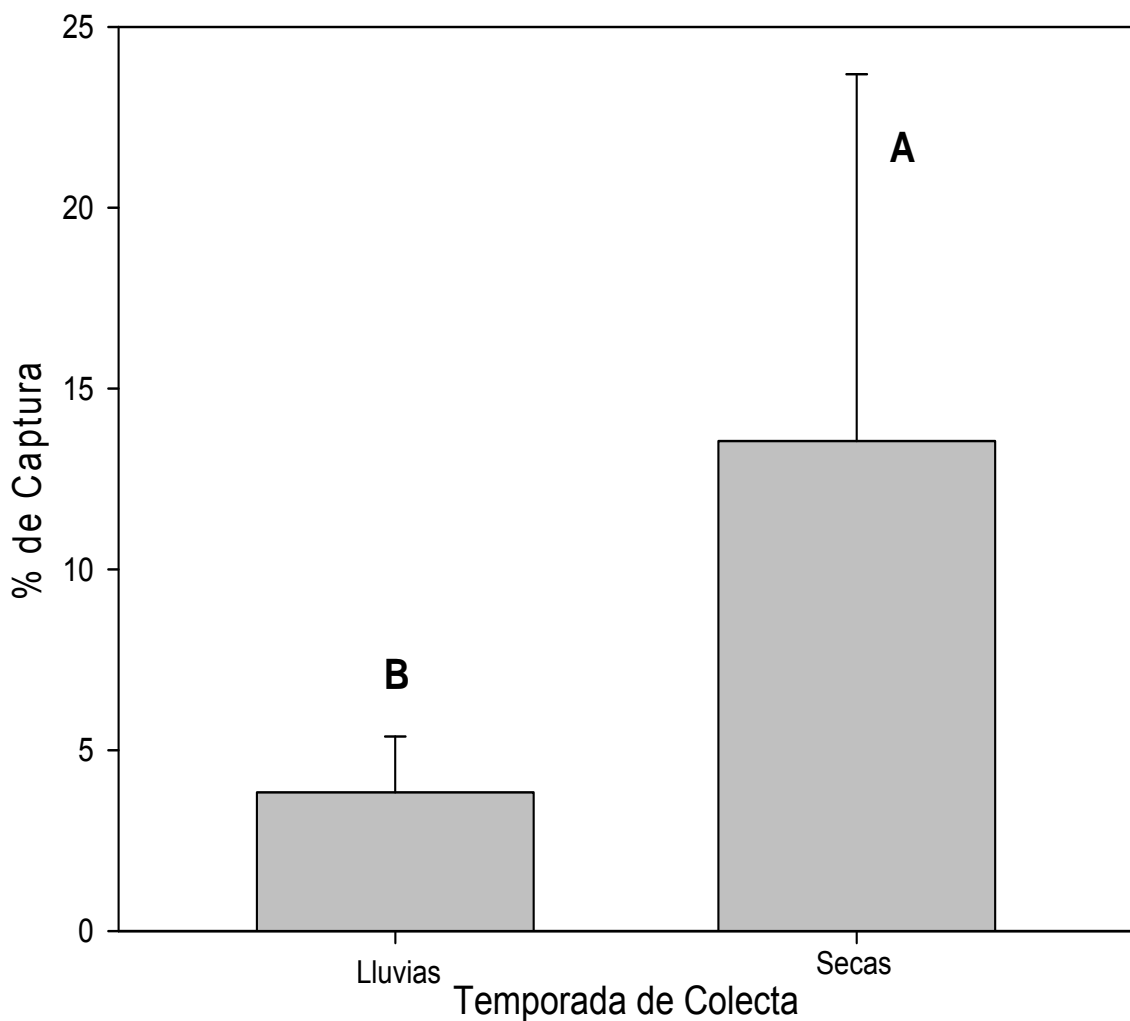


Figura 7.9.- Abundancia de curculiónidos por temporada de colecta en el noreste del estado de Hidalgo México. Existieron diferencias significativas entre las dos temporadas de colecta ( $X^2 = 16.16$   $df = 1$   $p = < 0.0001$ ).

### **7.9. Riqueza y diversidad de Curculionoidea por temporada.**

La riqueza de especies en la temporada de secas registró el mayor número de especies (108), mientras tanto la temporada de lluvia solo registró 95 especies. A pesar de que, dentro de la temporada de lluvias se registraron menos especies, se registró una mayor diversidad, por otro lado, la temporada de secas registró índices de diversidad menores, sin embargo registró un mayor número de índice de dominancia. La diferencia está dada por una mayor uniformidad en la temporada de lluvia registrando un 20.22 especies efectivas, mientras que en la temporada de estiaje mostró 4.35 especies efectivas, existiendo una diferencia de 4.65 especies (Figura 7.10).

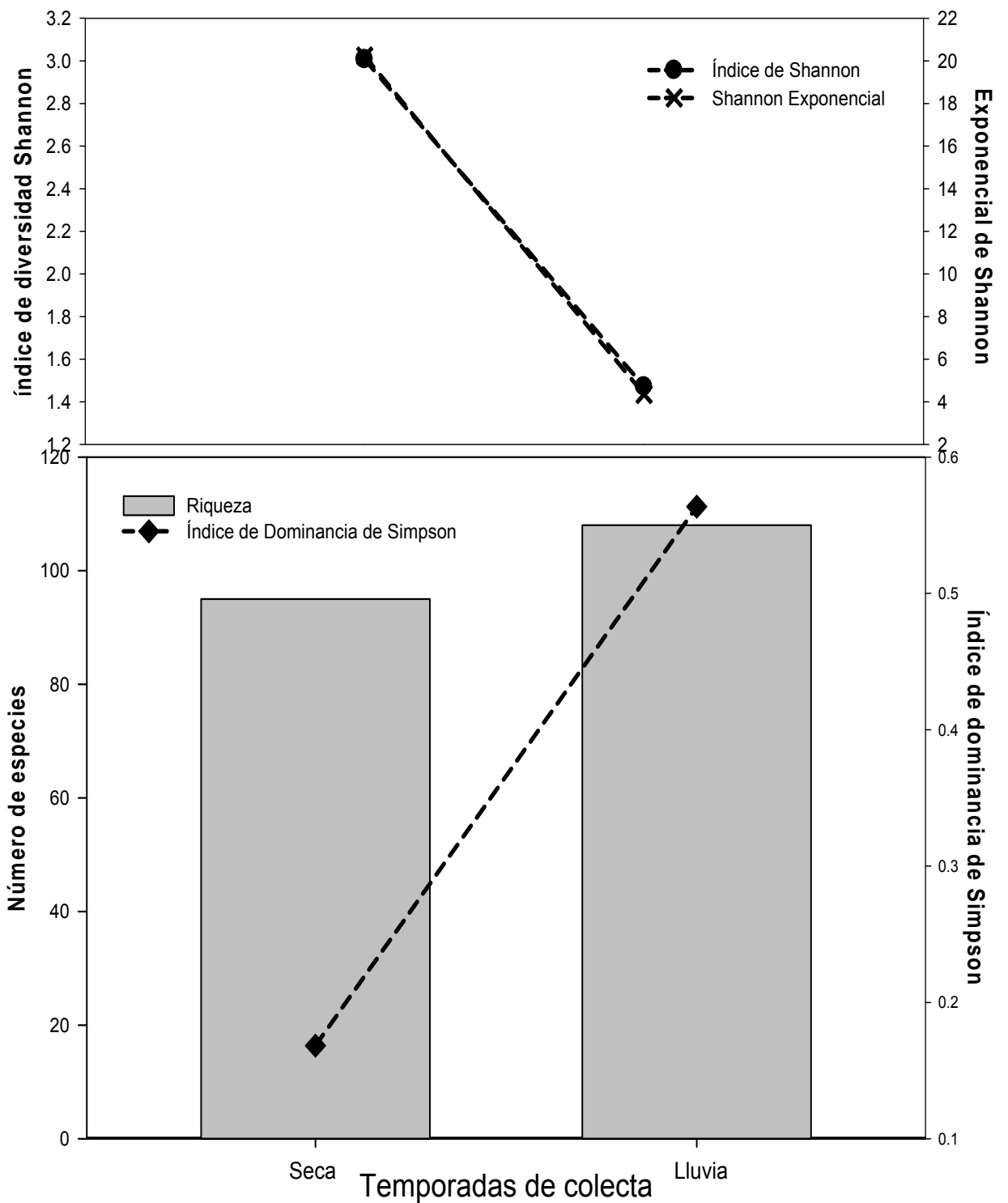


Figura 7.10.- Riqueza y diversidad por temporada de colecta en el noreste del estado de Hidalgo, México.

### 7.10. Partición de la diversidad beta en el transecto altitudinal

Se registró una beta total de 144.22, que corresponde al 95.5 % de la diversidad gamma. Los sitios tuvieron una mayor diversidad beta asociada con de 79.4 especies; es decir que el 52.59 % de las especies no se presentaron en promedio en los sitios de colecta; la beta entre muestras presentó un valor de 47.17 (31.22 %), mientras que los tipos de vegetación tuvieron el valor de beta más bajo: 11.67 (11.70 %). Así el modelo de partición de beta es el siguiente:

$$\square = 6.78 (4.49\%) + 47.14 (31.22) + 79.4 (52.53\%) + 17.67 (11.7\%)$$

La diversidad alfa asociada a este modelo fueron: alfa 1 correspondiente a las muestras registró 6.78 especies (4.49%), el alfa 2 que se refiere a los sitios alcanzó 53.92 especies (35.71%) mientras que el alfa 3 correspondiente a los tipos de vegetación registró 133.33 especies (88.30) (Figura 7.11).

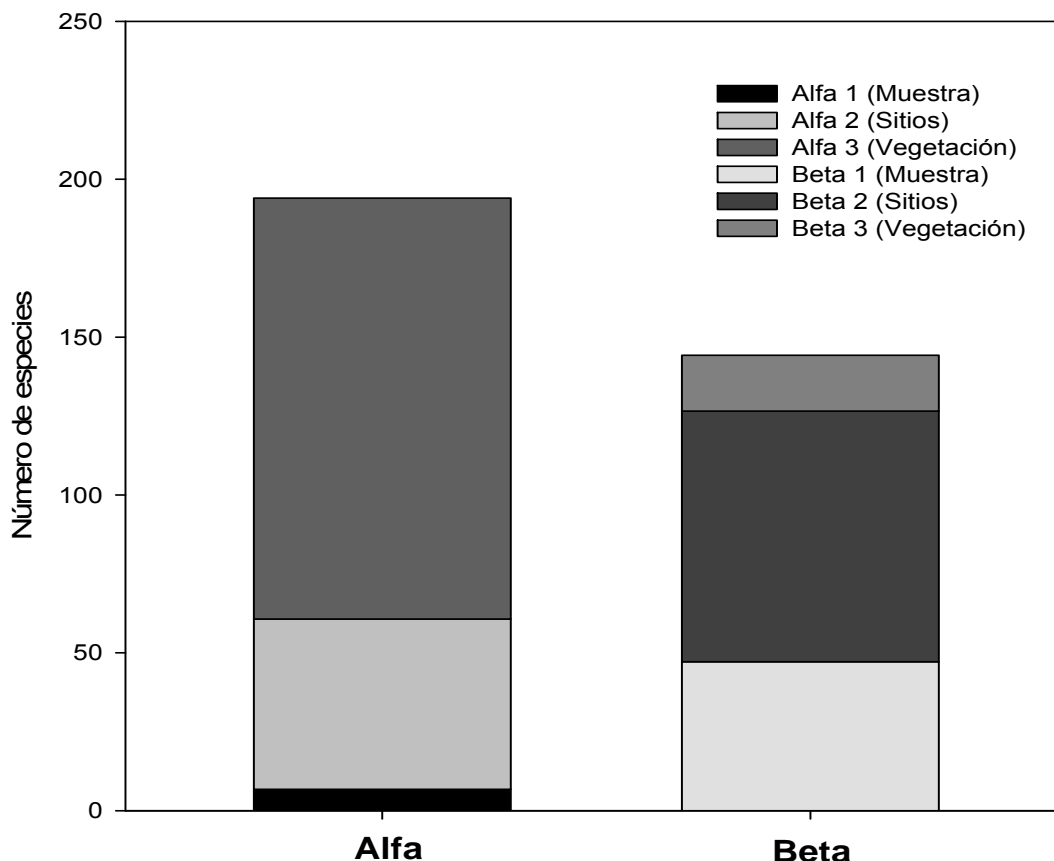


Figura 7.11.- Diversidad beta en el transecto altitudinal del Noreste del Estado de Hidalgo, México.



### **7.11. Agrupación de los sitios por su composición de especies.**

La composición de las especies de Curculionoidea varió en el transecto altitudinal. Se formaron dos grandes grupos: 1) el BTS con sus diferentes estatus de conservación con un rango de altitud de 300-900 msnm, el cual abarcó siete sitios de muestro, y 2) el grupo formado por la mezcla entre el BMM y un sitio del BTS (1,000 msnm), el cual representó un ecotono entre estos dos tipos de vegetación, con un rango altitudinal desde los 1,000 hasta los 1,400 msnm (Figura 7.12). En el primer grupo se formaron dos subgrupos, uno de 300 a 500 incluyendo el sitio ubicado a los 700 msnm. El segundo subgrupo lo conformaron los sitios de mayor altitud del BTS, de 600, 800 y 900 msnm, los sitios con mayor diferencia entre los subgrupos (600 y 700 msnm) fueron sitios de transición entre los sitios perturbados y no perturbados. El segundo grupo fue conformado por subgrupos un sitio ubicado en el ectono entre BTS y BMM (1000 msnm) y sitios de con más de 0.5 de similitud ubicados de 1100 a 1400 msnm (Figura 7.12).

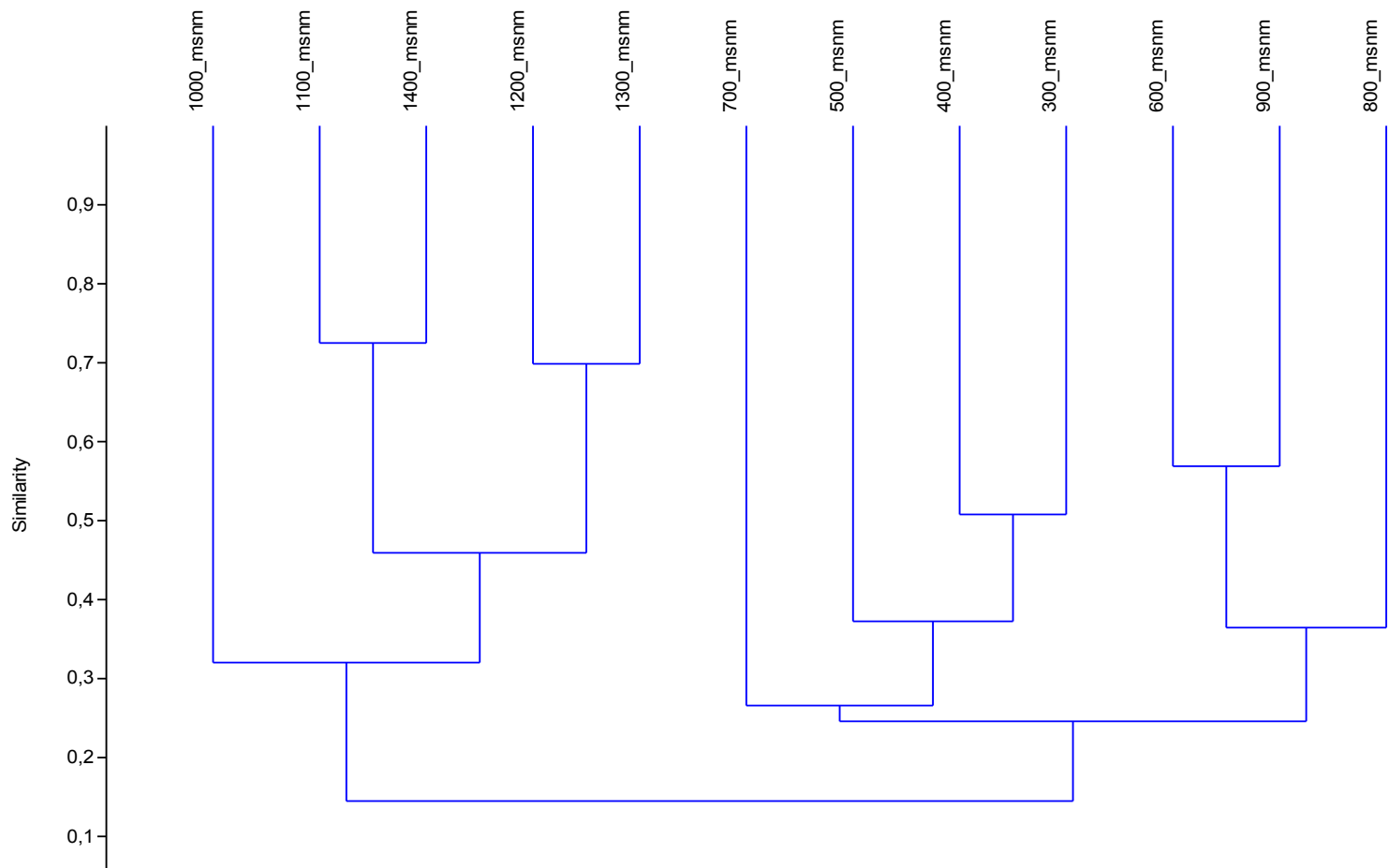


Figura 7.12.- Composición de las especies de Curculionoidea en el transecto altitudinal en el Noreste del Estado de Hidalgo México.

**7.12. Correlación de variables ambientales con riqueza y abundancia de Curculionoidea en el Noreste del estado de Hidalgo, México.**

La riqueza y abundancia de especies varía ampliamente en el periodo de estudio, en correlación con la temperatura ( $R^2=0.29$ ,  $P=0.0034$  y  $R^2=0.34$ ,  $P=0.005$  respectivamente) (Cuadro 7.3). La menor temperatura promedio se estimó en el intervalo de tiempo de diciembre a febrero, con temperaturas promedio de 14.3 a 18.9 °C, dentro del cual fue posible colectar 507 individuos y 42 especies. En contraste, los meses con las mayores temperaturas fueron: mayo a septiembre, oscilando entre los 24.59 y los 24.55° C (Cuadro 7.4), dentro de este periodo caluroso, fue posible colectar la mayor abundancia y riqueza de especies (1,355 individuos y 109 especies).

Cuadro 7.3.- Riqueza, abundancia y temperatura media mensual en el noreste del estado de Hidalgo, México.

	<b>Ago.</b>	<b>Sep.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dic.</b>	<b>Ene.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Abr.</b>	<b>Mayo</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>
<b>Número de Especies</b>	31	26	33	19	17	20	25	27	32	43	37	34
<b>Abundancia</b>	197	57	56	35	21	224	254	277	375	447	427	190
<b>Tem. Prom. Mensual</b>	23.8	26.0	23.6	20.2	18.2	16.7	19.0	21.6	23.6	25.9	26.1	26.8

Fue posible catalogar a la variación climática como la variable de mayor impacto dentro de la zona de estudio, estimando correlaciones positivas y significativas entre los diversos tipos de vegetación estudiados y variables de abundancia y riqueza de especies dentro de cada tipo de vegetación (Cuadro 7.4). Dentro del BTS y del BTSP, la temperatura y la abundancia presentaron una aceptable correlación significativa, mientras que con la variable riqueza el valor de correlación es similar, pero se disemina la significancia estadística. Mismo caso para el BMM, donde, la correlación entre la temperatura con las variables de abundancia y riqueza de especies es baja y con nula significancia (Cuadro 7.4).

Cuadro 7.4.- Correlación entre variables ambientales entre la riqueza y abundancia con factores ambientales.

		Transecto Altitudinal		BTSP		BTS		BMM	
		Tem.	Precip.	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.	Temp.	Precip.
Riqueza	R <sup>2</sup>	0.29	-0.02	0.32	0.10	0.34	-0.19	0.28	-0.11
	P	0.003	0.80	0.05	0.55	0.05	0.29	0.13	0.55
Abundancia	R <sup>2</sup>	0.34	-0.04	0.47	0.08	0.35	-0.18	0.23	-0.23
	P	0.005	0.65	0.003	0.63	0.04	0.31	0.23	0.22

### 7.13. Afinidades biogeográficas de Curculionoidea

La distribución de las especies de la Superfamilia Curculionoidea del NE del estado de Hidalgo se ajustó a cuatro patrones biogeográficos. La distribución geográfica con casi la mitad de los individuos identificados hasta la categoría de especies (45.45 %, 35 especies), correspondió a la región Mega-México 3 de Rzedowski (1993). De éstas especies, 19 (54.28 %) tuvieron distribuciones restringidas a México. Las especies con distribuciones tropicales, representaron el 44.15 % (34) del total de las especies colectadas. De éstas, *Conotrachelus serpentinus*, *Conotrachelus cristatus* y *Auleutes inspersus*, que en conjunto forman el 8.92 %, se distribuyen desde Florida hasta las islas del Caribe; mientras que, el 32.35 % (11), ocupó una distribución desde México hasta Sudamérica. Las especies clasificadas como especies de clima templado, con una distribución que se extienden al norte de los límites de la Mega-México 3 en los Estados Unidos o en raras ocasiones hasta Canadá, representaron sólo el 7.9% del total (7). Por ejemplo, *Sibariops confusus* se distribuye desde el noreste de Estados Unidos, hasta el norte de Costa Rica. También se colectaron dos especies (2.59%) con distribución cosmopolita.

Las especies de las cuatro categorías biogeográficas se encontraron en todos los tipos de vegetación exceptuando el BTS donde no se presentaron especies con distribución cosmopolita (Figura 7.13). Sin embargo, las especies

que tenían distribución tropical en el BTS presentaron diferencias marcadas en la riqueza de especies con el BMM. Para las especies con afinidad templada no existe diferencia en la riqueza entre los tipos de vegetación. Una mayor riqueza de especies con distribución en Mega-México 3 se dio en el BTSP; mientras que en el BTS y el BMM, en los sitios con mayor altitud existió una paridad en la riqueza de especies de Curculionoidea (Figura. 7.14).

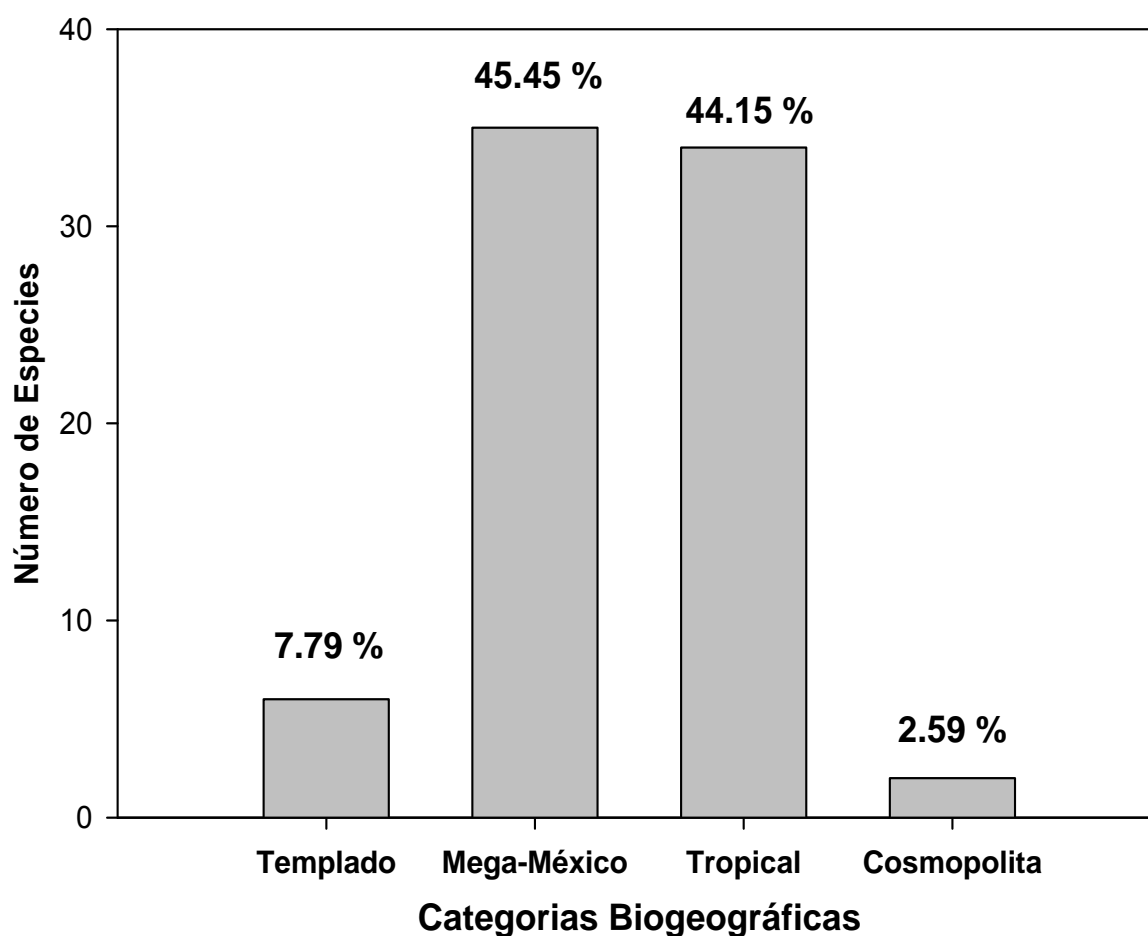


Figura 7.13.- Afinidades biogeográficas de Curculionoidea en el noreste del estado de Hidalgo, México.

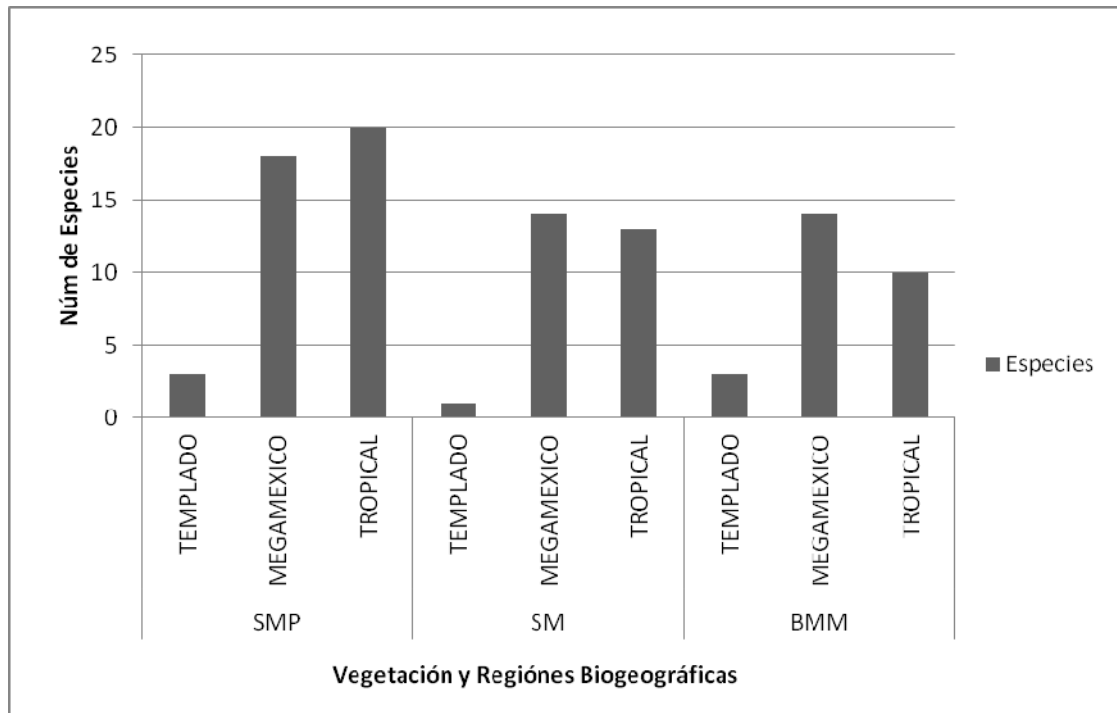


Figura 7.14.- Afinidades biogeográficas en los tipos de vegetación en el noreste del estado de Hidalgo, México.

#### **7.14. Riqueza, abundancia y diversidad de la familia Curculionidae**

Se analizó por separado la familia Curculionidae por la gran cantidad de especies Singletons y Doubletons (Figura 7.15). La mayor riqueza, abundancia y diversidad se encontró en el sitio ubicado a los 400 msnm registrando 30.05 especies efectivas, mientras que la menor abundancia se concentró en los sitios ubicados a los 800 y 1,400 msnm, también en este sitio se registró la menor riqueza. El análisis de Kruskal-Wallis determinó diferencias significativas en la abundancia dentro de los sitios del gradiente ( $X^2 = 38.80$   $df = 11$   $p = < 0.001$ ).

Los diferentes tipos de vegetación registraron diferencias significativas en la abundancia ( $X^2 = 17.34$   $df = 2$   $p = 0.0002$ ). La mayor abundancia y riqueza se concentró en el BTSP, sin embargo la diversidad mantuvo una homogeneidad con 31 especies efectivas para cada tipo de vegetación.

Dentro del ciclo de colecta de picudos, el mes de junio registró la mayor abundancia, mientras que enero fue el menos abundante, registrando diferencias significativas entre los meses de muestreo ( $X^2 = 39.42$   $df = 11$   $p = < .0001$ ). En el mes de junio (3.34 y 0.05), se presentó la mayor diversidad con 28.74 especies efectivas, mientras que el mes con menor diversidad fue enero con 10.01 especies efectivas, por lo cual es 2.84 veces menos diverso que junio. En las temporadas de colecta no existen diferencias significativas, sin embargo, la temporada de secas fue la más abundante 355 individuos (56.8 %) con un promedio de captura por muestra de 2.73. La mayor riqueza se registró en la temporada de secas, sin embargo en la diversidad no existen diferencias significativas ya que en las dos temporadas se registraron 41 especies efectivas (Cuadro 7.5).

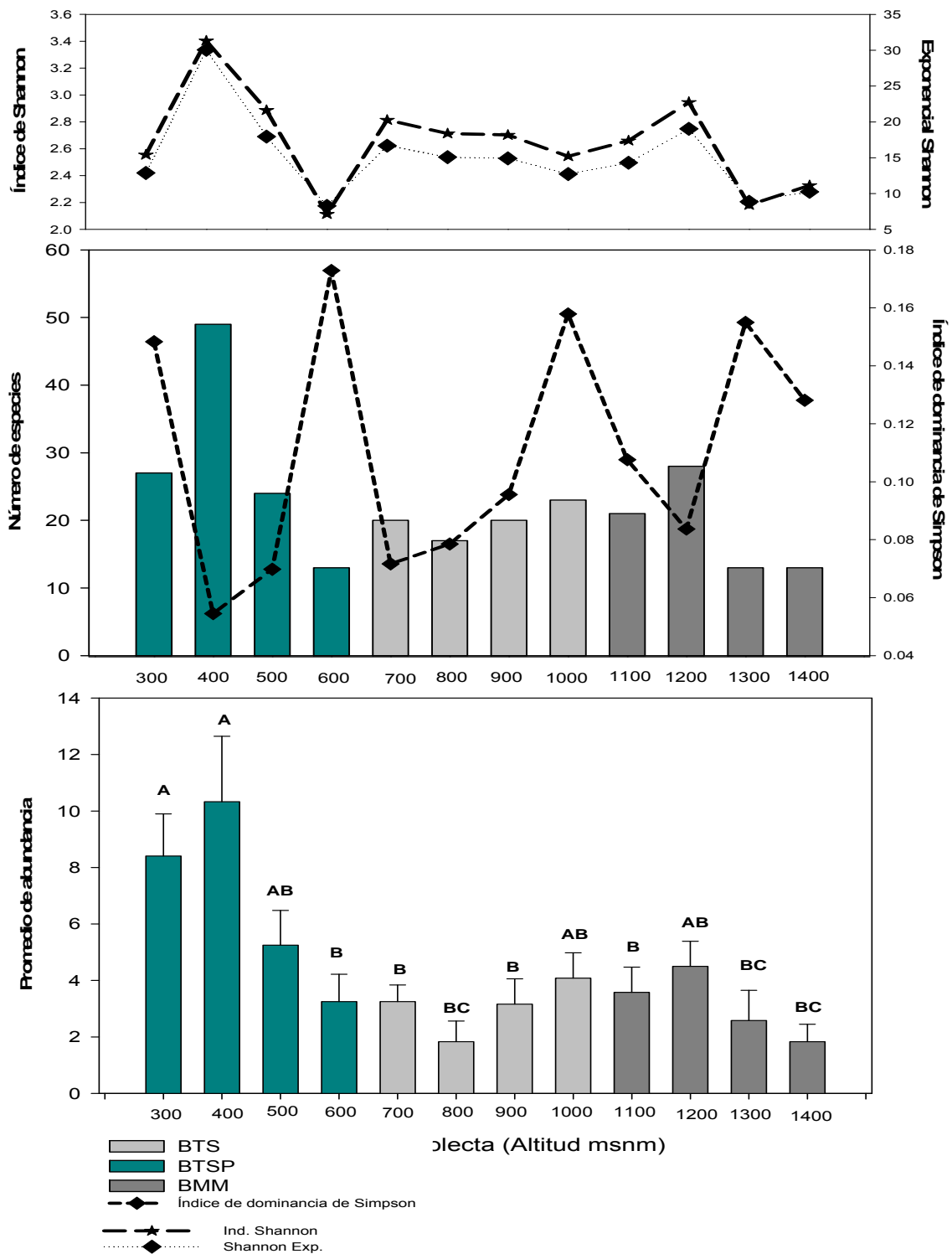


Figura 7.15.- **A**, Abundancia y **B**, Riqueza y diversidad en el transecto altitudinal en el noreste del estado de Hidalgo, México. Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en abundancia.



Cuadro 7.5.- Abundancia riqueza y diversidad mensual y temporal de la familia Curculionidae en el Noreste del Estado de Hidalgo, México. Letras distintas indican diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en abundancia.

Temporada	Mes	Promedio de abundancia	Riqueza de especies	Índice de dominancia de Simpson	Índice Shannon	Shannon Exponencial (Diversidad Verdadera)
Seca o Estiaje	Enero	2.16 ± 0.83 A	14	0.13	2.30	10.01
	Febrero	2.83 ± 1.08 B	22	0.07	2.87	17.58
	Marzo	4.33 ± 0.93 B	23	0.09	2.75	15.64
	Abril	4.66 ± 0.96 BC	31	0.06	3.10	22.09
	Mayo	6.75 ± 1.34 C	35	0.07	3.04	20.86
	Junio	8.83 ± 2.52 BC	42	0.05	3.35	28.47
Lluvia	Julio	5.5 ± 0.94 BC	34	0.04	3.27	26.36
	Agosto	6.33 ± 1.3 AB	33	0.07	3.10	22.15
	Septiembre	3.58 ± 1.05 AB	19	0.08	2.70	14.86
	Octubre	3.75 ± 0.9 A	24	0.07	2.88	17.74
	Noviembre	2.25 ± 0.91 A	15	0.09	2.52	12.38
	Diciembre	1.08 ± 0.52 AB	11	0.10	2.35	10.51

### 7.15. Riqueza, abundancia y diversidad de la familia Apionidae

En el muestreo la familia Apionidae se caracterizó por tener un gran número de individuos (1,963). Este número correspondió al 75 % de todos los individuos colectados, aunque su riqueza fue de apenas siete especies. En el transecto altitudinal el sitio ubicado a los 1,300 msnm fue el de mayor abundancia, con un

promedio de captura de 69.8 apiónidos por muestra para un total de 829 (42.44 %), los sitios con rango altitudinal de 300 a 1,000 msnm se colectaron menos de 80 individuos con promedios menores a 6.08 apiónidos colectados por sitio de muestreo. Existieron diferencias significativas entre los sitios del transecto altitudinal (Figura 7.16). En todos los sitios se logró colectar por lo menos dos de las siete especies de Apionidae, siendo el sitio ubicado a los 500 msnm el que registró siete especies.

En el BMM se registró la mayor abundancia de apiónidos con un promedio de 228.67 individuos por muestra. No existen diferencias significativas entre los BTS tanto perturbada como conservada. En cambio, éstos dos hábitats mostraron una diferencia significativa con el BMM ( $X^2 = 29.62$   $df = 2$   $p = <.0001$ ) (Figura 20). En el bosque tropical subcaducifolio se registraron las siete especies de Apionidae por lo tanto esta es la vegetación con más diversidad.

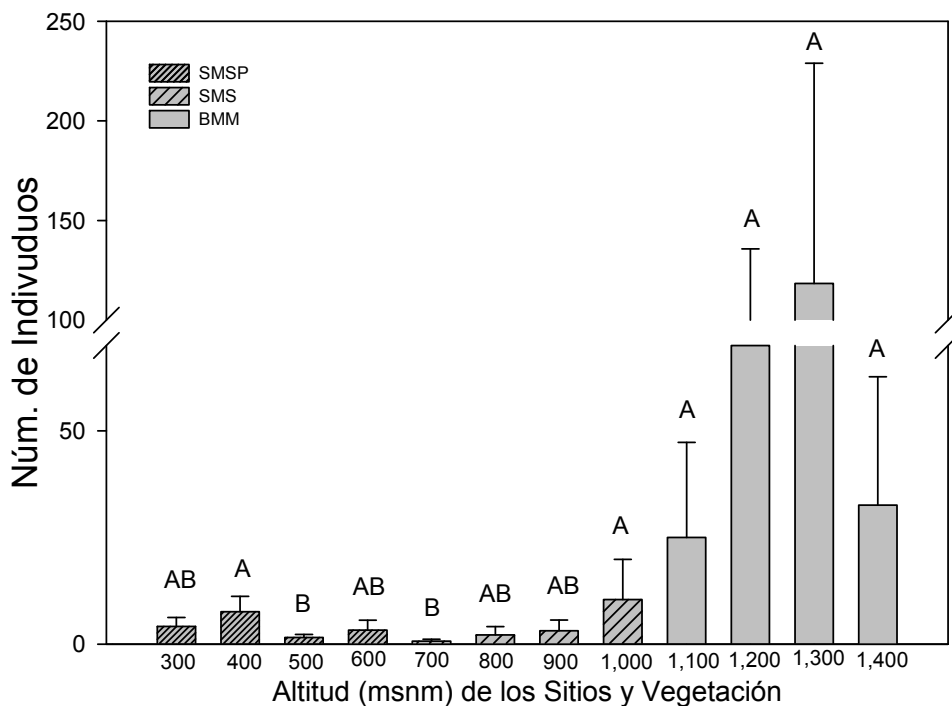


Figura 7.16.- Abundancia de la familia Apionidae en el transecto altitudinal en el Noreste del Estado de Hidalgo, México.

Letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en abundancia.

La fluctuación poblacional de la familia Apionidae se observa en la temporada de secas con 238 apiónidos colectados en promedio por temporada, mientras que en la temporada de lluvias solo se lograron colectar 47.83 individuos promedio por temporada existiendo diferencias significativas entre las temporadas. Mayo con 52.42 como promedio de captura por mes fue el mes más abundante mientras que el mes menos abundante fue octubre con solo 0.7 apiónidos en promedio de captura por muestra. En los meses de colecta para la familia Apionidae se registraron diferencias significativas ( $X^2 = 51.53$   $df = 11$   $p < 0.0001$ ) (Figura 7.17).

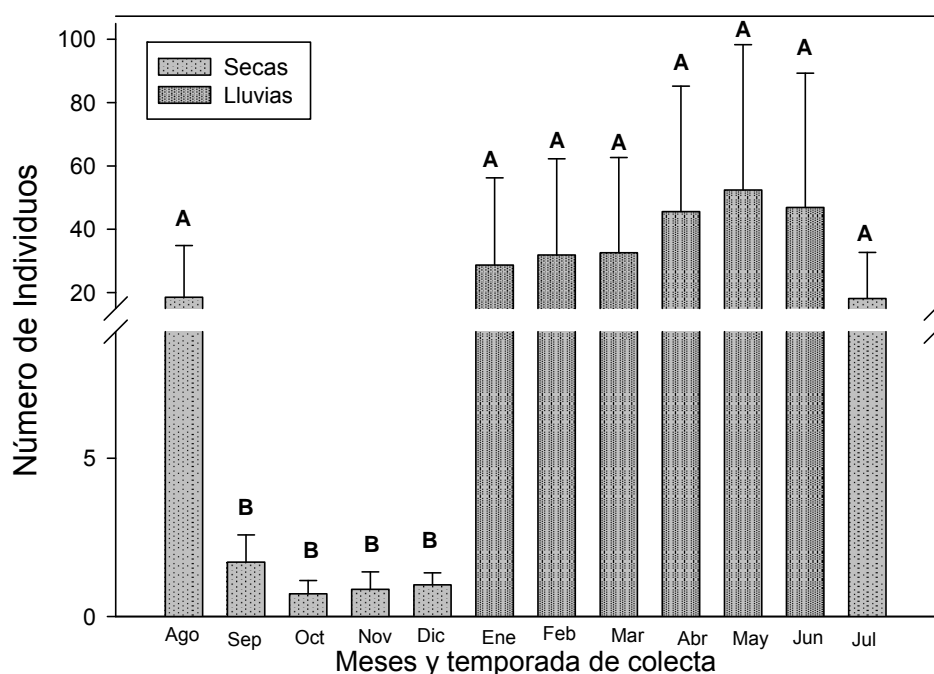


Figura 7.17.- Abundancia de la familia Apionidae en las temporadas de muestreo y meses de colecta. Letras distintas sobre las columnas indican diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en abundancia.

## 8. DISCUSIÓN

La riqueza (151 especies) de Curculionoidea encontrada en el sitio de estudio es notable y representa el 6.44 % (2,344 especies) del total de los picudos mexicanos reportados (Anderson y O'Brien 1996). La cifra total es comparable con las listas de los estados de Querétaro (141) (Jones y Luna-Cozar, 2007), Guanajuato (125) (Salas *et. al.*, 2001), y la RCB (96) (Jones *et. al.*, 2005) teniendo en cuenta que estos números totales también agregaron picudos de hojarasca, y otros hábitats. Se observó que el 74.4 % de los picudos pertenecieron a la familia Apionidae, los cuales tuvieron una gran dominancia en las partes altas del transecto, (BMM). Este mismo lo registró en las partes altas en un transecto en la Reserva de la Biosfera el Cielo. (Jones *et. al.*, 2012)

Poco menos de la mitad de las especies (47 %), fueron especies denominadas singletons (un solo individuo). Hay varias explicaciones del número alto de singletons. Primero, los curculiónidos tienen comportamientos y plantas hospederas muy diversas y no solo se pueden encontrar en el follaje sino que gran cantidad se encuentran en la hojarasca ó necesitan estrictamente de los frutos de su planta hospedera para completar su ciclo biológico. Por lo cual, aunque están relativamente abundantes pueden aparecer en sitios muy específicos y en épocas del año muy reducidas. Segundo, existe una gran cantidad de plantas hospederas sobre todo en las partes del BTS tanto perturbado como conservado y algunas son especies raras. Esto a su vez, es factor determinante en la riqueza de especies de herbívoros (Novotiny *et. al.*, 2006). Tercero, es posible que varias de las especies singletons fueron especies con comportamientos que los hacen difíciles de coleccionar con red de golpeo y solo se encontraron cuando estuvieron fuera de su hábitat normal (especies turistas *sensus* Halffter y Moreno 2005).

Aunque sólo se colectó cerca del 60 % de las especies que probablemente puedan estar en el sitio de colecta, la imposibilidad de tener un registro de todas las especies es un problema metodológico muy grave para los estudios de la diversidad (Gotelli y Colwell, 2001), acentuándose aun más este problema cuando se trabaja con componentes de la biodiversidad: los artrópodos, (Jiménez y Hortal, 2003).

En el transecto altitudinal, la abundancia de la Superfamilia Curculionoidea muestra un incremento en las partes altas del transecto (1,000 a 1,400 msnm), en el bosque mesófilo de montaña, coincidiendo con el estudio de Martínez (2010), en el mismo transecto altitudinal, se registró la mayor abundancia de Chrysomelidae en el bosque mesófilo de montaña a una altitud de 1,100 msnm y también el mismo patrón de la abundancia en el transecto altitudinal lo reportan en otros estudios con diferentes familias de insectos (Camero R. E. 2003; Guerrero R. J. y Sarmiento C. E., 2010; Soluso *et. al.*, 2003). Es claro que la mayor abundancia de Curculionoidea está dada por el gran número de individuos de la familia Apionidae quienes se concentraron particularmente en el bosque mesófilo de montaña.

La riqueza de Curculionoidea obtuvo un comportamiento relativamente homogéneo en el transecto, aunque hubo mayor riqueza en las partes bajas del transecto altitudinal (300-500 msnm), que corresponde al BTS. Este resultado es una coincidencia con Martínez, (2010), en el mismo transecto altitudinal, donde reporta que la riqueza de Chrysomelidae decrece conforme se aumenta el transecto. El mismo patrón lo reportó en su estudio con hormigas en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Martha, Colombia (Guerrero y Sarmiento 2010), así como el estudio de Odonatos en un gradiente altitudinal en la Sierra de Coacomán, Michoacán, México (Novelo y Gómez 2009). Diferiendo del estudio de García López *et. al.* (2011) en el cual se encontró la mayor diversidad de Scarabaeidae en las partes medias del transecto altitudinal. El mismo caso se observó en un transecto altitudinal en la Reserva de la Biosfera el Cielo (bosque tropical semidecíduo, bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino) en donde la mayor riqueza se concentra en la parte media del transecto (Jones *et. al.*, 2012).

La diversidad de la Superfamilia Curculionoidea en el transecto altitudinal fue mayor en las partes de menor altitud del transecto (300-900 msnm), ocupando el bosque tropical subcaducifolio tanto perturbado como conservado; a partir de esta altitud la diversidad decrece considerablemente en los sitios de mayor altitud (1,000-1,400 msnm), dentro del bosque mesófilo de montaña. Estos datos

resultantes coinciden con el estudio de hormigas en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Martha Colombia (Guerrero y Sarmiento, 2010), y con Apionidae en la Reserva de la Biosfera el Cielo en Tamaulipas (Jones *et. al.*, 2012). Sin embargo, en el mismo transecto altitudinal en el NE del Estado de Hidalgo, se registró la mayor diversidad de chrysomélidos en el Bosque mesófilo de montaña (1,000-1,400 msnm) (Martínez, 2010). En Colombia, se concluyó que no existe un patrón de incremento ó decremento en la fauna de Carabidae (Coleoptera) en un perfil altitudinal (Camero, 2003).

Se observo que el índice de diversidad Shannon tuvo el mismo comportamiento que el valor del exponencial de Shannon difiriendo de lo reportado por Moreno *et. al.* (2011).

La diversidad beta muestra que para la familia Curculionidae, los sitios de colecta conformaron la escala espacial más importante para el intercambio de especies en el transecto altitudinal. Este intercambio sugiere una heterogeneidad entre cada sitio de colecta, el cual puede estar relacionado con cambios en las variables ambientales conforme se asciende en el transecto, otra situación importante es el uso de suelo ya que en sitios de menor altitud existen actividad ganadera, lo cual puede tener una implicación directa con el intercambio de especies. Por lo contrario Gossner y Müller, (2011) en su estudio determinaron que las escalas menores (trampas) y mayores (ecoregiones) mostraron la mayor diversidad beta resultado de una homogeneidad en los sitios de colecta.

La correlación entre la temperatura y la precipitación con la riqueza y abundancia de la Superfamilia Curculionoidea reveló significancia estadística en el transecto altitudinal. Sin embargo se sabe que otros factores ambientales como la precipitación, humedad o cobertura arbórea y diversidad de plantas son indispensables para el desarrollo de los curculiónidos. En el estudio de Martínez, (2010), la correlación entre la temperatura y la abundancia no es significativa sin embargo tiene una correlación significativa con la riqueza.

El 45.45 % de las especies colectadas tuvieron una distribución en Mega-México 3, mientras que la especies con distribución tropical fueron el 44.15 % del total de las especies. El mismo patrón lo reportaron (Jones *et. al.*, 2012) en su

estudio de Apionidae en un transecto altitudinal en la Reserva de la Biosfera del Cielo.

Dentro del muestreo realizado la familia Apionidae fue notablemente la que obtuvo la mayor abundancia llegándose a coleccionar hasta el 75 % del total de los individuos, pudiéndose coleccionar la mayor cantidad en los sitios de mayor altitud (bosque mesófilo de montaña). Sin embargo, otro estudio en la Reserva de la Biosfera el Cielo muestra que la mayor abundancia se registra en las partes más altas del transecto altitudinal (bosque de pino-encino) (Jones *et al.*, 2012).

La riqueza de Apionidae fue muy pobre, coleccionándose solo 7 especies, ajustándose apenas al 4.11 % de las especies reportadas para México (Alonso Zarazaga, 2004), encontrándose al menos 2 especies en cada sitio del transecto altitudinal siendo el sitio ubicado a los 500 msnm en el que se encontraron las 7 especies, el mismo patrón fue reportado en la Reserva de la Biosfera el Cielo (bosque tropical semidecidual) (Jones *et al.*, 2012). La mayor fluctuación poblacional se observó en la temporada de secas (enero a julio), difiriendo de Jones *et al.*, (2012) en el cual reporta que los apiónidos de la reserva de la biosfera el cielo muestran dos picos en la abundancia en el año de colecta (abril y septiembre).

## 9. CONCLUSIONES

En el muestreo se colectaron un total de 2,625 individuos representados en 151 especies. La familia Apionidae representó el 74.4 % de los individuos colectados mientras que los géneros *Conotrachelus* y *Anthonomus* registraron el mayor número de especies.

El 61.57 % de las especies solo se colectaron una o dos veces (Singletons y Doubletons), lo cual podría indicar una alta heterogeneidad de la vegetación y aún falta un número considerable de especies por coleccionar.

La mayor abundancia de Curculionoidea se registró en las partes altas del transecto altitudinal (BMM), resultado de la gran dominancia de la familia Apionidae.

En el sitio ubicado a los 300 msnm en el transecto altitudinal (BTSP), se observó la mayor riqueza de especies. Del mismo modo la diversidad es mayor en las partes bajas del transecto (BTSP), lo cual quiere decir que es 18 veces más diverso que el sitio con menor diversidad.

Los meses con mayor número de individuos colectados se encuentran en la temporada de secas. Sin embargo la mayor diversidad se observó en la temporada de lluvias.

En el transecto altitudinal los sitios (escala especial media), registran una diversidad beta de más del 50 % de las especies confirmándose como la escala especial más importante para las especies resultado de cambios en la estructura de los sitios.

Se observó que la temperatura tiene una correlación elevada con la abundancia y riqueza de especies de Curculionoidea siendo la causa posible, la homogeneidad climática en el sitio a lo largo del periodo de muestreo, caso contrario con la precipitación.

Las especies colectadas en el transecto altitudinal muestran una mayor afinidad geográfica con las regiones de Mega-México 3 y Tropical.



## 10. LITERATURA CITADA

- Alonso-Zarazaga, M. A. y C. H. C. Lyal. 1999. A Word catalogue of families and genera of Curculionoidea (Insecta: Coleoptera), (Excepting Scolytidae y Platypodidae). Entomopraxis Barcelona 315 p.
- Alonso- Zarazaga, M. A. 2004. Apionidae (Coleoptera). *En Biodiversidad, taxonómica y biogeográfica de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. IV, J. Llorente Busquets, J.J. J. Morrone, O. Yáñez y I. Vargas (eds). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. p. 705-712.
- Anderson R. S. y O'Brien C. W. 1996. Curculionoidea (Coleóptera). *En J. Lorente B., A. N. García A. E. González Soriano Biodiversidad Taxonómica y Biogeográfica de Artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento* Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. Pp. 339-351.
- Bhattarai R. K. y Vetaas O. R. 2003. Variation in plant species richness of different life forms along a subtropical elevation gradient in the Himalayas, east, Nepal. *Global Ecology and Biogeography* 12:327-340.
- Burke R. H. y Anderson R. S. 1989. Systematics of species of *Anthonomus* Germar previously assigned to *Tachypterellus* Fall and Cockerell (Coleoptera: Curculionidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 82(4): 426-437.
- Camero-R. E. 2003. Caracterización de la fauna de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en un perfil altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta-Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 27 (105): 491-516, 2003. ISSN 0370-3908.
- Casas-Andreu G. y T. Reyna-Trujillo. 1990. Provincias herpetofaunísticas. Mapa IV.8.6.A. *Atlas nacional de México* Vol. III. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Clark W. K. 1978. The weevil genus *Sibinia* Germar: Natural history, taxonomy, phylogeny, and zoogeography, with revision of the new word species (Coleoptera: Curculionidae) *Quest. Entomol.* 14: 91-387.
- Colwell, R. K. 1997. EstimateS: Stadistical estimation of species richness and shared species from samples. Version5. User's guide and application: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimate>.
- CONAGUA 2011. Página de la Comisión Nacional del Agua <http://www.conagua.gob.mx>
- DETENAL.1981. México: CARTA Fisiográfica. pl. 8. Esc. 1:1000,000.México.
- Espinosa, O. D., J. J. Morrone. C. Aguilar Z. y J. Llorente B. 2000. Regionalización biogeográfica de México: provincias bióticas. *En Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*, vol II, J. Llorente B., E. González S. y N. Papavero (eds.). Las prensas de Ciencias, UNAM, México, D.F. PP. 61-94.
- Fosaa A. M. 2004. Biodiversity patterns of vascular plant species in mountain vegetation in the Faroe Islands. *Diversity and Distributions.* 10:217-223.

- Fournier H. 1876. En Ramírez J. 1889. La vegetación de México. Secretaría de Fomento. México, D.F. 221 pp.
- Gagne, W. C. 1979. Canopy-associated arthropods in *Acacia koa* and *Metrosideros* tree communities along an altitudinal transect on Hawaii Island. *Pac. Insects* 21: 56-82.
- García-López A., Micó E. y Galante E. 2011. From lowlands to highlands: searching for elevational patterns of species richness and distribution of scarab beetles in Costa Rica. *Diversity and Distributions*, pp. 1–11
- García, S. A. 1996. Variación Altitudinal y Estacional de Chrysomelidae (Coleoptera) en el Bosque Subcaducifolio de la Reserva del Cielo. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. Tamaulipas, México. Pp. 117.
- Gossner, M. M. y Müller J. 2011. The influence of species traits and q-metrics on scale-specific b-diversity components of arthropod communities of temperate forests. *Landscape Ecol. Springer*. 26:411-424.
- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4, 379–391.
- Guerrero, R. J. & C. E. Sarmiento. 2010. Distribución altitudinal de hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 26(2): 279-302.
- Halffter G. 1976. Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomol. Mex.* 35:1–64.
- Halffter G. 1987. Biogeography of the Montane entomofauna of México and Central America. *Annu. Rev. Entomol.* 32:95–114
- Halffter, G., M. E. Favila & A. Arellano. 1995. Spatial distribution of three groups of Coleoptera along an altitudinal transect in the Mexican Transition Zone and its biogeographical implications. *Elytron* 9: 151-158.
- Halffter, G. 2000. Biogeografía de la entomofauna de montaña de México y América Central. Pp. 87-97. En Morrone, J. J. and J. Llorente Bousquets (Eds.). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Halffter G. y C. E. Moreno. 2005. Significado Biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. En: Halffter G., J. Soberón y A. Melic (eds.) Sobre la diversidad biológica El significado de las diversidades  $\alpha$   $\beta$   $\lambda$ . Zaragoza España. Monografías Tercer Milenio 4: 5 – 15.
- Halffter G. S. Guevara y A. Melic. 2007. *Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica*, M3M: Monografías tercer milenio, Vol. 6, 358 Pp. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.
- Hammer, O., D. A. T. Harper and P.D. Ryan. 2001. PAST. Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica* 4:9.
- Hemsley W. B. 1887. Botany. En Godwin F. D. y O. Salvin. *Biologia Centrali-Americana*. R. H. Porter. London 5 Vols.

- Hernández, C. M, E y Carrasco, A. G . 2004. Climatología y Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental. L. Isolda, Morrone J. J. y Espinosa D. (Ed.). Jiménez Editores e Impresores. México. D. F .Pp.63-108.
- Humboldt, P., 1805. *Ensayo sobre la biogeografía de las plantas*. Fondo de cultura económica. (reedición, 1997).
- Hurlbert, S. H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52:577-586.
- INEGI (2010). Pagina del Instituto Nacional de Estadística y Geografía “Fisiografía del estado de Hidalgo” <http://mapserver.inegi.org.mx>.
- Janzen, D. H. 1973. Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day, and insularity. *Ecology* 54: 687-708.
- Jiménez, V. A. y Hortal J. 2003. Las Curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la cantidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. Vol. 8. 151-161 p.
- Jones. R.W Niño, M. S. y O’Brien, C. W. 2005. Coleóptera: Curculionidae. *En: Historia Natural de la Reserva de la Biosfera el Cielo, Tamaulipas, México*. (Eds). G. Sánchez, P. Reyes Castillo y R. Dirso. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Impreso en Hong Kong. Pp. 426-437.
- Jones R. W. y Jesús L. C. 2007. Lista de especies de Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) del estado de Querétaro, México. *Acta Zoológica Mexicana (Nueva serie)*. Vol. 33 pp. 59-77. Xalapa, México.
- Jones, R. W. Niño, M. S. y Luna, C. J. 2012. Diversity and biogeographic affinities of Apionidae (Coleoptera: Curculionoidea) along an altitudinal gradient in el Cielo Biosphere Reserve of northeastern Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83; 100-109.
- Kissinger D. G. 1968. Curculionidae subfamily Apioninae of North and Central America. With reviews of the word genera of Apioninae and word subgenera of *Apion* Herbst (Coleoptera). Taxonomic publications south Lancaster. 599 p.
- Korner C. 2007. The use of “altitude” in ecological research. *Trends in ecology and evolution* 22:669-574.
- Lawton, J. H., MacGarvin, M. and Heads, P. A. 1987. Effects of altitude on the abundance and species richness of insect herbivores on bracken. - *J. Anim. Ecol.* 56: 147-160.
- Llorente J. 1984. Sinopsis sistemática y biogeográfica de los Dismorphiinae en México, con especial referencia en el género *Enantia* Huebner (Lepidoptera: Papilionoidea Pieridae). *Folia entomológica Mexicana*. 58:1-203.
- Llorente Busquets J. 1996. Biogeografía de artrópodos de México: ¿Hacia un nuevo enfoque? *En Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: hacia una Síntesis de su conocimiento*. (Eds.) J. Llorente B. A. García A. y E. González S., Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, DF Pp. 41–56.
- Llorente-Busquets J., González-Soriano E. y Papavero N. 2000. Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de México: Hacia un síntesis de su conocimiento Vol. II 677 pp. México D.F. CONABIO-UNAM.

- Llorente-Busquets J., Morrone J. J., Yáñez-Ordóñez O. y Vargas Fernández I. 2004. Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de México: Hacia un síntesis de su conocimiento Vol. IV 794 pp. México D.F. CONABIO-UNAM.
- Lobo J. M. y Halffter G. 2000. Biogeographical and ecological factors affectation the altitudinal variation of mountainous communities of coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea): A comparative study. *Annals Entomological society of American* 93:115-126.
- Lomolino M. 2001. Elevation-Gradient of species density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography* 10: 3-13.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Pub. New York. 256 p.
- Márquez J. y Morrone J., 2004. Relaciones biogeográficas basadas en la distribución de Coleoptera (Insecta). En Luna, I., D. Espinoza, J. Morrone (Eds.) *Diversidad de la Sierra Madre Oriental*. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias Universidad Autónoma de México. México. D.F. PP. 375-392.
- Martín-Piera, F. y J.M. Lobo. 1993. Altitudinal distribution patterns of copro-necrophage scarabaeoidea (Coleoptera) in Veracruz, Mexico. *The Coleopterists Bulletin*, 47 (4):321-334.
- Martínez, S. I. 2010. Distribución altitudinal y estacional de Chrysomelidae (Coleoptera) en localidades de tres municipios de Hidalgo, México. Tesis de Maestría Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. Cd. Victoria Tamps. Pp.116
- McCoy, E. D. 1990. The distribution of insects along elevational gradients. *OIKOS* 58:313-322.
- Miranda, F. 1947. Estudios sobre la vegetación de México. V. Rasgos de la vegetación de la cuenca del Río Balsas *Rev. Soc. Méx. Hist. Nat.*, 8: 95-114.
- Mittermeier, R. y C. Goettsch. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: Sarukhán, J. y R. Dirzo (comps.). *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO. México.
- Moreno C. E., F. Barragán, E. Pineda y N. P. Pavón. 2011. Reanalizando la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. En prensa.
- Morin J. P. 1999. Community Ecology. Blackwell Science. USA: 424 págs.
- Morrone JJ. 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Rev. Bras. Entomol.* 48:149-62
- Morrone J. J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin American and the Caribbean Islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annu. Rev. Entomol.* 51:467-94.
- Morrone, J. J. y Marquez J., 2008 Biodiversity of Mexican terrestrial arthropods (Arachnida and Hexapoda): a biogeographical puzzle. *Acta Zoológica Mexicana* 24: 15-41.
- Niño, M. S. 1996. Abundancia y diversidad de Chrysomelidae (Coleoptera) en el Bosque mesófilo de la Reserva "El Cielo", Tamaulipas, México. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey N. L. México. Pp. 111.

- Niño, M. S. 2000. Diversidad de Chrysomelidae (Coleóptera) en el Bosque Mesófilo de la reserva "El Cielo", Gómez Farías, Tamaulipas. Tesis de Doctorado. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. Pp. 189.
- Niño, M. S., Riley E. Furth, G. D. y Jones, R. W. 2004. Coleoptera: Chrysomelidae. *En: Historia Natural de la Reserva de la Biosfera el Cielo, Tamaulipas, México.* (eds). Sánchez-Ramos; Reyes-Castillo & Dirzo. R. Impreso en Hog Kong. Ciudad Victoria, México. 417-422.
- Novelo G. R., Gómez Anaya J. A. 2009. A comparative study of Odonata (Insecta) assemblages along an altitudinal gradient in the sierra de Coalcomán Mountains, Michoacán, Mexico. *Biodiversity Conserv.* 18: 679-698.
- Novotny, V., P. Drozd., S Miller, M. Kulfan, M. Janda, Y. Basset y G. D. Weiblen. 2006. Why are there so many species of herbivorous insects in tropical rain forests?. *Science* 313: pp. 115-118.
- O'Brien, C. W. y G. J. Wibmer. 1982. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae sensu lato) of North America Central America and the West Indies (Coleoptera Curculionidae). *Memoirs American Entomological Institute.* 34: 1-382
- Ramírez J. 1889. *La vegetación de México.* Secretaría de fomento. México, D.F. 271 pp.
- Ramírez Pulido J. y A. Castro-Campillo. 1990. Provincias mastofaunísticas. Mapa IV.8.8.A. *Atlas nacional de México* Vol. III Instituto de geografía UNAM México.
- Randall, M. G. M. 1982. The ectoparasitism of *Coleophora alticolella* (Lepidoptera) in relation to its altitudinal distribution. *Ecol. Ent.* 7: 177-185.
- Rojas, B. A. 1964. La binominal negativa y la estimación de la intensidad de plagas en el suelo. *Fototécnica Latinamer.* 1:27-36.
- Ruiz-Jiménez, C. A., I. Luna, y O. Alcántara . 2004. Límites. Pp. 7-24 en *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental* (Luna, I., J. Morrone y D. Espinosa, eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, Distrito Federal.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México.* Editorial Limusa. México, D.F. 432pp.
- Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the phanerogamic flora of Mexico.
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *En: Ramamoorthy T.P., Bye R., Lot A. y Fa. J. Comp. Diversidad biológica de México: Orígenes y Distribución,* 129-145. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Salas-Araiza M.D., Romero-Nápoles J. y O'Brien C. W., 2001 Curculionoidea (Insecta: Coleoptera) from the state of Guanajuato, México. Center for Systematic Entomology, Gainesville, Florida. *INSECTA MUNDI.* Vol. 15. No. 1.
- Sánchez-González A. y L. López-Mata. 2003. Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica.* Universidad Nacional Autónoma de México 74: 47-71.

- Sánchez-Ramos G., J. Lobo, M. L. Villalón y P. Reyes-Castillo. 1993. Distribución altitudinal y estacional de la entomofauna necrófila en la Reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *BIOTAM*. 5 (1):13-24.
- SAS INSTITUTE, INC. 2006. SAS / STAT Guide For Personal Computers, Version 9.1, Raleigh, North Carolina, USA. 1028.
- Smiley, J. T. y Rank, N. E. 1986. Predator protection versus rapid growth in a montane leaf beetle. *Ecología (Berl.)* 70: 106-112.
- Soluso A., Ermácora, O., Romero C. y Debona C. 2003. Variación estacional de la abundancia y diversidad de la artrópodofauna edáfica en dos agroecosistemas. Facultad de Ciencias Agropecuarias- UNER.
- Toledo V. M. 1982. Pleistocene changes of vegetation in tropical México: 93-111. *En G. T. Prance (ed.) Biological Diversification in the tropics* Columbia University Press, New York.
- Vargas-Contreras, J. A. y A. Hernández-Huerta. 2001. Distribución altitudinal de la mastofauna en la reserva de la Biosfera "El Cielo", Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 82:83-109.
- Veech, J.A., and T.O. Crist. 2009. PARTITION 3.0 user's manual.
- Wolda, H. 1987. Altitude, habitat and tropical insect diversity. *Biol. J. Linn. Soc.* 30: 313-323.
- Whittaker, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30: 279-338.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurements of species diversity. *Taxon* 21:213-251.
- Young, A. M. 1982. The population biology of tropical insects. *Plenum Press*, New York.
- Zunino M. y Halffter G. 1988. Análisis taxonómico, ecológico y biogeográfico de un grupo americano de *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Monographia IX: 1-213* Museo regional di Scienze Naturali. Torino.
- Zunino M. 2003. Nuevos conceptos en la biogeografía histórica: implicancias teóricas y metodológicas. See Ref. 101. Pp. 62-159.

## 11. APÉNDICE

**Apéndice 1.-** Lista de especies y número de individuos de la Sueprfamilia Curculionoidea en el Noreste del estado de Hidalgo México. el arreglo de las tribus, subtribus y géneros basado en Zarazaga y Lyal (1999) y el arreglo de las especies basado en O'Brien y Wibmer (1982).

\*\*\* Cosmopolita \*\* Nuevo registro para México.

ESPECIE	SELVA MEDIANA PERTURBADA			SELVA MEDIANA				BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA				
	Tehuacán 300msnm	Puente Chiatipán 400 msnm	Camino real a Chiatipán 500 msnm	Acuatitla 600 msnm	Pillúta 700 msnm	Cuapexo 800 msnm	Tlaquistla 900 msnm	Xocotitla 1000 msnm	La Loma 1100 msnm	Pexmatepétl 1200msnm	Tochontépetl 1300 msnm	Apantlazol 1400 msnm
<b>FAMILIA ANTHRIBIDAE</b>												
<b>Subfamilia Anthribinae</b>												
<b>Tribu Cratoparini</b>												
<i>Euparius sp.</i>	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X
<b>FAMILIA RHYNCHITIDAE</b>												
<b>Subfamilia Rhynchitinae</b>												
<b>Tribu Rhinchitini</b>												
<i>Temnocerus sp.</i>	X	1	4	X	X	1	X	X	X	X	X	X
<i>Eugnamptus cintus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	7	6
<b>Tribu Auletini</b>												
<i>Auletobius sp.</i>	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X
<b>FAMILIA ATTELABIDAE</b>												
<b>Subfamilia Attlelabinae</b>												
<b>Tribu Attelabini</b>												
<i>Attelabus sp.</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Familia APIONIDAE</b>												

<b>Subfamilia Apioninae</b>												
<b>Tribu Apionini</b>												
<i>Apionion sp.</i>	X	1	X	X	1	X	X	X	X	1	X	X
<i>Aleocentrion relictum</i>	3	12	3	2	X	X	X	X	2	X	X	2
<b>Tribu Oxystomatini</b>												
<i>Trichapion rufipenne</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Trichapion sp.</i>	1	1	2	1	1	X	1	2	X	2	4	3
<b>Tribu Tanini</b>												
<i>Coelocephalapion sp.</i>	14	26	5	3	X	1	3	3	15	23	44	9
<i>Coelocephalapion praeditum</i>	10	11	1	17	3	14	18	67	158	464	781	213
<i>Sayapion sp.</i>	1	1	X	X	X	X	X	1	X	X	X	1
<b>FAMILIA DRYOPHTOHRIDAE</b>												
<b>Subfamilia Rhynchophorinae</b>												
<b>Tribu Litosomini</b>												
<i>Sitophilus zeamais</i> ***	X	X	X	X	X	1	X	X	2	1	X	2
<b>Tribu Polityni</b>												
<b><i>Polytus mellorborgii</i></b>												
<b>Tribu Sphanophorini</b>												
<i>Rhodoaenus arcuatus</i>	3	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhodoaenus auctus</i>	1	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhodoaenus deltoides</i>	X	X	X	X	X	X	X	2	X	1	X	X
<i>Rhodoaenus lebassi</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhodoaenus quinquepunctatus</i>	X	X	X	X	2	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rhodoaenus sanguineus</i>	X	X	X	X	1	X	X	1	1	1	X	X
<i>Rhodoaenus subcylindricus</i> **	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>FAMILIA CURCULIONIDAE</b>												
<b>Subfamilia Curculioninae</b>												
<b>Tribu Anthonomini</b>												



<i>Anthonomus morbosus</i> **	X	1	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X
<i>Anthonomus singularis</i>	X	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anthonomus solarii</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
<i>Anthonomus somnolentus</i> **	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anthonomus ruficollis</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anthonomus morfossp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2	1	6
<i>Anthonomus morfossp. 3</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3
<i>Anthonomus morfossp. 4</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anthonomus morfossp. 1</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anthonomus griseisquamis</i>	X	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anthonomus albolineatus</i>	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X
<i>Anthonomus baridoides</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
<i>Anthonomus canescens</i> **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
<i>Anthonomus morfossp. 5</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X
<i>Anthonomus phymosiae</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Tribu Camarotini</b>												
<i>Odontopus mucidus</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Odontopus sp.</i>	2	4	X	X	X	1	X	1	2	2	X	X
<b>Tribu Derelomini</b>												
<i>Phyllotox sp.</i>	8	X	3	X	3	X	1	3	2	2	4	2
<b>Tribu SMICRONYCHINI</b>												
<i>Smicronyx sp.</i>	X	2	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X
<b>Tribu THYCHIINI</b>												
<i>Sibinia championi</i>	X	X	X	X	X	2	1	X	6	3	2	X
<i>Sibinia seminicola</i>	X	2	X	1	X	X	X	X	1	X	1	X
<b>Subfamilia Baridinae</b>												
<b>Tribu Baridinni</b>												
<i>Baris sp.</i>	34	19	4	X	6	4	2	2	11	12	X	X
<i>Leptinobaris nitidipennis</i>	X	X	X	X	2	X	X	X	X	X	X	X

<i>Pseudobaris morfossp.B</i>	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X
<i>Pseudobaris morfossp.C</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudobaris morfossp.D</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X
<i>Pseudobaris morfossp.E</i>	X	X	X	X	X	1	X	X	1	X	X	X
<i>Pseudobaris morfossp.F</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	2	X	X	X
<i>Mesothanins sp.</i>	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Tribu Ambatini</b>												
<i>Embates solani</i>	X	X	X	1	1	X	X	X	X	1	X	X
<b>Tribu Madarini</b>												
<b>Antesis sp.</b>												
<i>Glyptobaris lecontei</i>	2	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Leptoschoinus aspersus</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Linomadarus bistrigellus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X
<i>Madarellus cuneatus</i>	X	X	X	X	X	1	X	1	X	X	X	X
<i>Parisoschoenus sp.</i>	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X
<i>Radamus sp.</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Parisoschoenus sp.</i>	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X
<b>Tribu Madopterini</b>												
<b>Centrinopus mendax</b>												
<i>Centrinopus morfossp.1</i>	X	X	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Centrinopus morfossp.2</i>	X	X	X	X	X	X	4	X	X	1	X	X
<i>Centrinopus morfossp.3</i>	1	1	1	X	X	X	X	X	X	1	X	X
<i>Centrinopus morfossp.4</i>	X	X	X	X	X	X	3	X	X	X	X	X
<i>Centrinopus scutellinus</i>	X	X	X	X	X	X	X	1	2	6	X	X
<i>Centrinopus simulatus</i>	X	X	X	3	X	1	X	X	X	X	X	X
<i>Geraeus bipustulatus</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Geraeus lentiginosus</i>	X	2	X	1	1	1	X	3	X	X	X	X
<i>Geraeus morfossp.1</i>	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Geraeus morfossp.2</i>	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

<i>Geraeus morfossp.3</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	2
<i>Geraeus morfossp.4</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Geraeus picumnus</i>	X	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Geraeus timidus</i>	X	1	8	X	3	X	2	18	X	1	X	1
<i>Geraeus senilis</i>	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X
<i>Linogeraeus bicruciatu</i>	X	X	X	X	X	X	X	1	1	X	X	X
<i>Linogeraeus heglectus</i>	1	X	X	X	X	X	X	1	1	X	X	X
<i>Linogeraeus hospes</i>	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Linogeraeus lentiginosus</i>	X	2	1	X	X	X	X	X	1	X	X	X
<i>Linogeraeus lineellus</i>	2	1	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Microrhianus morfossp.1</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2	X
<i>Microrhianus morfossp.2</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6	1
<i>Microrhianus morfossp.3</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9	X
<i>Sibariops concinnus</i>	X	1	1	X	X	X	X	X	1	X	X	X
<i>Sibariops confusus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X
<i>Sibariops pygmaeus</i>	X	1	2	X	X	X	1	X	X	X	X	X
<i>Stethobaris sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X
<i>Xystus sp.</i>	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Zygobarella tristicula</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
<b>Tribu Pantotelini</b>												
<i>Anones morfossp.A</i>	1	1	1	4	X	X	1	1	X	X	X	X
<i>Anones morfossp.B</i>	X	X	X	X	X	2	X	X	X	X	X	X
<i>Anones morfossp.C</i>	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X
<i>Anones morfossp.D</i>	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cyrionix sp.</i>	X	X	X	X	X	1	X	X	X	1	X	X
<i>Baridinae morfossp. 1</i>	2	2	1	X	1	X	X	X	X	1	X	X
<i>Baridinae morfossp. 10</i>	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Baridinae morfossp. 11</i>	X	X	1	X	X	1	X	X	X	X	X	X
<i>Baridinae morfossp. 3</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X

<i>Baridinae morfosp. 4</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Baridinae morfosp. 5</i>	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Baridinae morfosp. 6</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2	X	X	X
<i>Baridinae morfosp. 8</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Subfamilia Ceutorhynchinae**

**Tribu Gnemogonini**

<i>Auleutes inspersus</i>	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Auleutes instabilis</i>	X	3	1	1	1	X	1	X	X	X	X	X	X
<i>Auleutes simillis</i>	X	X	X	X	1	X	X	X	1	X	X	X	X
<i>Hipocoeloides gibbicollis</i>	X	X	1	1	2	X	1	X	X	X	X	X	X
<i>Hypocoeloides coronatus</i>	X	1	X	X	2	X	X	1	X	X	X	X	X
<i>Ceutorhynchinae morfosp. 1</i>	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ceutorhynchinae morfosp. 2</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X
<i>Ceutorhynchinae morfosp. 3</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X
<i>Ceutorhynchinae morfosp. 4</i>	X	X	X	X	X	X	2	X	X	X	X	X	X

**Subfamilia Conoderinae**

**Tribu Lechriopini**

<i>Lechriops alboterminata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X
<i>Lechriops lebasii</i>	1	8	3	13	4	X	9	1	1	X	1	X	X

**Tribu Zygotini**

<i>Copturomimus asperatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X
<i>Hoplocopturus leptopus</i>	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Subfamilia Cossoninae**

**Tribu Dryotribini**

<i>Catolethrus longulus</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
-----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Tribu RHYNCOLINI**

<i>Heptarthrum sp.</i>	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tomolips sp.</i>	X	1	X	X	X	1	X	1	X	1	X	X	X

**Subfamilia Cryptorhynchinae**

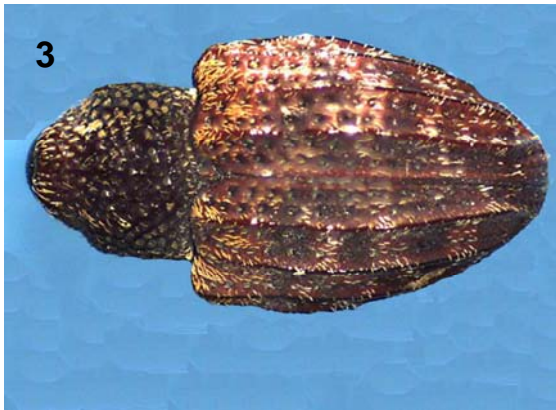
				<b>Tribu Cryptorhynchini</b>								
<i>Euscepes divisus</i>	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X
<i>Oxytenopterus clotho</i> **	X	X	X	3	X	X	X	1	X	X	X	X
<i>Cryptorhynchinae morfosp. 1</i>	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	1	X
				<b>Subfamilia Entiminae</b>								
				<b>Tribu Eudiagogini</b>								
<i>Coleocerus sp.1</i>	3	1	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X
<i>Exophthalmus agrestis</i>	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X
				<b>Tribu Geonemini</b>								
<i>Claeoteges sp. 1</i>	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X
<i>Epicaerus sp. 1</i>	1	2	2	X	3	1	X	3	1	X	X	X
<i>Anomadus sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X
				<b>Tribu Tanymecini</b>								
<i>Tanymecus confusus</i>	X	2	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Entiminae sp.1</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X
				<b>Subfamilia Lixinae</b>								
				<b>Tribu LIXINI</b>								
<i>Lixus sp.</i>	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
				<b>Subfamilia Molytinae</b>								
				<b>Tribu Cleogonini</b>								
<i>Rhyssomatus perparvulus</i>	X	X	X	X	2	X	X	2	X	X	X	X
				<b>Tribu Conotrachelini</b>								
<i>Conotrachelus anthonomoides</i> **	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Conotrachelus cristatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X
<i>Conotrachelus dentiferus</i>	X	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
<i>Conotrachelus divisus</i> **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X
<i>Conotrachelus fuveicollis</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Conotrachelus guatemalensis</i> **	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

<i>Conotrachelus nigricollis</i>	1	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X
<i>Conotrachelus parvicollis</i>	4	6	3	X	2	X	1	2	X	2	X	X
<i>Conotrachelus serpentinus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
<i>Conotrachelus sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X
<i>Conotrachelus sp. 2</i>	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Conotrachelus sp. 4</i>	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X
<i>Microhyus angustatus</i>	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X
<i>Pheloconus rubicundulus</i>	5	13	6	7	X	X	X	1	2	4	X	1
<b>Tribu HYLOBINI</b>												
<i>Heilipus cruciatus</i>	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X
<i>Hilipinus punctatoscabratus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X
<b>Tribu Sternechini</b>												
<i>Chalcodermus dentipes</i> **	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Chalcodermus longirostris</i>	4	6	1	X	1	X	X	X	X	1	X	X
<b>Subfamilia Scolytinae</b>												
<i>Phloeotribus pruni</i>	X	X	X	X	X	X	1	X	X	X	X	X
<i>Pagiocerus frontalis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	X
<b>TOTAL</b>	<b>134</b>	<b>181</b>	<b>80</b>	<b>62</b>	<b>48</b>	<b>40</b>	<b>61</b>	<b>125</b>	<b>221</b>	<b>547</b>	<b>867</b>	<b>259</b>

ANEXOS



Lamina A.- 1) *Anthonomus griseisquamis* Champion (vista lateral), 2) *A. griseisquamis* Champion (vista dorsal), 3) *Sibinia championi* Clark (vista lateral), 4) *S. championi* Clark (vista dorsal), 5) *Sibinia seminicola* Clark (vista lateral) 6) *S. seminicola* Clark (vista dorsal)



**Lamina B.-** 1) *Chalcodermus dentipes* Champion (vista lateral), 2) *C. dentipes* Champion (vista dorsal), 3) *Conotrachelus guatemalensis* Champion, 4) *Glyptobaris lecontei* Champion, 5) *Lecriops festiva* Champion, 6) *Lecriops lebasii* (Boheman).





**Lamina C.-** 1) *Rhodabaenus auctus* Chevrolat, 2) *Rhodabaenus sanguineus* (Gyllenhal), 3) *Anthonomus somnolentus* Clark, 4) *Linogeraeus linellus* Lecontei, 5) *Coelocephalopion praeditum* Sharp, 6) *Trichapion rufipenne* Gyllenhal.