



## **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO  
INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA**

Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales  
(Producción y Protección Vegetal)

**Inventario y análisis de la distribución altitudinal de los escarabajos  
dynastinos (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) en Oaxaca,  
México**

### **TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

PRESENTA:

Biol. Héctor Miguel Guzmán Vásquez

DIRECTORES DE TESIS:

Dr. José Antonio Sánchez García

Dr. Julián Hernández Cruz

Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, noviembre de 2018



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca siendo las 9:30 horas del día 16 del mes de agosto del 2018 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR OAXACA para examinar la tesis titulada:  
Inventario y análisis de la distribución altitudinal de los escarabajos dynastinos (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) en Oaxaca, México

Presentada por el alumno:

Guzmán Vásquez Héctor Miguel  
Apellido paterno Apellido materno Nombre(s)  
Con registro: 

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B | 1 | 6 | 0 | 2 | 1 | 4 |
|---|---|---|---|---|---|---|

aspirante de:

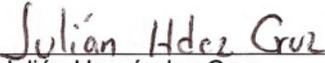
Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Antonio Sánchez García

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Julián Hernández Cruz

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jaime Ruíz Vega

  
\_\_\_\_\_  
M. en C. Laura Martínez Martínez

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Matthias Rös

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de Oaxaca el día 16 del mes agosto del año 2018, el (la) que suscribe Héctor Miguel Guzmán Vásquez alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales con número de registro B160214, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de los Dres. José Antonio Sánchez García y Julián Hernández Cruz y cede los derechos del trabajo intitulado Inventario y análisis de la distribución altitudinal de los escarabajos dynastinos (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) en Oaxaca, México, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección hemi\_h@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Héctor Miguel Guzmán Vásquez

Nombre y firma



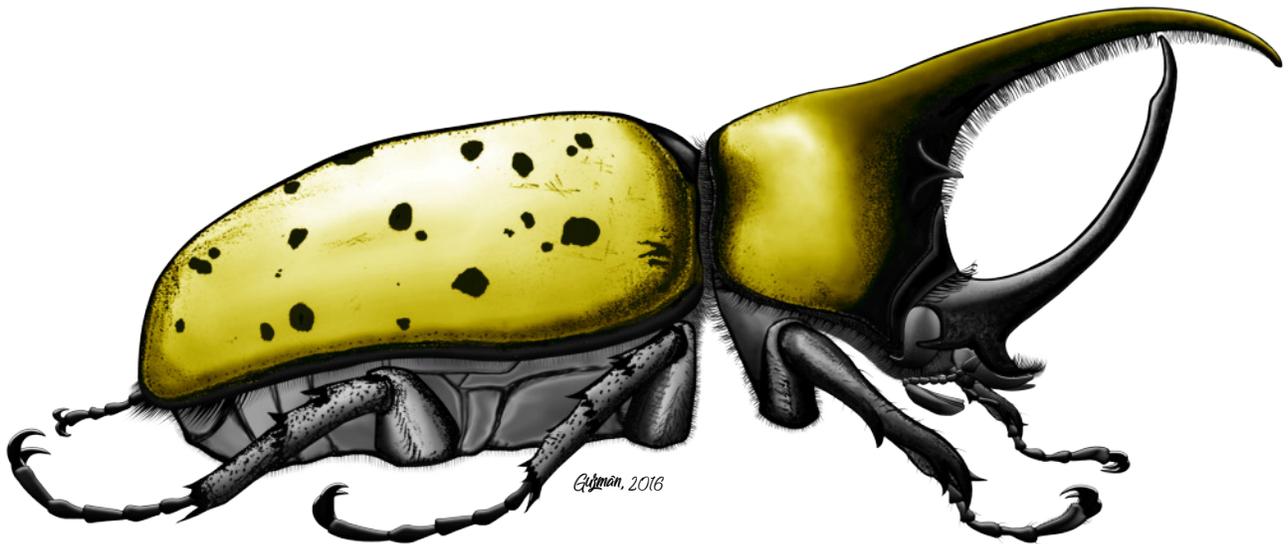
CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.

## DEDICATORIA

Al amor de mi vida, Marlene Mateos Escudero,  
y a mis amados padres, Bonifacio Guzmán Vásquez y María Vásquez.  
Por darme siempre su amor y apoyo...

*“Si imagináramos a un escarabajo Dynastes con su pulida y bronceada armadura,  
y sus enormes cuernos, ampliado al tamaño de un caballo o de tan solo un perro,  
sería el animal más imponente del mundo”.*

Charles R. Darwin (1871)



*Dynastes hyllus* Chevrolat, 1843

## AGRADECIMIENTOS

Al único y verdadero Dios (JHA), por bendecirme y darme la fuerza en esta etapa de mi vida. Esta victoria es gracias a ti Señor. Toda la honra y gloria es tuya.

Al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría y ser orgullosamente politécnico.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) del IPN por las becas brindadas para la realización de mis estudios.

A mis directores de tesis, Dr. José Antonio Sánchez García y Dr. Julián Hernández Cruz, por confiar en mí y brindarme su apoyo durante el desarrollo de la presente tesis. Sus sugerencias y consejos fueron sumamente valiosos. Pero, sobre todo, gracias por su amistad.

Al Dr. Matthias Rös, por su apoyo y amistad. Su asesoría con el manejo de software GIS y sus constantes revisiones fueron de vital importancia en la realización de esta tesis.

A la M.C. Roselia Jarquín López, M.C. Laura Martínez Martínez, Dr. Jaime Ruíz Vega y Dr. John Newhal Williams por su amistad y apoyo.

Al Dr. Aristeo Cuauhtémoc Deloya López y al Dr. Héctor Jaime Gasca Álvarez por dedicar parte de su tiempo en la revisión de la primera versión de éste escrito, por sus sugerencias, consejos, por corroborar la identificación de los especímenes y por el apoyo incondicional durante mi corta estancia en el INECOL (Xalapa, Veracruz).

Al Dr. Brett Ratcliffe por facilitarme tan amablemente literatura valiosa.

A mis padres, Bonifacio Guzmán y María Vásquez, les agradezco infinitamente por darme su apoyo, amistad y confianza durante todos estos años de mi vida, sin ello no sería lo que hoy soy, ni tendría el éxito que hoy tengo. Gracias por sus oraciones y consejos, por creer en mí y darme su amor incondicional. Este triunfo también es de ustedes. ¡Los amo inmensamente!

A mi bella esposa, Marlene Mateos Escudero, por ser mi motor y mi inspiración. Sin tu ayuda corazón no hubiese sido posible alcanzar esta meta. Ha sido la mejor experiencia de mi vida estar a tu lado y esta etapa juntos ha sido increíble. “Te amo”

A mis hermanitas Berenice Natalia y Concepción por ser parte de mi vida, por apoyarme y hacerme reír en momentos difíciles. ¡Son las mejores hermanas que pude tener! A mis cuñados Gabriel y Jonathan por siempre apoyarme. A mis sobrinos Getse, Alex, Matteo, Abi y Naty. Su alegría me ha llenado de felicidad. ¡Los amo!...

A mis suegros Guillermo Mateos y Christina Escudero por su apoyo y consejos en todo momento. Han sido de gran bendición. A mis cuñados Marlon y Kevin por su amistad, apoyo y ratos tan agradables que hemos compartido.

A mis amigos, Bárbara, Mary Carmen, Miguel, Fernando, Duván, Alan y Eliel. Ustedes hicieron mi estancia en la maestría mucho más amena, gracias por su amistad y apoyo. Fue increíble conocerlos.



## CONTENIDO

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....                                 | iv            |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....                                 | vi            |
| <b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....                                  | ix            |
| <br>   |               |
| <b>RESUMEN</b> .....   | 1             |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | 2             |
| <br>   |               |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....                                   | 3             |
| <br>   |               |
| <b>II. OBJETIVOS</b> .....                                     | 5             |
| 2.1 Objetivo general.....                                      | 5             |
| 2.2 Objetivos específicos.....                                 | 5             |
| 2.3 Hipótesis.....   | 5             |
| <br>   |               |
| <b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....                       | 6             |
| 3.1 Orden Coleoptera Linnaeus, 1758.....                       | 6             |
| 3.1.1 Generalidades.....                                       | 6             |
| 3.1.2 Morfología.....  | 6             |
| 3.2 Superfamilia Scarabaeoidea Latreille, 1802.....            | 8             |
| 3.2.1 Generalidades.....                                       | 8             |
| 3.2.2 Clasificación.....                                       | 9             |
| 3.3 Familia Scarabaeidae Latreille, 1802.....                  | 10            |
| 3.3.1 Generalidades.....                                       | 10            |
| 3.3.2 Clasificación.....                                       | 10            |
| 3.4 Subfamilia Dynastinae MacLeay, 1819.....                   | 11            |
| 3.4.1 Generalidades.....                                       | 11            |
| 3.4.2 Historia natural.....                                    | 12            |
| 3.4.3 Diagnósis.....   | 12            |
| 3.4.4 Clasificación.....                                       | 15            |
| 3.5 Antecedentes.....  | 16            |
| 3.5.1 Estudios sobre los Scarabaeoidea de Oaxaca.....          | 16            |
| 3.5.2 Principales estudios sobre los Dynastinae de México..... | 16            |
| 3.5.3 Estudios sobre los Dynastinae en Oaxaca.....             | 18            |
| 3.6 Importancia de los escarabajos dynastinos.....             | 19            |
| 3.6.1 Ecológica.....   | 19            |
| 3.6.2 Agrícola.....  | 19            |
| 3.6.3 Cultural.....  | 20            |
| 3.6.4 Económica.....   | 20            |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.7 Métodos de colecta.....  | 21        |
| 3.7.1 Método directo.....  | 21        |
| 3.7.2 Método indirecto.....  | 21        |
| 3.7.2.1 Trampa de luz tipo pantalla.....                                     | 21        |
| 3.7.2.2 Trampa de intercepción de vuelo.....                                 | 22        |
| 3.8 Modelo digital de elevación.....   | 22        |
| <b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>   | <b>23</b> |
| 4.1 Descripción del área de estudio.....                                     | 23        |
| 4.1.1 Tipos de vegetación.....   | 24        |
| 4.1.2 Clima.....   | 25        |
| 4.1.3 Suelos.....  | 26        |
| 4.2 Obtención de ejemplares y métodos de colecta.....                        | 28        |
| 4.2.1 Colecciones revisadas.....   | 28        |
| 4.2.2 Métodos de colecta.....  | 29        |
| 4.3 Localidades muestreadas.....   | 30        |
| 4.4 Tratamiento taxonómico.....  | 31        |
| 4.5 Elaboración del inventario.....  | 33        |
| 4.6 Procesamiento de imágenes.....   | 33        |
| 4.7 Elaboración de base de datos.....  | 33        |
| 4.8 Análisis de distribución altitudinal.....                                | 34        |
| 4.8.1 Modelo digital de elevación.....                                       | 34        |
| 4.8.2 Estratos altitudinales.....  | 34        |
| 4.8.3 Análisis de diversidad.....  | 35        |
| 4.8.3.1 Diversidad alfa.....   | 36        |
| 4.8.3.2 Diversidad beta.....   | 36        |
| 4.8.3.3 Diversidad gamma.....  | 36        |
| <b>V. RESULTADOS.....</b>  | <b>37</b> |
| 5.1 Composición faunística.....  | 37        |
| 5.1.1 Lista comentada de especies.....                                       | 37        |
| 5.1.2 Especies endémicas.....  | 52        |
| 5.1.3 Nuevas especies.....   | 52        |
| 5.1.4 Primer registro de <i>Cyclocephala comata</i> para Oaxaca, México..... | 53        |
| 5.2 Distribución de la subfamilia Dynastinae en Oaxaca, México.....          | 55        |
| 5.2.1 Distribución por región geoeconómica.....                              | 56        |
| 5.2.2 Distribución altitudinal por género.....                               | 57        |
| 5.3 Análisis de distribución altitudinal.....                                | 68        |
| 5.3.1 Diversidad alfa.....   | 68        |
| 5.3.2 Diversidad beta y gamma.....   | 72        |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.3.2.1 Similitud entre estratos para la distribución observada..... | 72        |
| 5.3.2.2 Similitud entre estratos para la distribución potencial..... | 73        |
| <b>VI. DISCUSIÓN.....</b>  | <b>76</b> |
| 6.1 Inventario taxonómico.....                                       | 76        |
| 6.2 Distribución de la subfamilia Dynastinae en Oaxaca.....          | 78        |
| <b>VII. CONCLUSIONES.....</b>  | <b>82</b> |
| <b>VIII. LITERATURA CITADA.....</b>                                  | <b>83</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro |  | Página |
|--------|--|--------|
| 1      | Familias de Scarabaeoidea a nivel mundial y en México, de acuerdo a la clasificación de Lawrence y Newton (1995).....  | 9      |
| 2      | Subfamilias de Scarabaeidae a nivel mundial y en México, de acuerdo a la clasificación de Lawrence y Newton (1995).....  | 10     |
| 3      | Número estimado de géneros y especies por tribu de Dynastinae y su distribución en México y el mundo de acuerdo con Morón et al. (1997) y Ratcliffe et al. (2013)..... | 15     |
| 4      | Comparación de los géneros y número de especies de Dynastinae citados para México por Morón et al. (1997) y Ratcliffe et al. (2013).....                               | 17     |
| 5      | Especies de Dynastinae reportados para Oaxaca en los estudios realizados por Ramírez-Ponce et al. (2009) y Guzmán-Vásquez (2016).....                                  | 18     |
| 6      | Tipos de vegetación presentes en Oaxaca, México de acuerdo con Rzedowski (1978) y García-Mendoza et al. (2004) .....   | 24     |
| 7      | Superficie estatal por tipo de clima en Oaxaca, México.....  | 25     |
| 8      | Localidades muestreadas entre septiembre de 2016 y abril de 2018 en diferentes regiones del estado de Oaxaca, México.....  | 30     |
| 9      | Registros de escarabajos Dynastinae por región geoeconómica en Oaxaca, México.....   | 56     |
| 10     | Especies del género <i>Cyclocephala</i> Dejean, 1821 con distribución en Oaxaca, México.....   | 58     |
| 11     | Clasificación de los registros de escarabajos Dynastinae por estrato altitudinal en Oaxaca, México.....  | 69     |
| 12     | Distribución observada y potencial de escarabajos Dynastinae por estratos altitudinales en Oaxaca, México.....   | 71     |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 13 | Similitud de los estratos altitudinales (DistObs) con el índice de Jaccard..... | 75 |
| 14 | Similitud de los estratos altitudinales (DistPot) con el índice de Jaccard..... | 75 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura |  | Página |
|--------|--|--------|
| 1      | Morfología externa de un coleóptero de la familia Carabidae.....   | 7      |
| 2      | Cabeza y aparato bucal de un coleóptero adulto de la familia Carabidae.....  | 7      |
| 3      | Vista dorsal de un macho de <i>Megasoma elephas</i> (Scarabaeidae: Dynastinae) mostrando los élitros y las alas membranosas..... | 8      |
| 4      | Vista lateral de un torito ( <i>Strategus aloeus</i> ) en Villa de Zaachila, Oaxaca.....   | 11     |
| 5      | Hábitus dorsal de <i>Strategus aloeus</i> con sus principales caracteres morfológicos.....                                       | 13     |
| 6      | Hábitus ventral de <i>Strategus aloeus</i> con sus principales caracteres morfológicos.....                                      | 14     |
| 7      | Regiones geoeconómicas y distritos del estado de Oaxaca, México...   | 23     |
| 8      | Localización de los principales tipos de climas que predominan en Oaxaca, México.....  | 26     |
| 9      | Tipos de suelos dominantes en Oaxaca, México.....  | 27     |
| 10     | Colección entomológica del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.....   | 28     |
| 11     | Trampa de luz negra tipo pantalla colocada en bosque de pino-encino en Santa Cruz Itundujia, Oaxaca.....                         | 29     |
| 12     | Localización de los sitios de colecta de escarabajos dynastinos en Oaxaca, México.....   | 31     |
| 13     | Montaje de especímenes.....  | 32     |
| 14     | Resguardo de especímenes en unidades de trabajo.....   | 32     |
| 15     | Matriz de datos con registros de distribución potencial de escarabajos dynastinos en Oaxaca, México.....                         | 35     |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 16 | Macho de <i>Cyclocephala comata</i> Bates, 1888.....                                     | 53 |
| 17 | Distribución de <i>Cyclocephala comata</i> en México.....                                | 54 |
| 18 | Distribución de la subfamilia Dynastinae en Oaxaca, México mediante el MDE.....          | 55 |
| 19 | Riqueza de escarabajos Dynastinae por región geoeconómica en Oaxaca, México.....         | 56 |
| 20 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Ancognatha</i> en Oaxaca, México.....    | 57 |
| 21 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Aspidolea</i> en Oaxaca, México.....     | 57 |
| 22 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Cyclocephala</i> en Oaxaca, México.....  | 58 |
| 23 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Dyscinetus</i> en Oaxaca, México.....    | 59 |
| 24 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Stenocrates</i> en Oaxaca, México.....   | 59 |
| 25 | Rango de distribución altitudinal de <i>Euetheola bidentata</i> en Oaxaca, México.....   | 60 |
| 26 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Tomarus</i> en Oaxaca, México.....       | 60 |
| 27 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Orizabus</i> en Oaxaca, México.....      | 61 |
| 28 | Rango de distribución altitudinal <i>Bothynus complanus</i> en Oaxaca, México.....       | 61 |
| 29 | Rango de distribución altitudinal de <i>Coelosis biloba</i> en Oaxaca, México.....       | 62 |
| 30 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Heterogomphus</i> en Oaxaca, México..... | 62 |
| 31 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Strategus</i> en Oaxaca, México.....     | 63 |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 32 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Enema</i> en Oaxaca, México.....  | 63 |
| 33 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Xyloryctes</i> en Oaxaca, México.....   | 64 |
| 34 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Hemiphileurus</i> en Oaxaca, México.....  | 64 |
| 35 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Homophileurus tricuspis</i> en Oaxaca, México.....  | 65 |
| 36 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Phileurus</i> en Oaxaca, México.....  | 65 |
| 37 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Spodistes</i> en Oaxaca, México.....  | 66 |
| 38 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Golofa</i> en Oaxaca, México.....   | 66 |
| 39 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Dynastes</i> en Oaxaca, México.....   | 67 |
| 40 | Rango de distribución altitudinal del género <i>Megasoma</i> en Oaxaca, México.....   | 67 |
| 41 | Riqueza de especies (DistObs) de escarabajos Dynastinae por estrato altitudinal en Oaxaca, México.....  | 68 |
| 42 | Riqueza de especies (DistPot) de escarabajos Dynastinae por estrato altitudinal en Oaxaca, México.....  | 70 |
| 43 | Fluctuación de la distribución observada (DistObs) y potencial (DistPot) de escarabajos Dynastinae por estrato altitudinal en Oaxaca, México..... | 71 |
| 44 | Similitud entre estratos altitudinales de la distribución observada de Dynastinae en Oaxaca, México.....  | 73 |
| 45 | Similitud entre estratos altitudinales de la distribución potencial de Dynastinae en Oaxaca, México.....  | 74 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

| <b>Anexo</b> |   | <b>Página</b> |
|--------------|---|---------------|
| 1            | Especies de la subfamilia Dynastinae con distribución en Oaxaca, México de acuerdo con Ratcliffe et al. (2013)..... | 93            |
| 2            | Municipios del estado de Oaxaca, México.....  | 95            |
| 3            | Escarabajos representativos de la subfamilia Dynastinae en Oaxaca, México.....                                      | 96            |

## RESUMEN

Con la finalidad de conocer la riqueza y distribución altitudinal de las especies de escarabajos dynastinos (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) que ocurren en Oaxaca, México, se revisaron los especímenes depositados en cinco colecciones entomológicas: CECIIDIR, CIITVO, CICOLPOS, CJHC, CHMGV. También, se realizaron colectas complementarias con una trampa de luz negra tipo pantalla y colectas manuales entre septiembre de 2016 y abril de 2018 en 20 localidades del estado. Se revisaron 4218 especímenes. Además, se realizó una exhaustiva revisión de literatura para obtener el mayor número de registros posibles. Para analizar la distribución altitudinal de los escarabajos dynastinos, se ordenaron los registros de menor a mayor altitud y se clasificaron dentro de 15 estratos altitudinales. Se elaboraron dos matrices de datos en el programa Excel: la primera con la distribución observada y la segunda con la distribución potencial. Las matrices se analizaron con el programa estadístico Past 3.18 y se obtuvieron dos dendogramas de similitud para comparar la composición de especies entre estratos altitudinales. Como resultado, se obtuvo un inventario taxonómico con 4750 registros que pertenecen a 95 especies, 21 géneros y 6 tribus de escarabajos dynastinos con distribución en el estado. Se encontró a *Cyclocephala comata* como nuevo registro estatal con amplia distribución en los Valles Centrales. También, se encontraron tres nuevas especies, dos del género *Cyclocephala* y una de *Oarizabus*. El género *Cyclocephala* presentó la mayor riqueza (33 especies). El género *Xyloryctes* presentó el mayor rango de distribución altitudinal (0-2900 msnm). La especie con mayor rango de distribución altitudinal (0-2870 msnm) fue *Xyloryctes telephus*. Se observó una relación inversamente proporcional entre la diversidad y la altitud, a menor altitud mayor diversidad y a mayor altitud menor diversidad.

**Palabras clave:** Scarabaeoidea, escarabajos rinocerontes, lista de especies, nuevo registro, diversidad.

## ABSTRACT

In order to know the richness and altitudinal distribution of the species of dynastine scarab beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) that occur in Oaxaca, Mexico, the specimens deposited in five entomological collections were reviewed: CECIIDIR, CIITVO, CICOLPOS, CJHC, CHMGV. Also, complementary collections were carried out with a screen-type black light trap and manual collections between september 2016 and april 2018 in 20 localities of the state. 4218 specimens were reviewed. In addition, an exhaustive literature review was conducted to obtain the largest possible number of records. To analyze the altitudinal distribution of dynastine scarab beetles, records were ordered from lowest to highest altitude and classified within 15 altitudinal strata. Two data matrices were created in the Excel program: the first with the observed distribution and the second with the potential distribution. The matrices were analyzed with the statistical program Past 3.18 and two similarity dendograms were obtained to compare the composition of species between altitudinal strata. As a result, a taxonomic inventory with 4750 records belonging to 95 species, 21 genera and 6 tribes of dynastine scarab beetles with distribution in the state was obtained. *Cyclocephala comata* was found as the new state registry with wide distribution in the Central Valleys. Also, three new species were found, two of the genus *Cyclocephala* and one of *Oarizabus*. The genus *Cyclocephala* presented the greatest richness (33 species). *Xyloryctes* was the genus with the highest range of altitudinal distribution (0-2900 masl). The species with the highest range of altitudinal distribution (0-2870 masl) was *Xyloryctes telephus*. An inversely proportional relationship was observed between diversity and altitude, at lower altitude greater diversity and at higher altitude lower diversity.

**Key words:** Scarabaeoidea, rhinoceros beetles, checklist, new record, diversity.

## I. INTRODUCCIÓN

México ocupa el cuarto lugar dentro de los países megadiversos (Mittermeier et al., 1997; García-Mendoza et al., 2004; Espinosa et al., 2008; Suárez-Mota y Villaseñor, 2011). Posee una riqueza biológica extraordinaria (Ratcliffe et al., 2013), sin embargo, y a pesar de dos siglos de esfuerzos sistemáticos, sólo se conoce una pequeña fracción del total de especies que alberga, se estima que la biota promedio es 3.3 veces mayor a lo que se conoce (Martínez-Meyer et al., 2014). En la última década ha tomado fuerza la idea de que es importante registrar, caracterizar, comprender y preservar la biodiversidad (Martínez-Meyer et al., 2014). En este contexto, los inventarios biológicos son la primera actividad más importante en estudios de diversidad, restauración y conservación, y han sido propuestos como modelo de investigación de prioridad nacional (Dirzo y Raven, 1994).

Los coleópteros por su parte, son considerados el grupo más grande y diverso del planeta, en la actualidad se han descrito aproximadamente 400 000 especies (Ek-Amnuay, 2008; Ribera y Beutel, 2012; Deloya et al., 2016). Su riqueza es tal que supera a cualquier grupo del reino animal. Representan el 40% de todos los insectos (Jiménez-Sánchez et al., 2010; Deloya y Covarrubias, 2014) y se estima que por cada especie conocida aún faltan de tres a nueve por describir (Deloya y Ordóñez-Resendiz, 2008; Deloya y Covarrubias, 2014).

Los Scarabaeidae son una de las familias de Coleoptera más diversas y con mayor riqueza de especies, a nivel mundial se han descrito más de 30 000 (Gómez y Gómez, 2013). Esta familia está integrada por 13 subfamilias (Lawrence y Newton, 1995). Una de las más conspicuas es Dynastinae, la cual presenta una gran variedad de hábitos, formas, coloraciones y tamaños, algunas de sus especies pueden llegar a medir hasta 16 cm de longitud como el caso de *Dynastes hercules* L. (Arnett et al., 2002; Ratcliffe et al., 2013). Su distribución es cosmopolita y la mayor riqueza se concentra en los trópicos especialmente en la región neotropical. Se conocen alrededor de 1500 especies (Ratcliffe et al., 2013).

En Oaxaca no se han realizado estudios precisos sobre la fauna de escarabajos dynastinos, únicamente existen los trabajos generalizados de Ramírez-Ponce et al.

(2009) y Guzmán-Vásquez (2016) sobre coleópteros Scarabaeoidea donde reportan nueve y 11 especies de escarabajos dynastinos respectivamente. Algunos trabajos, como el de Morón et al. (1997) describen brevemente las especies que ocurren en México. Por su parte, Ratcliffe et al. (2013) aportan datos de distribución y claves taxonómicas sobre las especies que se distribuyen en México. Por lo anterior, y teniendo en cuenta que Oaxaca es el estado con mayor diversidad en México (García-Mendoza et al., 2004; Ordóñez y Rodríguez, 2008; Meave et al., 2012) es de suma importancia estudiar las especies de escarabajos dynastinos que se distribuyen en el estado, ya que éstos cumplen muchas funciones importantes para el equilibrio de los ecosistemas, por ejemplo, aceleración en los procesos de descomposición de materia orgánica, reciclaje de nutrientes, polinización, control biológico, por lo anterior, también han sido propuestos como bioindicadores de la calidad de los ecosistemas. (Morón y Aragón, 2003; Pardo-Locarno et al., 2011; Moore y Jameson, 2013; Otavo et al., 2013). Además, al inventariar las especies de dynastinos se contribuye al conocimiento de la diversidad de escarabajos de México. También, al observar la distribución de estos escarabajos se puede tomar como grupo modelo para proponer áreas prioritarias para la conservación.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

- Conocer la distribución y la riqueza faunística de los escarabajos de la subfamilia Dynastinae presentes en el estado de Oaxaca, México.

### 2.2 Objetivos específicos

- Elaborar el inventario taxonómico de las especies de escarabajos dynastinos que se distribuyen en Oaxaca.
- Documentar nuevos registros o nuevas especies de escarabajos dynastinos para Oaxaca.
- Analizar la distribución altitudinal de las especies de Dynastinae en el estado de Oaxaca y comparar su distribución observada contra su distribución potencial.

### 2.3 Hipótesis

- La compleja heterogenidad ambiental que presenta Oaxaca, se debe en parte a su ubicación geográfica, accidentada orografía, diversidad de climas, microclimas y tipos de vegetación, lo que permite la coexistencia de una gran riqueza biológica. Por tanto, se estima que existe al menos una especie de la subfamilia Dynastinae con amplia distribución y que aún no ha sido registrada para el estado o descrita para la ciencia.
- Se espera que la mayor diversidad de escarabajos Dyastinae se concentre principalmente entre los 0 y los 1600 metros sobre el nivel del mar.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Orden Coleoptera Linnaeus, 1758

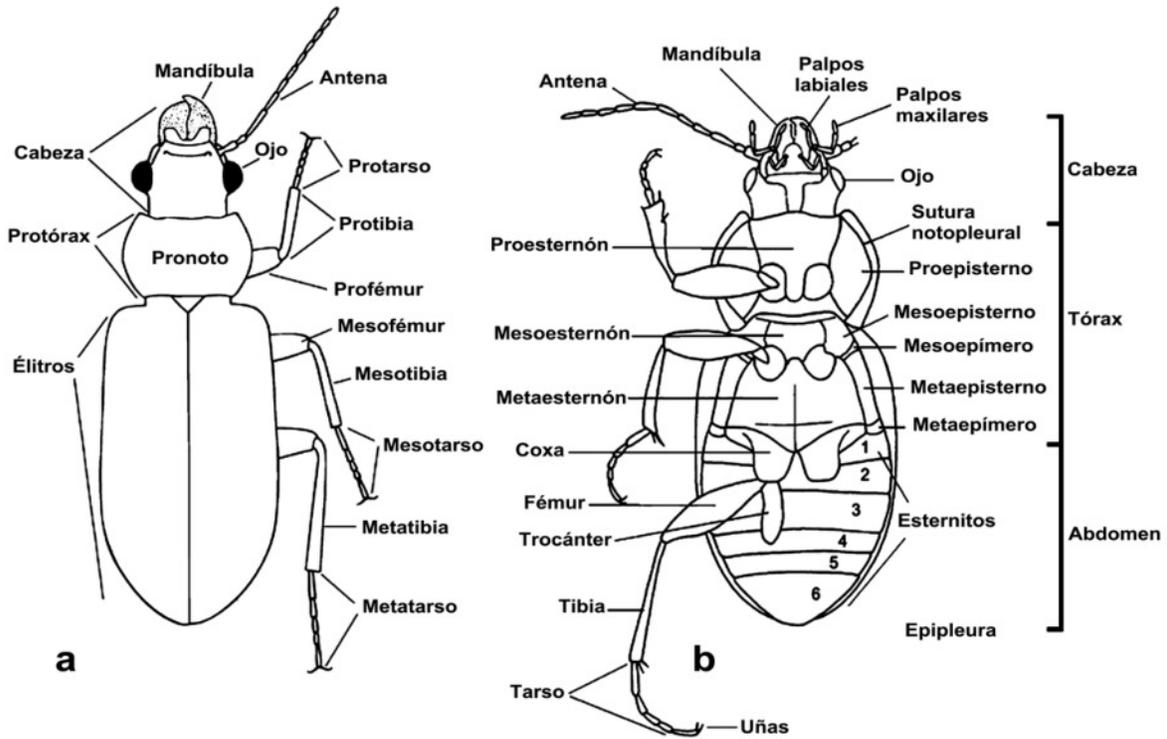
##### 3.1.1 Generalidades

Los coleópteros (del griego *koleos*; funda o estuche, y *pteron*; ala) o también llamados comúnmente escarabajos, son considerados los insectos más diversos del mundo, ya que representan cerca de una tercera parte de la diversidad de especies animales del planeta, y por lo menos, el 40% de todos los insectos (Jiménez-Sánchez et al., 2010; Deloya y Covarrubias, 2014). Se han descrito aproximadamente 400 000 especies incluidas en más de 167 familias (Ek-Amnuay, 2008; Ribera y Beutel, 2012; Deloya et al., 2016). A este orden pertenecen las catarinas, los gorgojos, las luciérnagas y los cocuyos, por mencionar algunos (Morón, 2004; Martínez et al., 2011). Su distribución es cosmopolita, se les encuentra desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altitud (Morón, 2003; Gómez y Gómez, 2013). Son insectos holometábolos con un ciclo de vida que va desde uno hasta cuatro años según la especie (Cultid-Medina et al., 2012; Ribera y Beutel, 2012).

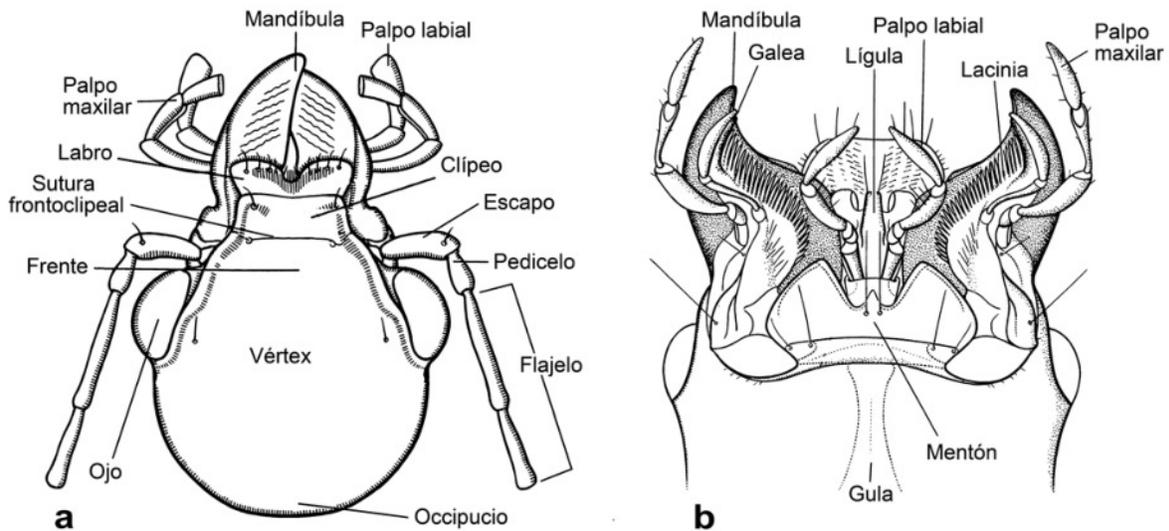
##### 3.1.2 Morfología

Presentan el cuerpo dividido en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen (Figura 1). La cabeza presenta órganos sensoriales (un par de ojos, antenas y palpos) y estructuras bucales masticadoras (mandíbulas, maxilas, labio y labro) (Figura 2). El tórax soporta a los apéndices motores y a las alas (Figura 1b). El abdomen por su parte, se divide en segmentos llamados esternitos o ventritos (Morón, 2004; Sáiz et al., 2013).

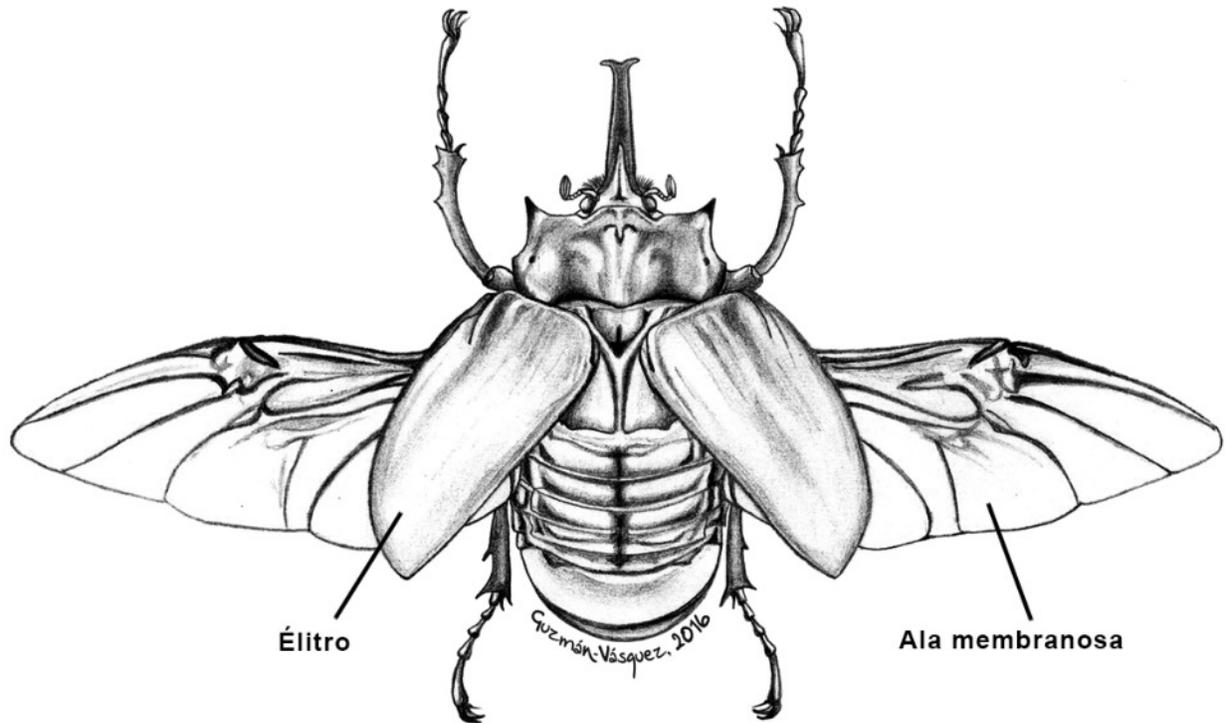
De acuerdo con Jiménez-Sánchez et al. (2010) la principal característica para diferenciar a los Coleoptera de cualquier otro grupo de insectos es la presencia de dos pares de alas: el primer par endurecido (élitros), que cubre y protege al segundo par (membranosas o posteriores) que sirven para el vuelo (Figura 3).



**Figura 1.** Morfología externa de un coleóptero de la familia Carabidae. a) Vista dorsal; b) Vista ventral (Modificado de Sáiz et al., 2013).



**Figura 2.** Cabeza y aparato bucal de un coleóptero adulto de la familia Carabidae. a) *Calosoma schayeri*; b) *Hypharpax* sp. (Modificado de Lawrence y Slipinski, 2013).



**Figura 3.** Vista dorsal de un macho de *Megasoma elephas* (Scarabaeidae: Dynastinae) mostrando los élitros y las alas membranosas.

### 3.2 Superfamilia Scarabaeoidea Latreille, 1802

#### 3.2.1 Generalidades

En el sentido más estricto se les llama escarabajos a los representantes de la superfamilia Scarabaeoidea, por tener parecido con el “escarabajo sagrado” de los egipcios, *Scarabaeus sacer* L. (Morón et al., 1997; Amat-García et al., 2005; Martínez et al., 2011; Gómez y Gómez, 2013; Deloya y Covarrubias, 2014; Deloya et al., 2016). Anteriormente a los representantes de este grupo se les conocía como lamelicornios debido a la presencia de una maza antenal con artejos alargados en forma de laminillas o lamelas (Morón et al., 1997; Morón, 2004; Amat-García et al., 2005; Martínez et al., 2011; Deloya y Covarrubias, 2014; Deloya et al., 2016). Se considera a esta superfamilia como un grupo monofilético, con origen en el periodo Triásico Superior, hace aproximadamente 180 a 200 millones de años (Morón, 2003). En México se les conoce como temayates, mayates, rodacacas, ronrrones, peloteros, estercoleros, toritos, rinocerontes, elefantitos,

cornudos, entre muchos otros nombres populares (Morón et al., 1997; Morón, 1999; Morón, 2003; Morón, 2004; Gómez y Gómez, 2013). Se citan 30 549 especies a nivel mundial, de los cuales se han registrado 1875 especies para México (Morón y Márquez, 2012; Gómez y Gómez, 2013; Deloya et al., 2016).

### 3.2.2 Clasificación

Aún no existe consenso entre los especialistas sobre un sistema universal para clasificar a los Scarabaeoidea, por tanto existen varias propuestas, por ejemplo: Janssens (1949), Endrödi (1966), Balthasar (1963), Paulian y Baraud (1982), Lawrence y Newton (1995) (Deloya y Covarrubias, 2014). Sin embargo, en la actualidad el sistema de clasificación más utilizado es el propuesto por Lawrence y Newton (1995), conformado por 13 familias, 10 de las cuales ocurren en México (Cuadro 1) (Arnett et al., 2002).

**Cuadro 1.** Familias de Scarabaeoidea a nivel mundial y en México, de acuerdo a la clasificación de Lawrence y Newton (1995).

| Superfamilia  | Familias           | En México       |
|---------------|--------------------|-----------------|
| Scarabaeoidea | Belohinidae        |                 |
|               | Ceratocanthidae    | Ceratocanthidae |
|               | Diphyllostomatidae |                 |
|               | Geotrupidae        | Geotrupidae     |
|               | Glaphyridae        |                 |
|               | Glaresidae         | Glaresidae      |
|               | Hybosoridae        | Hybosoridae     |
|               | Lucanidae          | Lucanidae       |
|               | Ochodaeidae        | Ochodaeidae     |
|               | Passalidae         | Passalidae      |
| Pleocomidae   | Pleocomidae        |                 |
| Scarabaeidae  | Scarabaeidae       |                 |
| Trogidae      | Trogidae           |                 |

### 3.3 Familia Scarabaeidae Latreille, 1802

#### 3.3.1 Generalidades

Con más de 30 000 especies descritas, los Scarabaeidae son una de las familias más ricas dentro del orden Coleoptera. Se distribuyen en todas las regiones del mundo a excepción de los polos. Sus especies más pequeñas pueden medir 2 mm, mientras que las más grandes pueden llegar hasta los 160 mm de longitud, como es el caso de *Dynastes hercules* (L). Presentan diversidad de hábitos alimentarios, desde los necrófagos, coprófagos, saprófagos hasta los carpófagos, xilófagos, fitófagos o rizófagos. Dentro de esta familia se encuentra uno de los insectos más pesados, tal es el caso del escarabajo africano *Goliathus goliathus* (L) que llega a pesar hasta 100 gramos (Arnett et al., 2002; Gómez y Gómez, 2013; Ratcliffe et al., 2013).

#### 3.3.2 Clasificación

La familia Scarabaeidae está integrada por 13 subfamilias de las cuales siete se distribuyen en México (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Subfamilias de Scarabaeidae a nivel mundial y en México, de acuerdo a la clasificación de Lawrence y Newton (1995).

| Familia      | Subfamilias       | Subfamilias en México |
|--------------|-------------------|-----------------------|
| Scarabaeidae | Aclopinæ          |                       |
|              | Allidiostomatinae |                       |
|              | Aphodiinae        | Aphodiinae            |
|              | Cetoniinae        | Cetoniinae            |
|              | Dynamopodinae     |                       |
|              | Dynastinae        | Dynastinae            |
|              | Euchirinae        |                       |
|              | Melolonthinae     | Melolonthinae         |
|              | Orphninae         | Orphninae             |
|              | Pachypodinae      |                       |
|              | Phaenomeridinae   |                       |
|              | Rutelinae         | Rutelinae             |
|              | Scarabaeinae      | Scarabaeinae          |

### 3.4 Subfamilia Dynastinae MacLeay, 1819

#### 3.4.1 Generalidades

La subfamilia Dynastinae es una de las más conspicuas dentro de los Scarabaeidae. Esta subfamilia se distribuye ampliamente en todo el planeta a excepción de las regiones polares. Su mayor riqueza se concentra en los trópicos, especialmente en la región neotropical. Actualmente se conocen poco más de 1500 especies de dynastinos en el mundo. Las especies adultas pueden medir de 4 mm a 160 mm de longitud. Los machos de algunas especies poseen prominentes y espectaculares cuernos en la cabeza y/o en el pronoto (Figura 4). Por tan peculiar característica son llamados coloquialmente como escarabajos rinocerontes, toritos, elefantes, unicornios o héroes, aún cuando la mayoría carece de cuernos (Ratcliffe et al., 2013).



**Figura 4.** Vista lateral de un torito (*Strategus aloeus*) en Villa de Zaachila, Oaxaca.

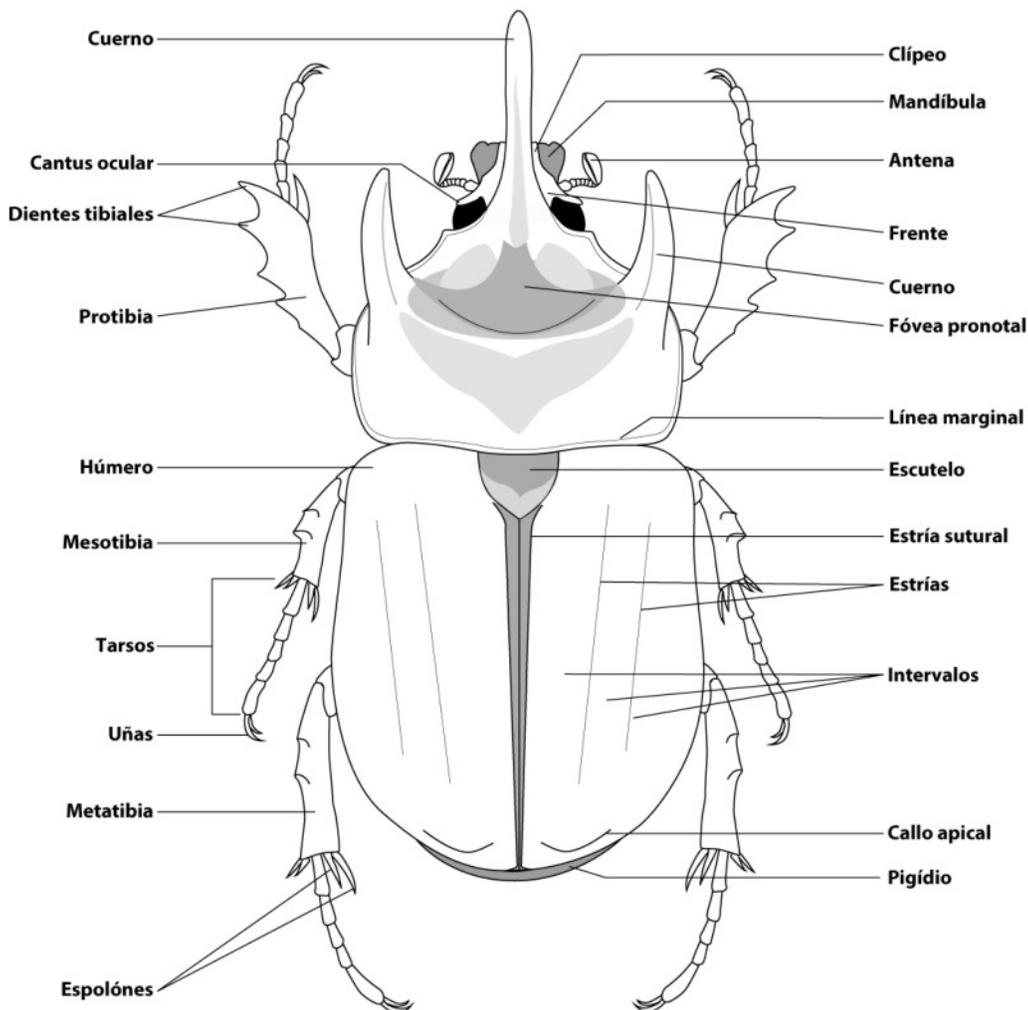
### 3.4.2 Historia Natural

En su mayoría las especies de Dynastinae son de hábitos nocturnos o crepusculares y suelen ser atraídos por las luces durante la noche (Ratcliffe et al., 2013). Los adultos se alimentan de raíces, tubérculos, tallos, hojas tiernas, flores, frutos maduros o en descomposición (Morón et al., 1997; Morón, 2004; Ratcliffe et al., 2013), polen, néctar, savia, estiércol seco, madera podrida y/o materia orgánica humificada, incluso algunos se alimentan de otros escarabajos, por ejemplo, algunas especies de *Hemiphileurus* Kolbe se han observado depredando larvas de Passalidae (Morón et al., 1997; Morón, 2004). En el caso de las larvas de Dynastinae son principalmente saprófagas, saproxilófagas o fito-rizófagas (Ratcliffe et al., 2013). Su ciclo de vida y estados inmaduros han sido poco estudiados. Algunas especies se conoce que su ciclo completo puede durar hasta tres años, como el caso de *Dynastes hyllus* Chevrolat (Morón, 1987) y *Strategus aloeus* (L) (Ratcliffe et al., 2013).

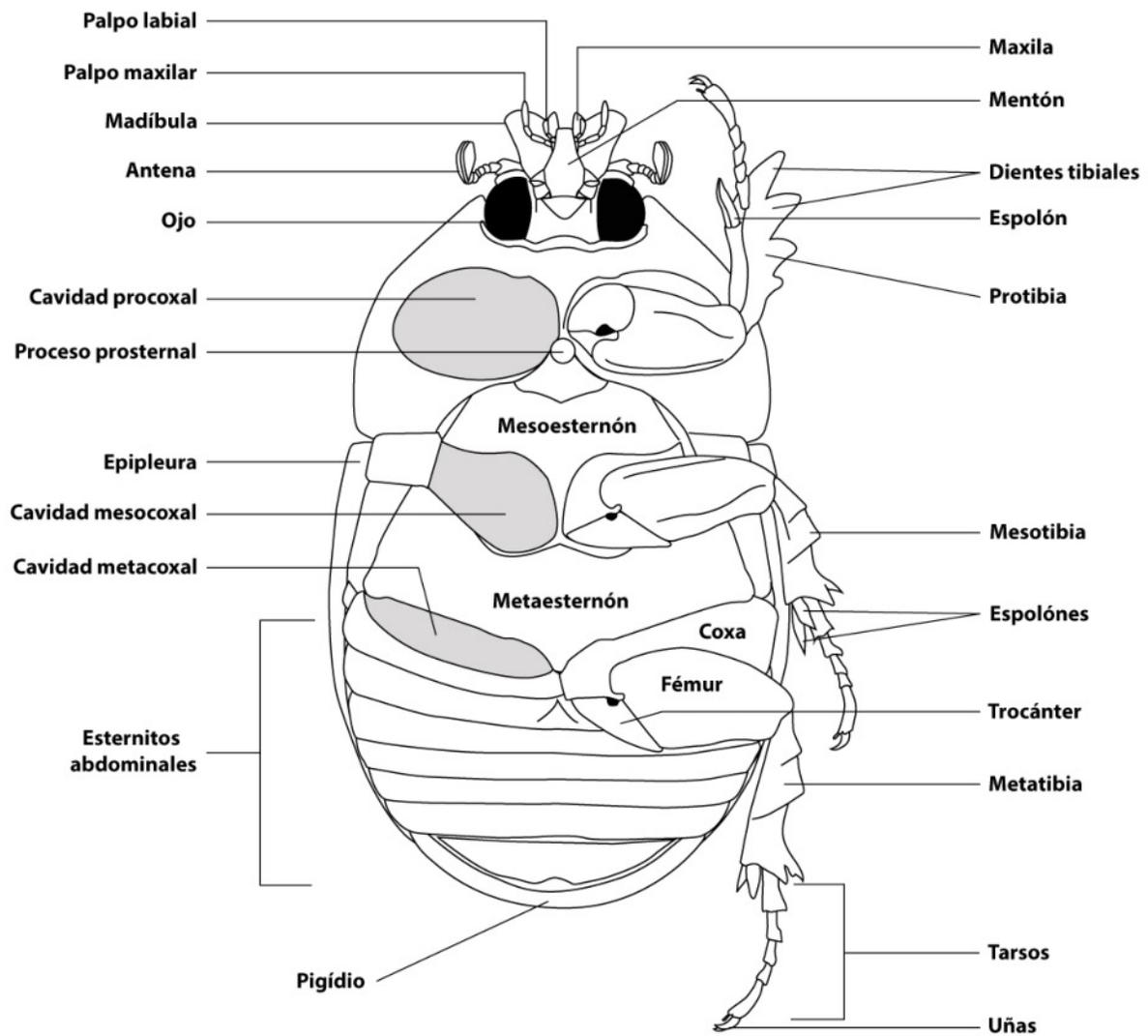
### 3.4.3 Diagnósis

Los escarabajos dynastinos adultos se distinguen por la siguiente combinación de caracteres: las mandíbulas generalmente expuestas en vista dorsal; las antenas presentan de nueve a 10 antenómeros, base del escapo no visible desde arriba; escutelo visible; ancho de la base del pronoto y élitros casi del mismo tamaño; pigidio expuesto; esternitos abdominales no constreñidos en su línea media; procoxa transversa; meso y metatarsos con uñas simples, de tamaño similares; ápice de la metatibia siempre con dos espolones (Endrödi, 1985; Morón et al., 1997; Morón, 2004; Ratcliffe et al., 2013; Figura 5; Figura 6). La mayoría presentan dimorfismo sexual acentuado a excepción de los Phileurini, algunos Cyclocephalini y Pentodontini. Sin embargo, casi todas las especies pueden ser fácilmente sexadas ya que los machos tienen el ápice del último esternito abdominal emarginado, mientras que en las hembras es redondeado. Además, en algunas especies los machos presentan cuernos o proyecciones cefálicas y/o pronotales a excepción de las especies del género *Enema* Hope, ya que tanto machos como hembras presentan un cuerno cefálico (Ratcliffe et al., 2013).

En cuanto a las larvas o estados inmaduros, se distinguen por presentar mandíbulas con área estriduladora ventral; maxilas con dientes estriduladores bien desarrollados, los cuales generalmente son truncados o con una pequeña punta dirigida hacia el frente; lacinia maxilar con una fila oblicua o transversal de tres unci más o menos fusionados en sus bases; haptomerum de la epifaringe prominente, entero, bilobado o dentiforme; zygum aparente; heli ausente; epifaringe con ambos nesia bien desarrollados y los plegmata y proplegmata ausentes; ocelos generalmente presentes; raster normalmente sin palidia (presentes sólo en algunas especies de *Euetheola* y *Tomarus*); abertura anal transversal y recurvada (Ritcher, 1966; Morón et al., 1997).



**Figura 5.** Hábitus dorsal de *Strategus aloeus* con sus principales caracteres morfológicos (Modificado de Ratcliffe et al., 2013).



**Figura 6.** Hábitus ventral de *Strategus aloeus* con sus principales caracteres morfológicos (Modificado de Ratcliffe et al., 2013).

### 3.4.4 Clasificación

Autores como Bates (1888), Baraud (1985) y Dechambre (1986) consideraron a este grupo a nivel de familia. Sin embargo, sus relaciones filogenéticas y niveles taxonómicos precisos no se pueden establecer hasta que se realice un análisis completo que incluya todas las tribus y géneros conocidos, así como a la mayoría de sus larvas representativas (Morón et al., 1997; Gasca-Álvarez y Amat-García, 2010). Por tal motivo, la propuesta más utilizada actualmente es la de Endrödi (1966, 1985), Morón et al. (1997), Ratcliffe (2003), Ratcliffe y Cave (2006), Ratcliffe et al. (2013) y Ratcliffe y Cave (2015) en donde se considera a este conjunto a nivel de subfamilia.

Los Dynastinae a nivel mundial se agrupan en ocho tribus (Endrödi, 1985; Morón et al., 1997; Ratcliffe et al., 2013), de las cuales, seis se distribuyen en México (Morón et al., 1997; Ratcliffe et al., 2013; Cuadro 3). La tribu Hexodontini es endémica de Madagascar y los Oryctoderini sólo se encuentra en Oceania y Australia (Ratcliffe et al., 2013).

**Cuadro 3.** Número estimado de géneros y especies por tribu de Dynastinae y su distribución en México y el mundo de acuerdo con Morón et al. (1997) y Ratcliffe et al. (2013).

| Fam. Scarabaeidae |                | Número  |      | Distribución |             |        |
|-------------------|----------------|---------|------|--------------|-------------|--------|
| Subfamilia        | Tribu          | Géneros | Spp  | Viejo Mundo  | Nuevo Mundo | México |
| Dynastinae        | Cyclocephalini | 14      | 477  |              | ✓           | ✓      |
|                   | Pentodontini   | 25      | 550  |              | ✓           | ✓      |
|                   | Phileurini     | 35      | 215  |              | ✓           | ✓      |
|                   | Oryctini       | 26      | 230  | ✓            | ✓           | ✓      |
|                   | Agaocephalini  | 11      | 43   |              | ✓           | ✓      |
|                   | Dynastini      | 11      | 70   | ✓            | ✓           | ✓      |
|                   | Oryctoderini   | 10      | 25   | ✓            |             |        |
|                   | Hexodontini    | 1       | 9    | ✓            |             |        |
| <b>Totales</b>    |                | 133     | 1619 |              |             |        |

### 3.5 Antecedentes

#### 3.5.1 Estudios faunísticos sobre los Scarabaeoidea de Oaxaca

Estudios sobre la fauna de coleopteros Scarabaeoidea en Oaxaca son muy escasos y dispersos. El primero es el de Ramírez-Ponce et al. (2009) en el municipio de Santiago Xiacui, Sierra Norte del estado, donde reportaron 74 especies pertenecientes a 36 géneros, 23 tribus y 11 subfamilias incluidas en tres familias; Passalidae, Melolonthidae y Scarabaeidae. Otro estudio es el de Hernández-Cruz et al. (2014a), en el que registraron 13 especies del género *Phyllophaga* Harris (Melolonthidae) en la población de Santa Cruz Xoxocotlán (región Valles Centrales). Por su parte, Guzmán-Vásquez, (2016), realizaron un muestreo de los escarabajos lamelicornios de dos municipios del distrito Zaachila, región Valles Centrales, en el cual enlistaron 76 especies, 36 géneros y 19 tribus pertenecientes a cuatro familias: Melolonthidae, Passalidae, Scarabaeidae y Trogidae. El último estudio publicado, es el de Hernández-Cruz et al. (2016), en el que reportaron 95 especies de *Phyllophaga* para el estado de Oaxaca.

#### 3.5.2 Principales estudios sobre los Dynastinae de México

Uno de los primeros y más importantes estudios sobre la fauna de coleópteros de México es la obra magna *Biologia Centrali Americana*, en la cual Bates (1888) aporta ilustraciones y datos de distribución de algunas especies de dynastinos de México y Centro América. Por su parte, Casey (1915) realizó la revisión de las especies americanas de Dynastinae. Blackwelder (1944) enlistó las especies de Dynastinae de México.

Otros estudios relevantes, no sólo de los Dynastinae de México sino a nivel mundial, son las series monográficas; *Monographie der Dynastinae*, publicadas entre 1966 y 1978 por Endrödi (considerado “el padre de los dynastinos”). Además, en su obra más importante “*The Dynastinae of the world*” incluyó claves taxonómicas e imágenes de las especies conocidas hasta ese entonces (Endrödi, 1985). Por su parte, Morón et al. (1997) presentaron una breve descripción de la subfamilia, sus tribus y géneros, así como datos de distribución de las especies en el “*Atlas de los escarabajos de México*”. Ratcliffe et al.

(2013) publicaron la obra más completa sobre los dynastinos de México, en su libro “*The Dynastine scarab beetles of Mexico, Guatemala and Belize*”, en dicho trabajo incluyeron datos sobre distribución y abundancia, imágenes de los adultos y claves taxonómicas para las tribus, géneros y especies.

Morón et al. (1997) citan 30 géneros y 174 especies de Dynastinae para México, mientras que Ratcliffe et al. (2013) contemplan 30 géneros y 183 especies (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Comparación de los géneros y números de especies de Dynastinae citados para México por Morón et al. (1997) y Ratcliffe et al. (2013).

| Tribu          | Morón                  |         | Ratcliffe              |         |
|----------------|------------------------|---------|------------------------|---------|
|                | Géneros                | No. spp | Géneros                | No. spp |
| Cyclocephalini | <i>Ancognatha</i>      | 6       | <i>Ancognatha</i>      | 5       |
|                | <i>Aspidolea</i>       | 4       | <i>Aspidolea</i>       | 2       |
|                | <i>Cyclocephala</i>    | 57      | <i>Cyclocephala</i>    | 51      |
|                | <i>Dyscinetus</i>      | 6       | <i>Dyscinetus</i>      | 5       |
|                | <i>Mimeoma</i>         | 1       | <i>Mimeoma</i>         | 1       |
|                | <i>Stenocrates</i>     | 6       | <i>Stenocrates</i>     | 5       |
| Pentodontini   | <i>Aphonides*</i>      | 1       | <i>Anoplognatho</i>    | 1       |
|                | <i>Bothynus</i>        | 1       | <i>Bothynus</i>        | 1       |
|                | <i>Coscinocephalus</i> | 1       | <i>Coscinocephalus</i> | 2       |
|                | <i>Euetheola</i>       | 3       | <i>Euetheola</i>       | 3       |
|                | <i>Gillaspytes</i>     | 1       | <i>Gillaspytes</i>     | 1       |
|                | <i>Orizabus</i>        | 12      | <i>Orizabus</i>        | 21      |
|                | <i>Oxygrylius</i>      | 1       | <i>Oxygrylius</i>      | 2       |
| Oryctini       | <i>Ligyus*</i>         | 10      | <i>Tomarus</i>         | 9       |
|                | <i>Coelosis</i>        | 1       | <i>Coelosis</i>        | 1       |
|                | <i>Enema</i>           | 2       | <i>Enema</i>           | 2       |
|                | <i>Heterogomphus</i>   | 3       | <i>Heterogomphus</i>   | 3       |
|                | <i>Podischnus</i>      | 1       | <i>Podischnus</i>      | 1       |
|                | <i>Strategus</i>       | 10      | <i>Strategus</i>       | 11      |
|                | <i>Tehuacania</i>      | 1       | <i>Tehuacania</i>      | 1       |
| Phileurini     | <i>Xyloryctes</i>      | 8       | <i>Xyloryctes</i>      | 8       |
|                | <i>Archophileurus</i>  | 3       | <i>Archophileurus</i>  | 3       |
|                | <i>Goniophileurus</i>  | 1       | <i>Goniophileurus</i>  | 1       |
|                | <i>Hemiphileurus</i>   | 6       | <i>Hemiphileurus</i>   | 12      |
| Agaocephalini  | <i>Homophileurus</i>   | 3       | <i>Homophileurus</i>   | 3       |
|                | <i>Phileurus</i>       | 7       | <i>Phileurus</i>       | 5       |
|                | <i>Spodistes</i>       | 2       | <i>Spodistes</i>       | 2       |
| Dynastini      | <i>Dynastes</i>        | 2       | <i>Dynastes</i>        | 5       |
|                | <i>Golofa</i>          | 8       | <i>Golofa</i>          | 7       |
|                | <i>Megasoma</i>        | 6       | <i>Megasoma</i>        | 9       |
| Totales        | 30 géneros             | 174 spp | 30 géneros             | 183 spp |

\*Géneros que se consideran sinonimias de acuerdo con Ratcliffe et al. (2013).

### 3.5.3 Estudios sobre los Dynastinae en Oaxaca

En cuanto a la fauna de escarabajos dynastinos de Oaxaca, no se han realizado trabajos exhaustivos. Los únicos reportes son los de Morón et al. (1997), Ramírez-Ponce et al. (2009), Ratcliffe et al. (2013) y Guzmán-Vásquez (2016). Sin embargo, de los trabajos antes citados, sólo Ratcliffe et al. (2013) abordan como tal a los Dynastinae y de acuerdo con la información que proporcionan, en Oaxaca se distribuyen 88 especies incuidas en 21 géneros y seis tribus de Dynastinae (Anexo 1). Por su parte, Morón et al. (1997) menciona brevemente las especies de Dynastinae para Oaxaca, sin embargo, su trabajo trata en un contexto general los Melolonthidae (*Sensu* Endrodi, 1966). Ambos se basaron mayormente en la revisión de ejemplares de colecciones y en menor medida de colectas. Ramírez-Ponce et al. (2009) realizaron un estudio de la fauna de Scarabaeoidea del municipio de Santiago Xiacui, Sierra Norte de Oaxaca, en donde reportaron nueve especies de dynastinos. Guzmán-Vásquez (2016) realizó un inventario faunístico de los Scarabaeoidea de los municipios de Santa Inés del Monte y Villa de Zaachila, Oaxaca, en el que colectó 11 especies de Dynastinae (Cuadro 5). Sin embargo, en ambos estudios enlistaron a los Scarabaeoidea en general, sin enfocarse únicamente a los Dynastinae.

**Cuadro 5.** Especies de Dynastinae reportados para Oaxaca en los estudios realizados por Ramírez-Ponce et al. (2009) y Guzmán-Vásquez (2016).

| <b>Ramírez-Ponce et al. 2009</b><br>Santiago Xiacui | <b>Guzmán-Vásquez, 2016</b><br>Santa Inés del Monte y Villa de Zaachila |
|---|---|
| <i>Ancognatha falsa</i> (Arrow, 1911)               | <i>Ancognatha quadripunctata</i> Bates, 1888                            |
| <i>Ancognatha quadripunctata</i> Bates, 1888        | <i>Cyclocephala lunulata</i> Burmeister, 1847                           |
| <i>Dynastes hyllus</i> Chevrolat, 1843              | <i>Dynastes hyllus</i> Chevrolat, 1843                                  |
| <i>Golofa imperialis</i> Thomson, 1858              | <i>Golofa imperialis</i> Thomson, 1858                                  |
| <i>Xyloryctes telephus</i> Burmeister, 1847         | <i>Xyloryctes telephus</i> Burmeister, 1847                             |
| <i>Heterogomphus chevrolati</i> Burmeister, 1847    | <i>Xyloryctes testhalus</i> Bates, 1888                                 |
| <i>Orizabus clunalis</i> (LeConte, 1856)            | <i>Heterogomphus chevrolati</i> Burmeister, 1847                        |
| <i>Orizabus</i> aff. <i>batesi</i> (Prell, 1914)    | <i>Strategus aloeus</i> (Linné, 1758)                                   |
| <i>Ligyris sallaei</i> (Bates, 1888)                | <i>Ligyris sallaei</i> (Bates, 1888)                                    |
|   | <i>Orizabus clunalis</i> (LeConte, 1856)                                |
|   | <i>Orizabus</i> sp. 1   |

### **3.6 Importancia de los escarabajos dynastinos**

#### **3.6.1 Ecológica**

Los dynastinos cumplen varias funciones importantes dentro de los ecosistemas, entre las principales se encuentra la aceleración en los procesos de descomposición de materia orgánica, reciclaje de nutrientes, fertilización del suelo (Morón, 1985; Morón et al., 1997; Morón y Aragón, 2003) y polinización (Moore y Jameson, 2013; Guzmán-Vásquez et al., 2017). Por lo anterior, también han sido propuestos como bioindicadores de la calidad de los ecosistemas (Otavo et al., 2013; Pardo-Locarno et al., 2011).

Los escarabajos adultos de la tribu Cyclocephalini son importantes polinizadores de más de 160 especies de Angiospermas (Moore y Jameson, 2013; Guzmán-Vásquez et al., 2017). Por otra parte, los inmaduros de Oryctini y Dynastini, debido a sus hábitos saproxilófagos son considerados degradadores primarios, ya que son capaces de fragmentar grandes cantidades de madera (45 kg/ha al año) durante su alimentación, lo que acelera el proceso de descomposición (García-Atencia y Martínez-Hernández, 2015; Morón, 1985). En el proceso, se producen detritos y excreciones que facilitan la acción rápida de los degradadores secundarios representados por la micro-biota del suelo (hongos, bacterias y protozoarios) (Morón, 1985; Morón y Aragón, 2003; Gasca-Álvarez y Amat-García, 2010). Dicha función hace imprescindible la presencia de los escarabajos dynastinos en los ecosistemas tropicales (Morón, 1985; Iannacone-Oliver y Soras-Vega, 2010).

#### **3.6.2 Agrícola**

Tanto larvas como adultos de algunas especies de Dynastinae son considerados plagas de importancia agrícola, ya que, por sus hábitos fitófagos, rizófagos y/o carpófagos pueden causar daños importantes a diferentes cultivos como maíz, frijol, trigo, arroz, calabaza, alfalfa, caña, papa, algodón, chile, jitomate, palma y agave. También, frutales como mango, piña, fresa, guayaba, zapote, durazno y ciruela, además de pastos forrajeros y de ornato (Morón y Aragón, 2003; Morón, 2004; Gasca-Álvarez y Ratcliffe, 2011; Guzmán-Vásquez, 2016). Por ejemplo, se han observado a los adultos y larvas de

*Strategus aloeus* alimentarse de diferentes especies de agave, palma de coco, piña, plátano, caña de azúcar y algodón (Morón, 2004; Gasca-Álvarez y Ratcliffe, 2011; Guzmán-Vásquez, 2016).

En México los estados inmaduros de algunas especies de los géneros *Cyclocephala*, *Dyscinetus*, *Orizabus*, *Tomarus*, *Euetheola* y *Strategus* (Morón y Aragón, 2003; Morón, 2004; Gasca-Álvarez y Ratcliffe, 2011; Deloya y Covarrubias, 2014), están incluidos en el llamado complejo gallina ciega, que se ha citado como el problema agrícola más frecuente en América (Morón y Aragón, 2003; Stechauner-Rohringer y Pardo-Locarno, 2010; Guzmán-Vásquez et al., 2017).

### 3.6.3 Cultural

En países como Colombia algunas especies de dynastinos (*Megasoma actaeon* y *Dynastes hercules*) tiene importancia cultural en las tradiciones de comunidades indígenas ya que son usados con propósitos medicinales o terapéuticos (Amat-García et al., 2005; Neita et al., 2006). Por ejemplo, los Uitoto de la amazonía colombiana consideran a los escarabajos dynastinos, mensajeros mágicos en sus ceremonias de oración y curación. Además, algunas personas se alimentan de *Dynastes hercules*, por la creencia que el tamaño de estos escarabajos (160 mm) representa un poder especial que puede ser adquirido al consumirlos (magia imitativa) (Iannacone-Oliver y Soras-Vega, 2010). En Hidalgo, México, los indígenas otomíes consumen escarabajos de la especie *Strategus aloeus*, ya que creen en las propiedades afrodisíacas de los cuernos de éstos (Gasca-Álvarez, 2005).

### 3.6.4 Económica

Los Dynastinae también se utilizan en la orfebrería para hacer aretes, prendedores, cadenas y collares (Neita et al., 2006) así como de forma ornamental mediante la elaboración de cuadros, llaveros, ceniceros, amuletos e inclusiones sintéticas o encapsulados que son vendidos principalmente a los turistas (Amat-García et al., 2005).

Por otra parte, actualmente crece sobremanera la venta de escarabajos Dynastinae, esto se debe principalmente al tamaño, rareza y/o belleza única de estas especies (por ejemplo, especies de los géneros *Dynastes*, *Megasoma* y *Golofa*), que son de los más adquiridos por los coleccionistas (Morón, 2004). Hecho que pone en riesgo las poblaciones de éstas especies, sin embargo, como alternativa ha surgido la implementación de criaderos, que tienen como finalidad la conservación y protección de estos escarabajos y a la vez la venta legal de los mismos (Amat-García et al., 2005).

### **3.7 Métodos de colecta**

Para la colecta de escarabajos dynastinos existen dos métodos: método directo y método indirecto (Bautista et al., 2004; Amat-García et al., 2005; Solís, 2005; Lawrence y Slipinski, 2013). A continuación, se describen brevemente:

#### **3.7.1 Método directo**

Este método consiste en capturar a los escarabajos con ayuda de una red aérea, pinzas, frascos, o directamente con las manos. También, se puede utilizar una pala, hacha u otras herramientas que sirvan para cavar (Bautista et al., 2004). Se busca sobre y debajo de la hojarasca, debajo de piedras, en el suelo, en flores y frutos, sobre árboles, dentro de troncos y tocones en descomposición, en detritus de hormigas y debajo del alumbrado público (Guzmán-Vásquez, 2016).

#### **3.7.2 Método indirecto**

Se basa en el uso de trampas, que pueden o no, incluir atrayentes (Morón y Terrón, 1988; Morón, 2004).

##### **3.7.2.1 Trampa de luz tipo pantalla**

Básicamente consiste en usar lámparas de luz fluorescente blanca o ultravioleta o de vapor de mercurio conectadas a un generador de energía. Se coloca una manta blanca

enfrente de las lámparas para que los escarabajos sean atraídos hacia ella. También se recomienda usar una manta extra tendida sobre el suelo para incrementar el reflejo de la luz y para no perder de vista a los escarabajos que caen al suelo (Bautista et al., 2004; Solís, 2005).

#### Trampa de intercepción de vuelo

Se utiliza una malla fina de color verde o negro, más o menos rectangular con el margen angosto y reforzado con pequeños ojillos o con lasos para sujetar la malla a tubos de aluminio, los cuales se clavan en el suelo. La malla puede ser de tela mosquitera o de otro material parecido. En el suelo se colocan recipientes rectangulares de poca profundidad con agua o alcohol y unas gotas de detergente para romper la tensión superficial y que los insectos se hundan (Solís, 2005).

### **3.8 Modelo digital de elevación**

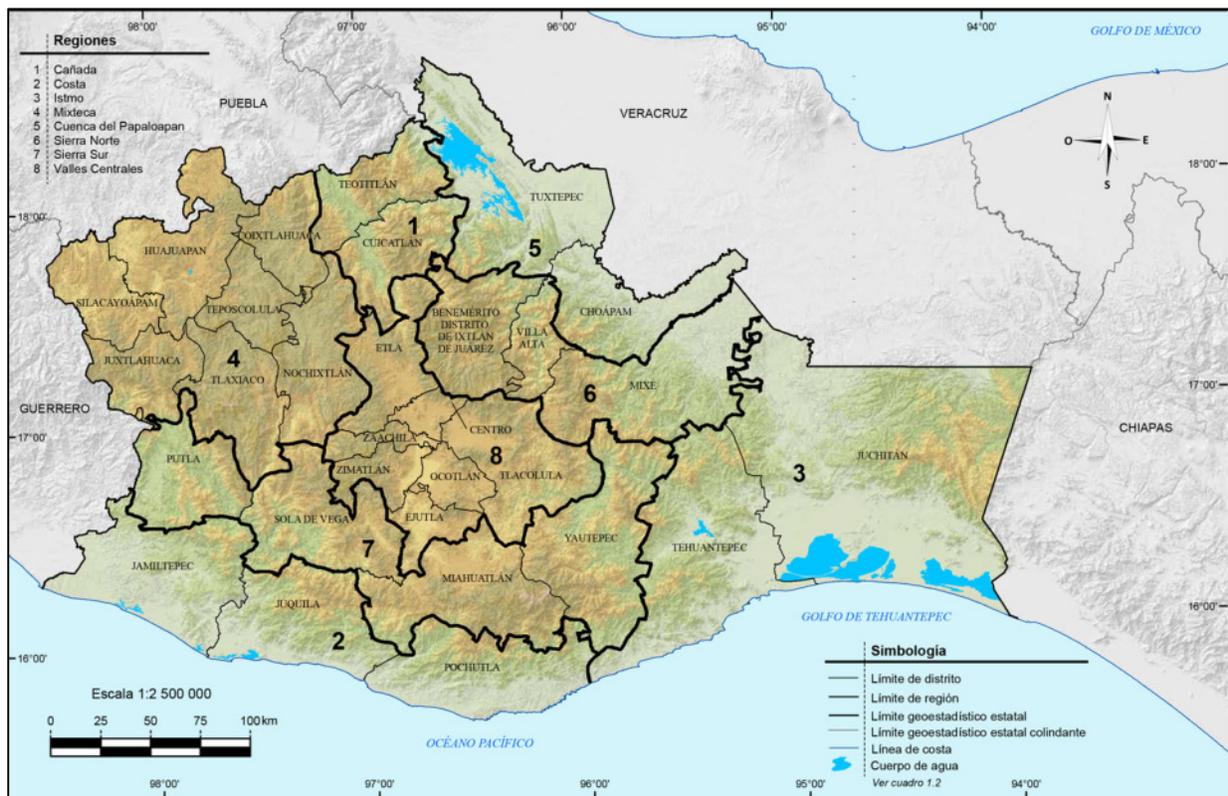
Un Modelo Digital de Elevación (MDE) es la representación digital de la distribución espacial de la altitud de la superficie terrestre en una región determinada (Vílchez, 2000; Sala et al., 2014). En otras palabras, los MDE son modelos computacionales que contienen datos georreferenciados en un sistema de proyección cartográfica que representan numéricamente la distribución continua de la altitud de la superficie del terreno (Pérez y François, 2009; Quintero et al., 2009). Los MDE son llamados modelos porque utilizan algoritmos matemáticos para poder modelar automáticamente los datos altitudinales y así lograr analizar la superficie terrestre en un modelo en tres dimensiones (Pérez y François, 2009).

Además, estos modelos son productos del análisis fotogramétrico digital de fotografías aéreas o imágenes satelitales y se pueden aplicar en diferentes campos de estudio, tales como la geografía, la hidrología, la ecología, los estudios de impacto ambiental y la cartografía en general (Méndez y Jiménez, 2012).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Descripción del área de estudio

El estado de Oaxaca se ubica en la región sureste de México, entre las coordenadas 18° 40' 11" y 15° 39' 26" de latitud norte; 93° 52' 03" y 98° 33' 10" de longitud oeste. Colinda al norte con los estados de Puebla y Veracruz, al sur con el Océano Pacífico, al este con Chiapas y al oeste con Guerrero. Tiene una superficie territorial de 95 364 km<sup>2</sup>, equivalente al 4.8% de la superficie total del país (García-Mendoza et al., 2004; INEGI, 2016). Se subdivide en ocho regiones geoeconómicas, estas a su vez en 30 distritos, 570 municipios (Anexo 2; Figura 7) y más de 10 000 localidades. Su nombre proviene del náhuatl *huaxyacac*, que significa "en la nariz de los guajes" (García-Mendoza et al., 2004).



**Figura 7.** Regiones geoeconómicas y distritos del estado de Oaxaca, México (INEGI, 2016).

#### 4.1.1 Tipos de vegetación

García-Mendoza et al. (2004) mencionan que en Oaxaca se encuentran 26 tipos de vegetación. Mientras que, de acuerdo a la clasificación propuesta por Rzedowski (1978) estos corresponden a 18 tipos de asociaciones vegetales (cuadro 6). Datos proporcionados por el INEGI (2016b) señalan que únicamente el 23% (2 131 731.97 hectáreas) de la superficie estatal está cubierta por vegetación natural, distribuida en: bosque (9.2%), selva (13.1%), vegetación hidrófila (0.2%), pastizal (0.1%), matorral (0.4%), otros tipos de vegetación (0.1%). El 77% restante corresponde principalmente a terrenos antropizados, destinados a las zonas urbanas, la agricultura y la ganadería (pastizales inducidos), en menor proporción a bosques cultivados, áreas sin vegetación, cuerpos de agua y vegetación secundaria.

**Cuadro 6.** Tipos de vegetación presentes en Oaxaca, México de acuerdo con Rzedowski (1978) y García-Mendoza et al. (2004).

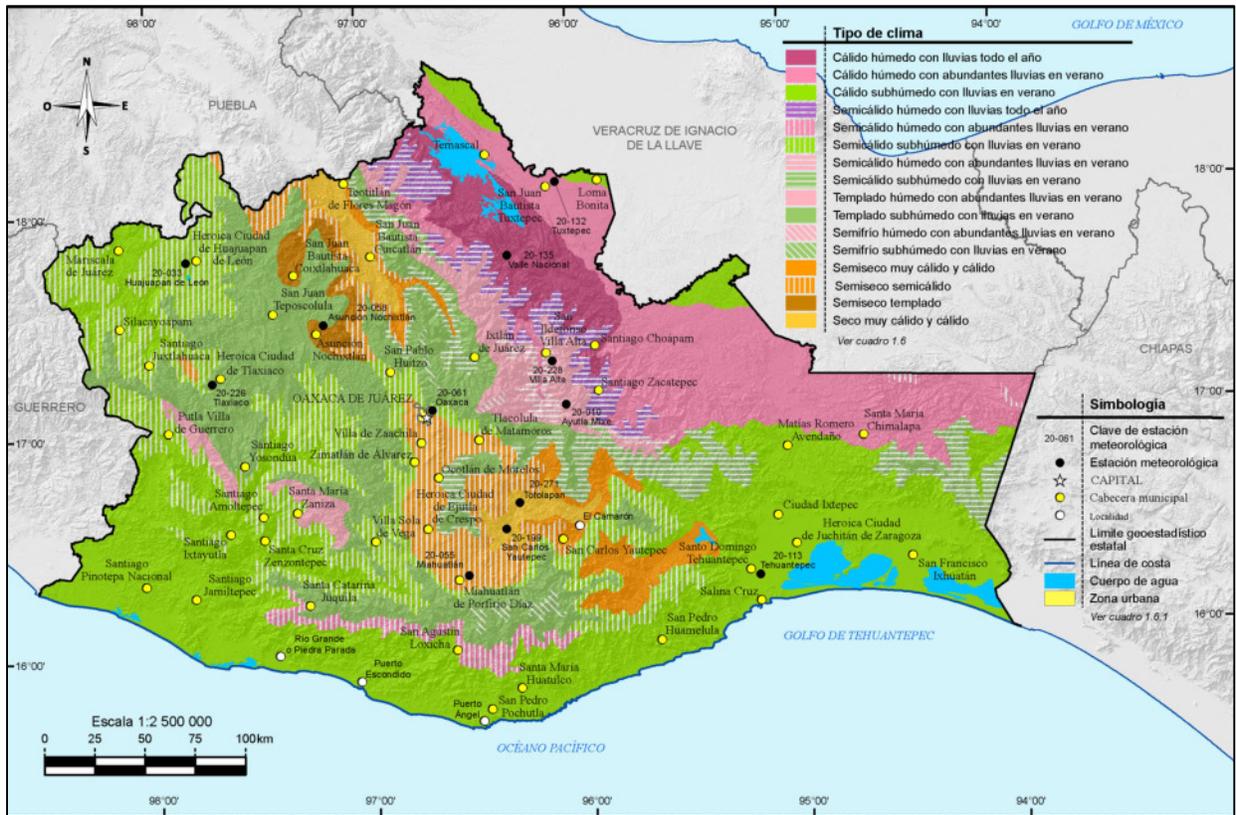
| <b>Rzedowski, 1978</b>          | <b>García-Mendoza et al. 2004</b>    |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| Bosque de Abies                 | Bosque de abetos u oyameles          |
| Matorral de <i>Juniperus</i>    | Bosque de enebros                    |
| Bosque mesófilo de montaña      | Bosque caducifolio                   |
| Bosque mesófilo de montaña      | Bosque Mesófilo de montaña           |
| Bosque de <i>Quercus</i>        | Encinares                            |
| Bosque de <i>Pinus</i>          | Pinares                              |
| Matorral xerófilo               | Cardonales y tetecheras              |
| Matorral xerófilo               | Chaparral                            |
| Matorral xerófilo               | Matorral espinoso                    |
| Matorral xerófilo               | Izotal                               |
| Bosque tropical perennifolio    | Selva alta perennifolia              |
| Bosque tropical subcaducifolio  | Selva alta o mediana subcaducifolia  |
| Bosque tropical perennifolio    | Selva alta o mediana subperennifolia |
| Bosque tropical caducifolio     | Selva baja caducifolia               |
| Bosque espinoso                 | Selva baja espinosa caducifolia      |
| Bosque tropical caducifolio     | Selva mediana caducifolia            |
| Manglar                         | Manglar                              |
| Popal                           | Popal                                |
| Tular y carrizal                | Tular y carrizal                     |
| Vegetación flotante y sunergida | Vegetación flotante y sumergida      |
| Bosque de galería               | Bosque de galería                    |
| Palmar                          | Palmar                               |
| Pastizal                        | Pastizal                             |
| Pastizal                        | Sabana                               |
| Vegetación halófila             | Vegetación de dunas costeras         |
| Vegetación halófila             | Agrupaciones de halófitos            |

#### 4.1.2 Clima

De acuerdo con el INEGI (2016a, 2016b) en el estado de Oaxca se encuentran 16 tipos de climas (Cuadro 7; Figura 8). El 47% del territorio oaxaqueño presenta clima cálido subhúmedo localizado en toda la zona costera y hacia el este; 22%, cálido húmedo localizado sobre todo en la región norte; 16%, templado húmedo en las partes altas orientales de los cerros Volcán Prieto y Humo Grande; 11%, seco y semiseco en la región centro-sur y noroeste; en el resto hay clima templado subhúmedo hacia el sur y noroeste en zonas con altitudes entre 2000 y 3000 msnm. La temperatura media anual en Oaxaca es de 22° C. La precipitación promedio anual es de 1550 mm, con lluvias principalmente en verano.

**Cuadro 7.** Superficie estatal por tipo de clima en Oaxaca, México (Modificado de INEGI, 2016a).

| Tipo de suelo                                      | Símbolo | Porcentaje % |
|--|---------|--------------|
| Cálido húmedo con lluvias todo el año              | Af      | 4.28         |
| Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano     | Am      | 12.76        |
| Cálido subhúmedo con lluvias en verano             | A(w)    | 29.85        |
| Semicálido húmedo con lluvias todo el año          | (A)C(f) | 2.28         |
| Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano | A(C)m   | 1.42         |
| Semicálido subhúmedo con lluvias en verano         | A(C)w   | 13.53        |
| Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano | (A)C(m) | 0.72         |
| Semicálido subhúmedo con lluvias en verano         | (A)C(w) | 4.74         |
| Templado húmedo con abundantes lluvias en verano   | C(m)    | 3.67         |
| Templado subhúmedo con lluvias en verano           | C(w)    | 15.51        |
| Semifrío subhúmedo con lluvias en verano           | C(E)(m) | 0.07         |
| Semiseco semicálido                                | C(E)(w) | 0.40         |
| Semiseco muy cálido y cálido                       | BS1(h') | 2.68         |
| Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano   | BS1h    | 5.35         |
| Semiseco templado                                  | BS1k    | 0.94         |
| Seco muy cálido y cálido                           | BS0(h') | 1.80         |



**Figura 8.** Localización de los principales tipos de clima que predominan en Oaxaca, México (INEGI, 2016a).

#### 4.1.3 Suelos

García-Mendoza et al. (2004) mencionan que en Oaxaca se encuentran 16 tipos de suelos: Acrisol, Arenosol, Cambisol, Castañozem, Feozem, Fluvisol, Gleysol, Litosol, Luvisol, Nitosol, Planosol, Regosol Rendzina, Solonchak, Vertisol y Xerosol. Sin embargo, el INEGI (2016a) reporta únicamente a 13 grupos de suelos dominantes en el estado: Acrisol, Calcisol, Cambisol, Fluvisol, Gleysol, Leptosol, Luvisol, Phaeozem, Planosol, Regosol, Solonchak, Umbrisol y Vertisol (Figura 9).



## 4.2 Obtención de ejemplares y métodos de colecta

Los ejemplares estudiados se obtuvieron mediante la revisión de material depositado en colecciones y colectas complementarias realizadas en diferentes sitios del estado de Oaxaca durante el periodo septiembre 2016 - abril 2018.

### 4.2.1 Colecciones revisadas

Se revisaron los ejemplares depositados en las siguientes colecciones entomológicas:

- CECIIDIR: Colección Entomológica del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca (Santa Cruz Xoxocotlán, Oax.)
- CIITVO: Colección de Insectos del ITVO (Nazareno Xoxocotlán, Oax.)
- CICOLPOS: Colección de Insectos del Colegio de Postgraduados (Montecillo, Texcoco, Edo. Mex.) (Figura 10)
- CJHC: Colección Julián Hernández Cruz (Reyes Mantecón, Oax.)
- CHMGV: Colección Hector M. Guzmán Vásquez (Villa de Zaachila, Oax.)



**Figura 10.** Colección entomológica del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo.

#### 4.2.2 Métodos de colecta

Para las colectas se utilizaron dos métodos, el método directo y el indirecto (Bautista et al., 2004; Amat-García et al., 2005; Solís, 2005; Lawrence y Slipinski, 2013):

- **Método directo:** consistió en colectas manuales, se buscó sobre y de bajo de hojarasca, en troncos y tocones podridos, en detritus de hormigas, en fruta y sobre las flores, también se realizaron recorridos nocturnos para buscar debajo del alumbrado público.
- **Método indirecto:** se utilizó una trampa de luz tipo pantalla (Figura 11), que consistió de un tubo de luz negra (UV) conectado a una fuente de energía. La trampa actuó de las 19:00 – 7:00 h, durante tres días del período de luna nueva (noches más oscuras) en una localidad distinta cada mes. En la localidad de Tlanichico y Villa de Zaachila, se colocaron dos carpotrampas cebadas con fruta fermentada durante la primera semana de cada mes de septiembre a noviembre de 2016.

Los escarabajos colectados se conservaron en frascos con alcohol etílico al 70%. Se etiquetaron, y se resguardaron en la colección entomológica del CIIDIR-Oaxaca para su posterior tratamiento.



**Figura 11.** Trampa de luz negra tipo pantalla colocada en bosque de pino-encino en Santa Cruz Itundujía, Oaxaca.

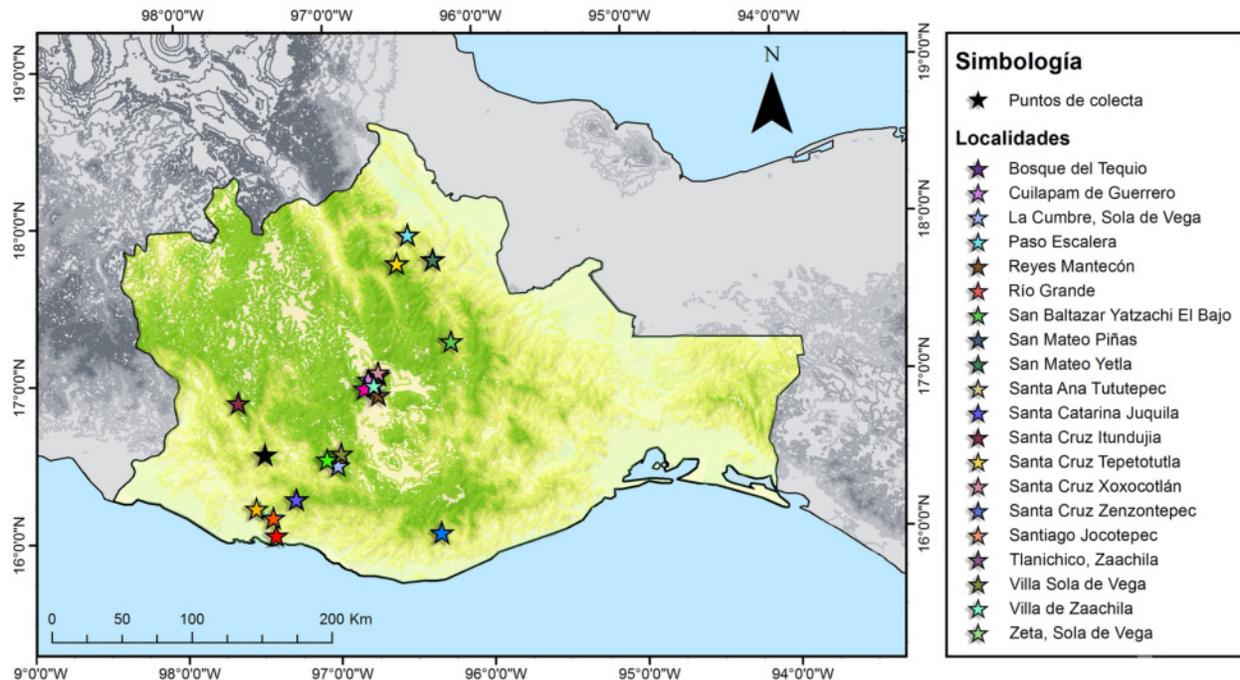
### 4.3 Localidades muestreadas

Se realizaron colectas en 20 localidades, que pertenecen a cinco regiones del estado de Oaxaca, México (Cuadro 8; Figura 12).

**Cuadro 8.** Localidades muestreadas entre septiembre de 2016 y abril de 2018 en diferentes regiones del estado de Oaxaca, México.

| Localidad o municipio               | Región              | Tipo de vegetación<br>( <i>Sensu</i> Rzedowski, 1978)    | Altitud<br>(msnm) | Coordenadas                    | Método/<br>Técnica |
|-------------------------------------|---------------------|--|-------------------|--------------------------------|--------------------|
| Cuilapam de Guerrero                | Valles<br>Centrales | Vegetación secundaria                                    | 1553              | 16° 58' 20" N<br>96° 46' 48" O | CM                 |
| El Tequio, Santa Cruz<br>Xoxocotlán | Valles<br>Centrales | Vegetación secundaria                                    | 1528              | 17° 00' 47" N<br>96° 43' 04" O | TL                 |
| La Cumbre, Sola de Vega             | Sierra Sur          | Bosque de <i>Pinus</i>                                   | 2175              | 16° 27' 14" N<br>97° 0' 12" O  | TL                 |
| Paso Escalera, Usila                | Papaloapam          | Bosque tropical<br>perennifolio                          | 100               | 17° 55' 11" N<br>96° 29' 04" O | TL                 |
| Reyes Mantecón                      | Valles<br>Centrales | Área urbana  | 1524              | 16° 54' 24" N<br>96° 43' 26" O | CM                 |
| Río Grande, Juquila                 | Costa               | Bosque tropical caducifolio                              | 28                | 16° 00' 49" N<br>97° 26' 30" O | TL<br>CM           |
| San Baltazar Yatzachi el<br>Bajo    | Sierra Norte        | Bosque tropical caducifolio<br>y Bosque de <i>Pinus</i>  | 1575              | 17° 13' 17" N<br>96° 13' 05" O | TL<br>CM           |
| San Mateo Piñas                     | Costa               | Bosque tropical<br>subcaducifolio                        | 803               | 15° 59' 18" N<br>96° 19' 34" O | TL<br>CM, CT       |
| San Mateo Yetla                     | Papaloapam          | Bosque tropical<br>perennifolio                          | 117               | 17° 45' 25" N<br>96° 19' 03" O | TL<br>CM           |
| Santa Ana Tututepec                 | Costa               | Bosque tropical caducifolio                              | 442               | 16° 10' 53" N<br>97° 31' 50" O | TL                 |
| Santa Catarina Juquila              | Costa               | Bosque de <i>Pinus</i>                                   | 1442              | 16° 14' 15" N<br>97° 17' 35" O | CM                 |
| Santa Cruz Itundujia                | Sierra Sur          | Bosque de <i>Pinus</i>                                   | 2205              | 16° 52' 44" N<br>97° 38' 13" O | TL<br>CM           |
| Santa Cruz Tepetotutla              | Papaloapam          | Bosque tropical<br>perennifolio                          | 1157              | 17° 44' 21" N<br>96° 33' 29" O | CM<br>TL           |
| Santa Cruz Xoxocotlán               | Valles<br>Centrales | Vegetación secundaria y<br>área urbana                   | 1532              | 17° 01' 44" N<br>96° 43' 19" O | CM<br>TL           |
| Santa Cruz Zenzontepec              | Sierra Sur          | Bosque tropical caducifolio                              | 974               | 16° 32' 00" N<br>97° 29' 43" O | TL                 |
| Santiago Jocotepec                  | Costa               | Bosque tropical caducifolio                              | 620               | 16° 07' 38" N<br>97° 26' 17" O | TL                 |
| Tlanichico Zaachila                 | Valles<br>Centrales | Pastizal y matorral xerófilo                             | 1589              | 16° 56' 36" N<br>96° 48' 08" O | CT                 |
| Villa de Zaachila                   | Valles<br>Centrales | Área urbana  | 1521              | 16° 57' 26" N<br>96° 44' 56" O | TL<br>CM           |
| Villa Sola de Vega                  | Sierra Sur          | Bosque tropical caducifolio                              | 1500              | 16° 31' 00" N<br>96° 59' 04" O | TL                 |
| Zeta, Sola de Vega                  | Sierra Sur          | Bosque tropical<br>subcaducifolio y bosque de<br>galería | 1599              | 16° 29' 13" N<br>97° 03' 47" O | TL                 |

Metros sobre el nivel del mar (msnm); latitud norte (N), longitud oeste (O); trampa de luz (TL), colecta manual (CM), carpotrampa (CT).



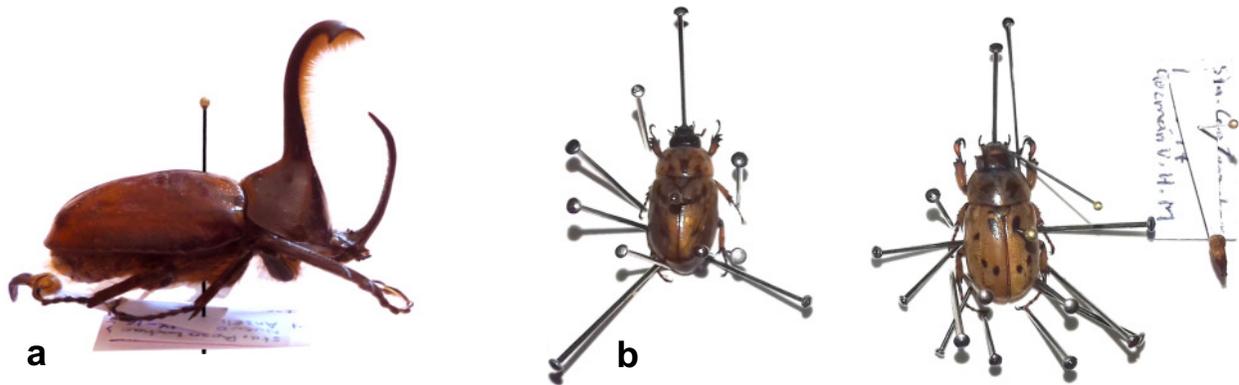
**Figura 12.** Localización de los sitios de colecta de escarabajos dynastinos en Oaxaca, México.

#### 4.4 Tratamiento taxonómico

Se revisaron en total 4218 especímenes de dynastinos. El tratamiento taxonómico consistió en la extracción de la genitalia y montaje de los ejemplares de acuerdo con las técnicas propuestas por Morón y Terrón (1984).

Para manipular adecuadamente los especímenes conservados en alcohol al 70%, fueron secados parcialmente con papel absorbente. Una vez retirado el exceso de alcohol, a cada ejemplar (macho y hembra), se le extrajo la genitalia, esto con ayuda de pinzas entomológicas del número cinco y un gancho, compuesto con un alfiler entomológico curvado en la punta y clavado en un mango de madera. En el caso de los machos, el edeago y el espículo gastrale se montaron con resistol transparente sobre triángulos de cartulina opalina y se asociaron con su respectivo ejemplar (Figura 13a). A las hembras sólo se les extrajo parcialmente las placas genitales. Posteriormente, los ejemplares se montaron con alfileres entomológicos del número tres sobre placas de unicel, sus apéndices fueron colocados de forma estética con ayuda de alfileres convencionales (Figura 13b). El acomodo de cada estructura fue fundamental para observar caracteres

diagnósticos útiles para la determinación taxonómica. Una vez que se realizó el montaje, los ejemplares se dejaron secar por tres días, después se retiraron los alfileres convencionales y los ejemplares fueron resguardados en unidades de trabajo (Figura 14) y cajas entomológicas de 36 x 48 cm.



**Figura 13.** Montaje de especímenes. a) Macho de *Golofa pizarro*; b) Hembra de *Cyclocephala lunulata* y macho de *C. sexpunctata*.

Para manipular los especímenes conservados en seco, se ablandaron sumergiendolos en agua a una temperatura de 80 °C por un periodo de 5 minutos, una vez blandos se les extrajo la genitalia y se montaron con el mismo procedimiento anterior.

La determinación taxonómica a nivel de género se realizó con las claves de Delgado et al. (2000) y Ratcliffe et al. (2013), a nivel de especie se utilizaron las de Endrödi (1985) y Ratcliffe et al. (2013). Las observaciones se realizaron con los estereo-microscopios Zeiss Stemi 508 y Velab VE S-1.



**Figura 14.** Resguardo de especímenes en unidades de trabajo.

#### **4.5 Elaboración del inventario**

Para la elaboración del inventario se realizó una revisión exhaustiva de literatura, además, se tomó como base la información proporcionada por Ratcliffe et al. (2013) y se complementó con la información generada en este estudio (colectas y revisión de colecciones). El criterio taxonómico utilizado fue el propuesto por Lawrence y Newton (1995), Ratcliffe et al. (2013) y Ratcliffe y Cave (2015).

#### **4.6 Procesamiento de imágenes**

Las imágenes de los especímenes pequeños (< 3 cm de longitud) se tomaron mediante la técnica de apilamiento de enfoque o focus stacking (Johnson, 2008) con una cámara Canon EOS Rebel-T6 adaptada a un microscopio estereoscópico Zeiss Stemi 508. El empalme y la edición se realizaron con los programas Photoshop CC 2017 e Illustrator CC 2017 (Adobe, 2017). Los especímenes medianos a grandes (3 a 7 cm de longitud) fueron fotografiados con una cámara reflex Nikon D3100 con lente 18-55mm y con una cámara digital Samsung SM-G531H.

#### **4.7 Elaboración de base de datos**

En una hoja de cálculo de Excel se capturó la información de etiqueta de los 4218 especímenes examinados. Además, se revisó la información incluida en el libro *The Dynastine Scarab Beetles of Mexico, Guatemala, and Belize* (Ratcliffe et al., 2013), de donde se obtuvieron 530 registros fiables, ya que no se consideraron aquellos registros que contenían algún tipo de inconsistencia, por ejemplo: datos muy generales o imprecisos, referidos al estado de Oaxaca o alguna región sin especificar la localidad. También, se agregó a la base un registro de *Dynastes maya* Hardy (Moctezuma y Sánchez-Huerta, 2018) y uno de *Tomarus selanderi* (Cartwright) (García-López y Deloya, 2018). Finalmente, se obtuvo una base de datos con 4750 registros de escarabajos de la subfamilia Dynastinae que se distribuyen en el estado de Oaxaca. Los datos de etiqueta fueron complementados y quedaron organizados de la siguiente manera: tribu, género, especie, autoridad taxonómica (descriptor), número de individuos, región, distrito,

municipio, localidad, fecha, colector, coordenadas geográficas (longitud y latitud), método de colecta, colección de procedencia y observaciones. Para los registros que no contenían coordenadas geográficas, estas se obtuvieron con Google Earth Pro 7.1 (Google, 2017).

## **4.8 Análisis de distribución altitudinal**

### **4.8.1 Modelo digital de elevación**

Se depuró la información de la base de datos y quedaron los siguientes campos: especie, municipio o localidad, coordenadas en grados decimales (x, y) y altitud. Este último campo se dejó vacío, ya que los valores se obtuvieron posteriormente con el modelo digital de elevación.

Para obtener la altitud exacta de cada registro se utilizó el modelo digital de elevación (MDE), el cual se descargó de la página de INEGI. En ArcMap 10.0 (ESRI, 2010) se cargó el MDE y sobre este la base de datos de Excel con los puntos X, Y. Para extraer la altitud de cada registro se utilizó la extensión Spatial Analyst tools y dentro de ésta, la herramienta Extract Values to Points. Una vez que se extrajeron los valores de altitud se guardaron en un archivo .dbf (database file) y posteriormente se convirtieron en un archivo con extensión .xlsx de Excel. Además, con el MDE y coordenadas geográficas de los registros se elaboró el mapa de distribución de las especies de escarabajos dynastinos que ocurren en Oaxaca.

### **4.8.2 Estratos altitudinales**

Con base en las altitudes obtenidas del MDE se ordenaron de menor a mayor los registros de escarabajos dynastinos y se clasificaron dentro de 15 estratos altitudinales (Figura 15). Cada estrato representó un intervalo de 200 m sucesivamente uno de otro, esto con la finalidad de obtener estimaciones precisas en los análisis de diversidad (diversidad alfa y similitud de Jaccard). Posteriormente, se elaboraron dos matrices de datos en una hoja

de cálculo de Excel. Para esto se siguió la metodología utilizada por (Soberón et al., 2005), donde se colocan valores de 1 cuando hay presencia de cierta especie dentro de un estrato y valores de 0 para indicar ausencia de la misma. La primera matriz se elaboró con base en los registros de distribución de las especies reales u observadas (DistObs), y la segunda corresponde a la distribución potencial (DistPot) de las especies observadas. Esta se elaboró con base en la primera matriz, y se le agregaron valores potenciales de 1 (\*), los cuales se colocaron en los espacios vacíos entre el registro de menor altitud al de mayor altitud (Figura 15). Además, se obtuvieron gráficas para observar la distribución de las especies de Dynastinae en los diferentes estratos altitudinales.

|    |                                | No. de Estrato Altitudinal (EA) |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----|--------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    |                                | 1                               | 2     | 3     | 4     | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     |
| 1  | ESPECIES                       | EA200                           | EA400 | EA600 | EA800 | EA1000 | EA1200 | EA1400 | EA1600 | EA1800 | EA2000 | EA2200 | EA2400 | EA2600 | EA2800 | EA3000 |
| 2  | <i>Ancognatha falsa</i>        | 1                               | 1*    | 1*    | 1*    | 1      | 1*     | 1*     | 1      | 1      | 1*     | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      |
| 3  | <i>Ancognatha quadripuncta</i> | 1                               | 1*    | 1     | 1*    | 1*     | 1*     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 0      | 0      | 0      |
| 4  | <i>Ancognatha sellata</i>      | 1                               | 1*    | 1*    | 1*    | 1*     | 1*     | 1*     | 1*     | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 5  | <i>Aspidolea fuliginea</i>     | 1                               | 1*    | 1*    | 1*    | 1*     | 1*     | 1*     | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 6  | <i>Aspidolea singularis</i>    | 1                               | 1*    | 1*    | 1     | 1      | 1*     | 1      | 1*     | 1      | 1*     | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 7  | <i>Bothynus complanus</i>      | 1                               | 1*    | 1     | 1*    | 1      | 1      | 1      | 1      | 1*     | 1*     | 1      | 1*     | 1      | 0      | 0      |
| 8  | <i>Coelosis biloba</i>         | 1                               | 1     | 1*    | 1     | 1      | 1*     | 1*     | 1*     | 1      | 1*     | 1      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 9  | <i>Cyclocephala aequatoria</i> | 1                               | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 10 | <i>Cyclocephala brevis</i>     | 1                               | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 11 | <i>Cyclocephala capitata</i>   | 1                               | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |

**Figura 15.** Matriz de datos con registros de distribución potencial de escarabajos dynastinos en Oaxaca, México.

#### 4.8.3 Análisis de diversidad

Debido a la naturaleza del presente trabajo, se utilizaron índices de diversidad no paramétricos, que se basan en datos de presencia-ausencia. Los índices más confiables o robustos para este caso son la riqueza específica como medida de diversidad alfa, el índice de similitud de Jaccard para la diversidad beta y el número total de especies presentes en la región como medida de diversidad gamma (Moreno, 2001; Villarreal et al., 2004).

#### 4.8.3.1 Diversidad alfa

El valor de diversidad alfa se tomó como la riqueza específica, que en este caso consiste en el número de especies presentes en cada rango o estrato altitudinal (Moreno, 2001; Villarreal et al., 2004).

#### 4.8.3.2 Diversidad beta

Se analizaron las matrices de datos con el programa estadístico Past 3.18 (Hammer et al., 2001), en el cual se estimó el índice de Jaccard con el algoritmo UPGMA y se obtuvieron dos dendogramas de similitud entre estratos altitudinales (EA). El primer dendograma muestra la similitud de los EA de las especies observadas, mientras que el segundo muestra la similitud entre EA de la distribución potencial de las especies observadas. Por otra parte, el índice de Jaccard, se basa en datos cualitativos y es una medida inversa de la diversidad beta, ya que beta muestra el recambio de especies entre dos muestras (disimilitud). No obstante, a partir de un valor de similitud (s) resulta relativamente fácil calcular la disimilitud (d) entre las muestras:  $d = 1 - s$ . En este caso el índice de similitud de Jaccard muestra que tan parecidos son entre cada uno de ellos los EA, sus valores varían entre 0-1 e indican que la similitud es menor cuando el valor se acerca a 0 y es alta cuando se acerca a 1 (Moreno, 2001; Villarreal et al., 2004; Martella et al., 2012).

#### 4.8.3.3 Diversidad gamma

La diversidad gamma se define como el número total de especies presentes en una región, que en este caso se tomó como el número total de especies presentes en Oaxaca (Moreno, 2001; Villarreal et al., 2004).

## V. RESULTADOS

### 5.1 Composición faunística

Se obtuvieron 4750 registros que pertenecen a 95 especies, 21 géneros y 6 tribus de escarabajos de la subfamilia Dynastinae (Coleoptera: Scarabaeidae) con distribución en el estado de Oaxaca, México.

#### 5.1.1 Lista comentada de especies

##### Subfamilia Dynastinae

##### Tribu Cyclocephalini

##### *Ancognatha* Erichson, 1847

##### *Ancognatha falsa* Arrow, 1911

**Distribución en México:** Chiapas, Edo. de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo, Mixteca, Valles Centrales, Sierra Norte, Sierra Sur y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 70-2600 msnm.

##### *Ancognatha quadripunctata* Bates, 1888

**Distribución en México:** Chihuahua, Colima, Ciudad de México, Durango, Edo. de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Sierra Norte, Sierra Sur, Papaloapan y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 80-2250 msnm.

##### *Ancognatha sellata* Arrow, 1911

**Distribución en México:** Chiapas y Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Papaloapan y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 80-1650 msnm.

***Aspidolea* Bates, 1888**

***Aspidolea fuliginea* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1500 msnm.

***Aspidolea singularis* Bates, 1888**

**Distribución en México:** Chiapas, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Istmo, Papaloapan y Sierra Norte.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 60-2050 msnm.

***Cyclocephala* Dejean, 1821**

***Cyclocephala aequatoria* Endrödi, 1963**

**Distribución en México:** Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 20-200 msnm.

***Cyclocephala brevis* Höhne, 1923**

**Distribución en México:** Chiapas, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-100 msnm.

***Cyclocephala capitata* Höhne, 1923**

**Distribución en México:** Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca y Sinaloa.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa e Istmo.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-200 msnm.

***Cyclocephala cerea* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-200 msnm.

***Cyclocephala comata* Bates, 1888 \*Nuevo registro**

**Distribución en México:** Durango, Edo. de México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, San Luis Potosí y Tamaulipas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Sierra Sur y Valles Centrales

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1400-1660 msnm.

***Cyclocephala complanata* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Morelos, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 600-1450 msnm.

***Cyclocephala concolor* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas y Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Papaloapan y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 40-1820 msnm.

***Cyclocephala confusa* Endrödi, 1966**

**Distribución en México:** Chiapas y Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-90 msnm.

***Cyclocephala curta* Bates, 1888**

**Distribución en México:** Chiapas, Colima, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-900 msnm.

***Cyclocephala deceptor* Casey, 1915**

**Distribución en México:** Aguascalientes, Chiapas, Colima, Durango, Edo. de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2100 msnm.

***Cyclocephala discolor* (Herbst, 1792)**

**Distribución en México:** Chiapas, Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-850 msnm.

***Cyclocephala forcipulata* Howden and Endrödi, 1966**

**Distribución en México:** Durango, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca y Sinaloa.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1300-1500 msnm.

***Cyclocephala freudei* Endrödi, 1963**

**Distribución en México:** Colima, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-650 msnm.

***Cyclocephala fulgurata* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Ciudad de México, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Sierra Norte.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1608 msnm.

***Cyclocephala gravis* Bates, 1888**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Guanajuato, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1000 msnm.

***Cyclocephala guttata* Bates, 1888**

**Distribución en México:** Chiapas, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-80 msnm.

***Cyclocephala jalapensis* Casey, 1915**

**Distribución en México:** Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Querétaro y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Papaloapan y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 80-1550 msnm.

***Cyclocephala laminata* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Durango y Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-80 msnm.

***Cyclocephala larssoni* Endrödi, 1964**

**Distribución en México:** Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca y Sonora.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo, Sierra Norte y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2040 msnm.

***Cyclocephala lunulata* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Aguascalientes, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Coahuila, Colima, Ciudad de México, Edo. de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2040 msnm.

***Cyclocephala mafaffa* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Aguascalientes, Chiapas, Colima, Durango, Edo. de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Istmo, Papaloapan, Sierra Norte y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2030 msnm.

***Cyclocephala melanocephala* (Fabricius, 1775)**

**Distribución en México:** Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Colima, Ciudad de México, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Costa, Istmo, Papaloapan, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1820 msnm.

***Cyclocephala mesophylla* Mora-Aguilar and Delgado, 2012**

**Distribución en México:** Chiapas, Oaxaca y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Sierra Norte.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1750 msnm.

***Cyclocephala multiplex* Casey, 1915**

**Distribución en México:** Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo, Papaloapan y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1400 msnm.

***Cyclocephala ovulum* Bates, 1888**

**Distribución en México:** Chiapas, Guerrero, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sinaloa y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Papaloapan y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-650 msnm.

***Cyclocephala picta* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Papaloapan y Sierra Norte.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1600 msnm.

***Cyclocephala sanguinicollis* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Hidalgo, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-990 msnm.

***Cyclocephala sexpunctata* Laporte, 1840**

**Distribución en México:** Chiapas, Colima, Edo. de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Papaloapan, Sierra Norte y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2030 msnm.

***Cyclocephala sparsa* Arrow, 1902**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Edo. de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa e Istmo.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 450-990 msnm.

***Cyclocephala* sp. 1**

**Distribución en México:** Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 440 msnm.

***Cyclocephala* sp. 2**

**Distribución en México:** Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1520 msnm.

***Cyclocephala stictica* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Edo. de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Costa, Istmo, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2030 msnm.

***Cyclocephala weidneri* Endrödi, 1964**

**Distribución en México:** Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Papaloapan, Sierra Norte y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2030 msnm.

***Dyscinetus* Harold, 1869**

***Dyscinetus dubius* (Olivier, 1789)**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Ciudad de México, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo, Papaloapan y Sierra Norte.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1600 msnm.

***Dyscinetus laevipunctatus* Bates, 1888**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Coahuila, Colima, Ciudad de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo, Papaloapan y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-800 msnm.

***Stenocrates* Burmeister, 1847**

***Stenocrates bicarinatus* Robinson, 1947**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-50 msnm.

***Stenocrates canuli* Delgado, 1991**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-50 msnm.

***Stenocrates duplicatus* Endrödi, 1967**

**Distribución en México:** Chiapas, Jalisco, Oaxaca y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-50 msnm.

**Tribu Pentodontini**

***Bothynus* Hope, 1837**

***Bothynus complanus* (Burmeister, 1847)**

**Distribución en México:** Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Tabasco y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2520 msnm.

***Euetheola* Bates, 1888**

***Euetheola bidentata* (Burmeister, 1847)**

**Distribución en México:** Chiapas, Hidalgo, Morelos, Oaxaca, Tamaulipas y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Istmo y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-800 msnm.

***Orizabus* Fairmaire, 1878**

***Orizabus batesi* Prell, 1914**

**Distribución en México:** Chihuahua, Durango, Edo. de México, Morelos, Nayarit, Oaxaca y Sinaloa.

**Distribución por región en Oaxaca:** Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1550 msnm.

***Orizabus clunalis* (LeConte, 1856)**

**Distribución en México:** Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Ciudad de México, Durango, Edo. de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Mixteca, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 450-2350 msnm.

***Orizabus delgadoi* Ratcliffe and Cave, 2010**

**Distribución en México:** Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Sierra Norte (Cerro Zempoaltepetl).

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 3000 msnm.

***Orizabus fairmairei* (Bates, 1888)**

**Distribución en México:** Coahuila, Ciudad de México, Durango, Edo. de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1550 msnm.

***Orizabus isodonoïdes* Fairmaire, 1878**

**Distribución en México:** Chihuahua, Ciudad de México, Durango, Edo. de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sonora, Veracruz y Zacatecas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1540 -2340 msnm.

***Orizabus rawlinsi* Dechambre, 1993**

**Distribución en México:** Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1550 msnm.

***Orizabus* sp. 1**

**Distribución en México:** Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 2250 msnm.

***Orizabus subaziro* Ratcliffe, 1994**

**Distribución en México:** Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 450-1550 msnm.

***Tomarus* Erichson, 1847**

***Tomarus bituberculatus* (Palisot de Beauvois, 1811)**

**Distribución en México:** Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Papaloapan y Sierra Norte.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-60 msnm.

***Tomarus cicatricosus* (Prell, 1937)**

**Distribución en México:** Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada e Istmo.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-650 msnm.

***Tomarus ebenus* (De Geer, 1774)**

**Distribución en México:** Chiapas, Ciudad de México, Nayarit, Oaxaca, Tabasco y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 50 msnm.

***Tomarus laevicollis* (Bates, 1888)**

**Distribución en México:** Baja California Sur, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa e Istmo.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-440 msnm.

***Tomarus nasutus* (Burmeister, 1847)**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1660 msnm.

***Tomarus sallaei* (Bates, 1888)**

**Distribución en México:** Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Ciudad de México, Durango, Edo. de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2250 msnm.

***Tomarus selanderi* (Cartwright, 1959)**

**Distribución en México:** Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, and Sonora.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 200 msnm.

**Tribu Oryctini**

***Coelosis* Hope, 1837**

***Coelosis biloba* (Linnaeus, 1767)**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Ciudad de México, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo, Papaloapan, Sierra Norte y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2030 msnm.

***Enema* Hope, 1837**

***Enema endymion* Chevrolat, 1843**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Costa, Istmo, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1800 msnm.

***Enema pan* (Fabricius, 1775)**

**Distribución en México:** Chiapas, Hidalgo, Nayarit, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Papaloapan y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1550 msnm.

***Heterogomphus* Burmeister, 1847**

***Heterogomphus chevrolati* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Edo. de México, Guerrero, Hidalgo, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2460 msnm.

***Heterogomphus flohri* (Kolbe, 1906)**

**Distribución en México:** Chiapas, Edo. de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo, Mixteca y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1650 msnm.

***Strategus* Kirby, 1828**

***Strategus aloeus* (Linnaeus, 1758)**

**Distribución en México:** Aguascalientes, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Ciudad de México, Durango, Edo. de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2340 msnm.

***Strategus hipposiderus* Ratcliffe, 1976**

**Distribución en México:** Chiapas, Oaxaca y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 200-1430 msnm.

***Strategus jugurtha* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Sinaloa y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-800 msnm.

***Strategus longichomperus* Ratcliffe, 1976**

**Distribución en México:** Chiapas, Oaxaca, Tamaulipas y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 200 msnm.

***Xyloryctes* Hope, 1837**

***Xyloryctes corniger* Bates, 1888**

**Distribución en México:** Chiapas, Coahuila, Ciudad de México, Durango, Edo. de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Veracruz y Zacatecas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Costa y Sierra Norte.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1080-2020 msnm.

***Xyloryctes ensifer* Bates, 1888**

**Distribución en México:** Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Ciudad de México, Durango, Edo. de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Mixteca, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1540-2340 msnm.

***Xyloryctes furcatus* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Edo. de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Costa, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1880 msnm.

***Xyloryctes lobicollis* Bates, 1888**

**Distribución en México:** Chiapas, Ciudad de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Istmo, Sierra Norte y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1880

***Xyloryctes telephus* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Ciudad de México, Edo. de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2900 msnm.

***Xyloryctes teuthras* Bates, 1888**

**Distribución en México:** Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Costa, Sierra Norte y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 580-2090 msnm.

***Xyloryctes thestalus* Bates, 1888**

**Distribución en México:** Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Ciudad de México, Durango, Edo. de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2250 msnm.

**Tribu Phileurini**

***Hemiphileurus* Kolbe, 1910**

***Hemiphileurus dejeani* (Bates, 1888)**

**Distribución en México:** Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 80-1350 msnm.

***Hemiphileurus flohri* (Kolbe, 1910)**

**Distribución en México:** Guerrero, Jalisco, Oaxaca y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 1000-1550 msnm.

***Hemiphileurus laevicauda* (Bates, 1888)**

**Distribución en México:** Chiapas, Guerrero, Morelos y Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 60 msnm.

***Hemiphileurus microps* (Burmeister, 1847)**

**Distribución en México:** Chiapas, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 80 msnm.

***Homophileurus* Kolbe, 1910**

***Homophileurus tricuspis* Prell, 1914**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 100-400 msnm.

***Phileurus* Latreille, 1807**

***Phileurus didymus* (Linnaeus, 1758)**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2080 msnm.

***Phileurus truncatus* (Palisot de Beauvois, 1807)**

**Distribución en México:** Chiapas, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Costa, Papaloapan y Sierra Norte.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 80-1600 msnm.

***Phileurus valgus* (Olivier, 1789)**

**Distribución en México:** Chiapas, Ciudad de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-630 msnm.

***Phileurus voirinae* Endrödi, 1985**

**Distribución en México:** Chiapas, Oaxaca y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-210 msnm.

**Tribu Agaocephalini**

***Spodistes* Burmeister, 1847**

***Spodistes mniszehi* (Thomson, 1860)**

**Distribución en México:** Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Costa, Istmo y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 80-1200 msnm.

***Spodistes monzoni* Warner, 1992**

**Distribución en México:** Chiapas, Guerrero y Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 90-1680 msnm.

**Tribu Dynastini**

***Dynastes* MacLeay, 1819**

***Dynastes hyllus* Chevrolat, 1843**

**Distribución en México:** Edo. de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 860-2870 msnm.

***Dynastes maya* Hardy, 2003**

**Distribución en México:** Chiapas y Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Istmo.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 904 msnm.

***Golofa* Hope, 1837**

***Golofa incas* Hope, 1837**

**Distribución en México:** Chiapas y Oaxaca.

**Distribución por región en Oaxaca:** Mixteca.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 2347 msnm.

***Golofa pizarro* Hope, 1837**

**Distribución en México:** Chiapas, Coahuila, Colima, Ciudad de México, Durango, Edo. de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Costa, Istmo, Mixteca, Papaloapan, Sierra Norte, Sierra Sur y Valles Centrales.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-2330 msnm.

***Golofa pusilla* Arrow, 1911**

**Distribución en México:** Colima, Edo. de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, San Luis, Potosí, Sinaloa y Sonora.

**Distribución por región en Oaxaca:** Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 800 msnm.

***Golofa tersander* Burmeister, 1847**

**Distribución en México:** Chiapas, Edo. de México, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa y Veracruz.

**Distribución por región en Oaxaca:** Cañada, Istmo y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1200 msnm.

***Megasoma* Kirby, 1825**

***Megasoma elephas* (Fabricius, 1775)**

**Distribución en México:** Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, Istmo y Papaloapan.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-1481 msnm.

***Megasoma occidentale* Bolívar y Pieltain, Jiménez-Asúa & Martínez, 1963**

**Distribución en México:** Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca y Sinaloa.

**Distribución por región en Oaxaca:** Costa, istmo y Sierra Sur.

**Distribución altitudinal en Oaxaca:** 0-980 msnm.

### 5.1.2 Especies endémicas

De acuerdo con la información proporcionada por Ratcliffe et al. (2013), son tres las especies de Dynastinae con distribución restringida a Oaxaca, estas pertenecen al género *Orizabus*, tribu Pentodontini: *Orizabus delgadoi* Ratcliffe and Cave, 2010 que sólo se conoce del cerro Zempoaltepetl, se ha encontrado en julio; *Orizabus rawlinsi* Dechambre, 1993 sólo se tienen datos de Llano Verde 2 km al noroeste de la capital, se ha colectado en el mes de julio; y *Orizabus subaziro* Ratcliffe, 1994 únicamente se ha reportado de Candelaria Loxicha, se puede encontrar de mayo a julio.

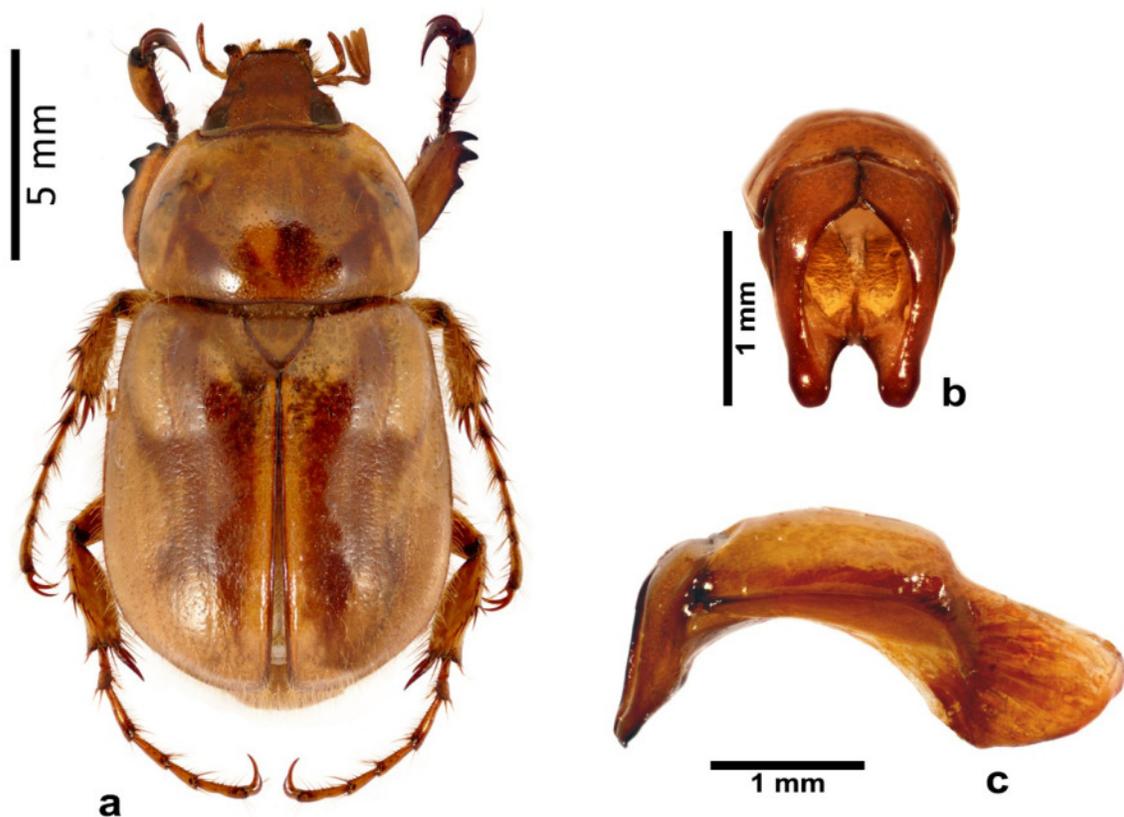
### 5.1.3 Nuevas especies

Se colectaron cuatro individuos, tres del género *Cyclocephala* y uno de *Orizabus*, que no pertenecen a ninguna de las especies conocidas, por lo que se asume que son especies no descritas para la ciencia, sin embargo, se necesita colectar un mayor número de ejemplares (principalmente machos) para realizar correctamente la descripción, ya que en

el caso de *Cyclocephala* sólo se colectaron hembras de dos morfoespecies y en el caso de *Orizabus*, únicamente se colectó un macho.

#### 5.1.4 Primer registro de *Cyclocephala comata* para Oaxaca, México

Se reporta por primera vez la presencia de *Cyclocephala comata* Bates, 1888 (Figura 16) para el estado de Oaxaca. El nuevo registro se documenta con base en la revisión de 22 ejemplares que fueron colectados en los municipios de San Lorenzo Cacaotepec (10), San Pablo Etla (2), San Andrés Huayapam (5), Santa Cruz Xoxocotlán (3), Villa de Zaachila (1) y Villa Sola de Vega (1). Su distribución en Oaxaca va de los 1500 a 1700 msnm y se concentra principalmente en la región de los Valles centrales, donde predomina la vegetación de tipo xerófila. Con el presente registro su distribución se extiende aproximadamente 410 km hacia el sureste desde el registro más cercano en Temascaltepec, Estado de México (Figura 17).



**Figura 16.** Macho de *Cyclocephala comata* Bates, 1888. a) Hábitus dorsal; b) Vista frontal de los parámetros; c) Vista lateral del edeago.

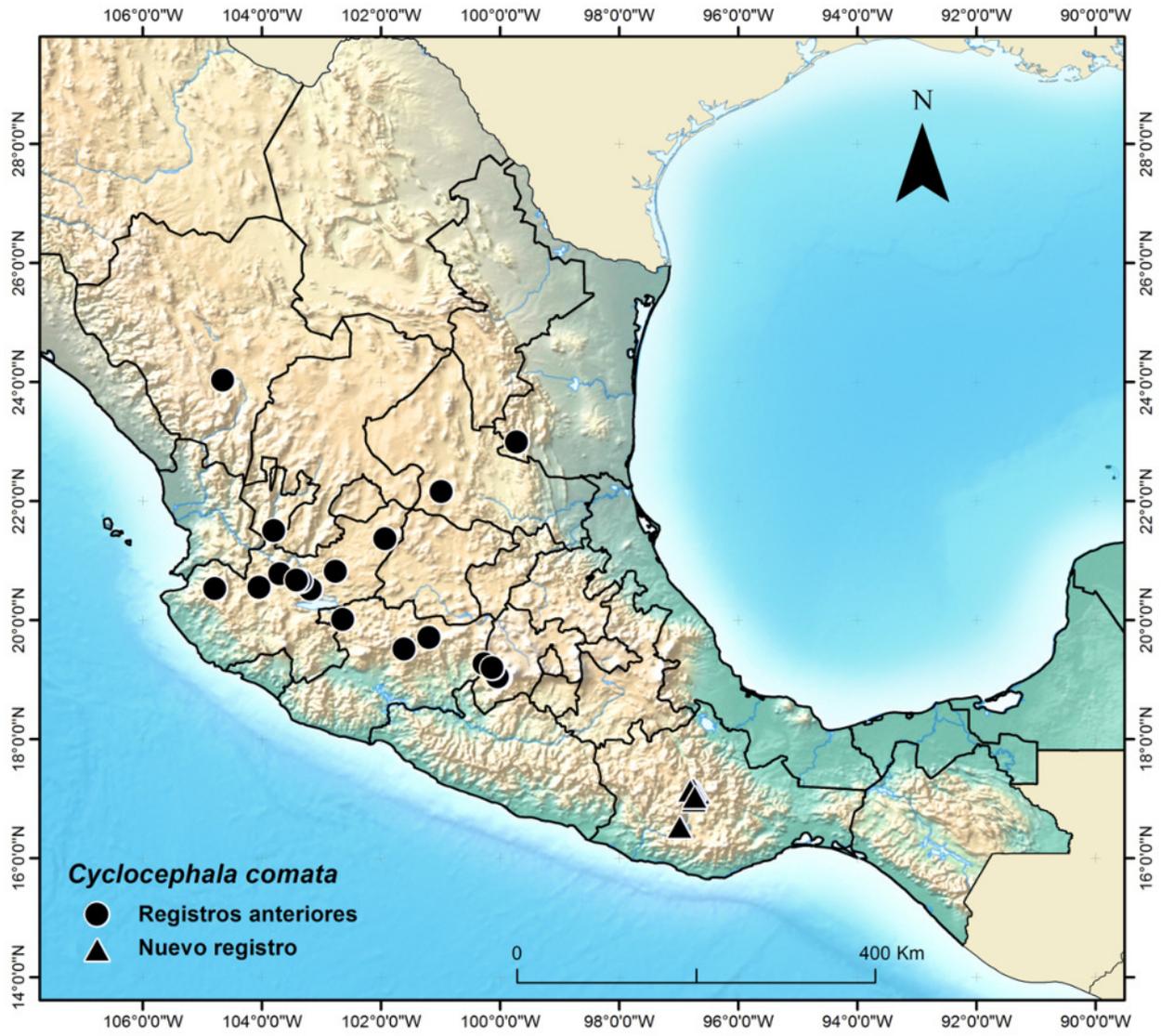
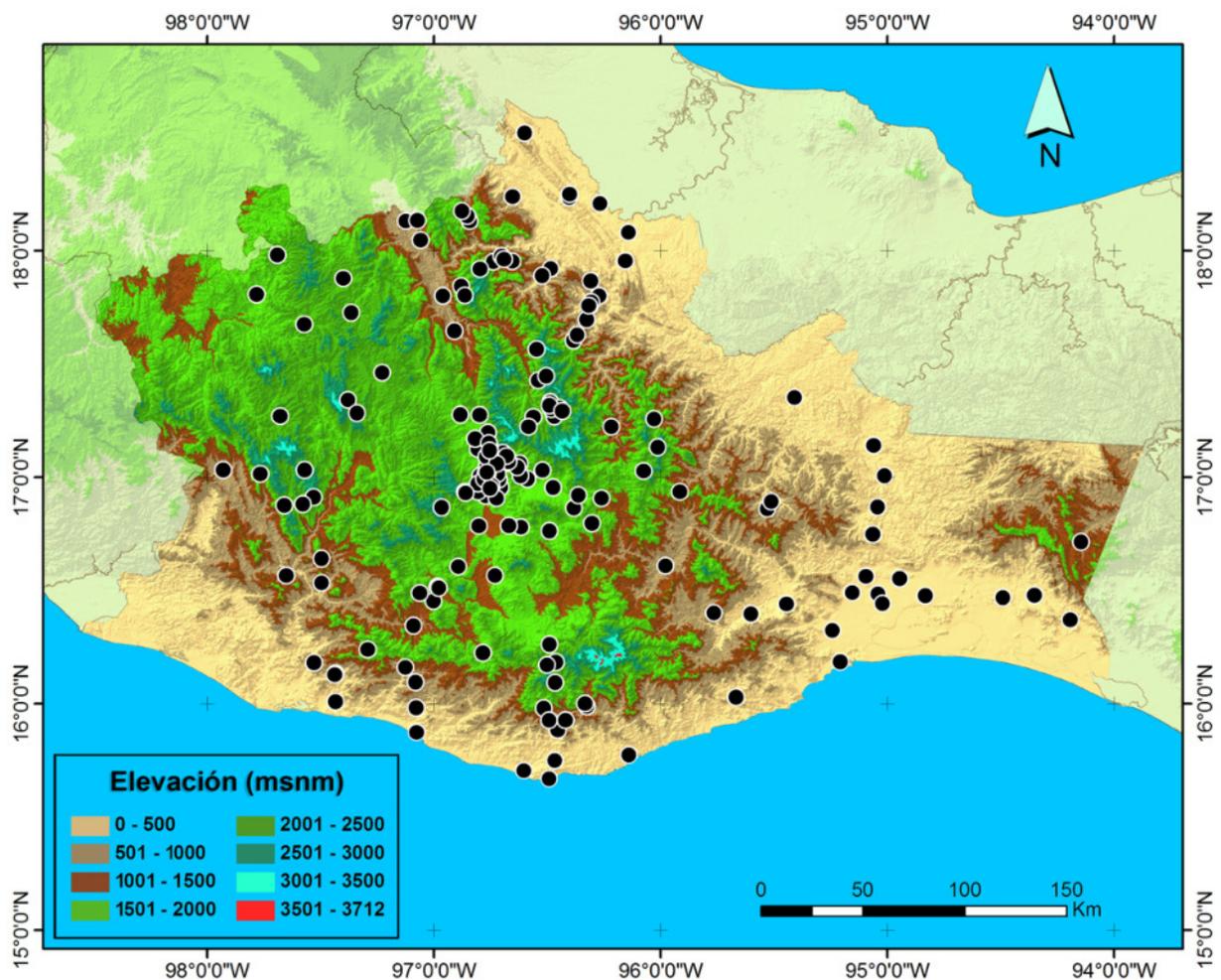


Figura 17. Distribución de *Cyclocephala comata* en México.

## 5.2 Distribución de la subfamilia Dynastinae en Oaxaca, México

Mediante el Modelo Digital de Elevación (MDE) se obtuvo un mapa de distribución con 179 localidades diferentes y 4750 registros de escarabajos de la subfamilia Dynastinae que habitan en el estado de Oaxaca, México (Figura 18). El rango de distribución altitudinal de estos escarabajos va de los 0-3000 msnm. Por otra parte, es importante mencionar que los registros representan principalmente colectas esporádicas no intensivas o sistemáticas. Por lo cual, existen áreas que han sido poco o nulamente exploradas (Figura 18) y debido a sus características ecológicas, fisiográficas, climáticas, edáficas y de vegetación son zonas con un potencial enorme de estudio, principalmente aquellas que son áreas prioritarias para la conservación, por ejemplo, la región de los Chimalapas por mencionar alguna (Arriaga et al., 2000).



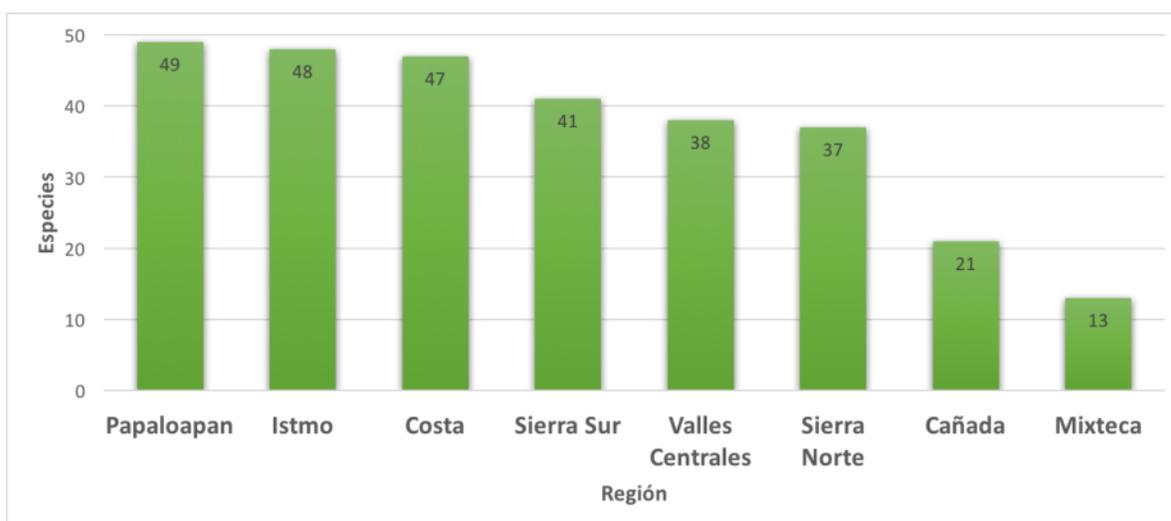
**Figura 18.** Distribución de la subfamilia Dynastinae en Oaxaca, México mediante el MDE. Puntos (•) = Localidades registradas.

### 5.2.1 Distribución por región geoeconómica

Los escarabajos dynastinos están bien representados en tres de las ocho regiones de Oaxaca (Figura 19). Las regiones con mayor número de registros fueron el Papaloapan con 2426 (51.1%), Sierra Sur con 962 (20.3%) y Valles Centrales con 957 (20.2%). En cambio, la región de la Cañada y Mixteca mostraron el menor número de registros, ambas con 38 (0.8%) (Cuadro 9). En cuanto a la riqueza, la región del Papaloapan presentó la mayor con 49 especies (17%), seguida del Istmo con 48 (16%) y Costa con 47 (16%). La Mixteca presentó la menor riqueza con 13 especies (4%) (Figura 19).

**Cuadro 9.** Registros de escarabajos Dynastinae por región geoeconómica en Oaxaca, México.

| Región           | Superficie en km <sup>2</sup> | Registros   | Porcentaje (%) | Localidades |
|------------------|-------------------------------|-------------|----------------|-------------|
| Cañada           | 4 398.61                      | 38          | 0.8            | 16          |
| Costa            | 11 605.06                     | 141         | 2.9            | 22          |
| Istmo            | 20 755.26                     | 115         | 2.4            | 22          |
| Mixteca          | 15 671.08                     | 38          | 0.8            | 14          |
| Papaloapan       | 8 496.79                      | 2426        | 51.1           | 15          |
| Sierra Norte     | 8 972.39                      | 73          | 1.5            | 21          |
| Sierra Sur       | 14 753.26                     | 962         | 20.3           | 18          |
| Valles Centrales | 9 480.00                      | 957         | 20.2           | 51          |
|                  |                               | <b>4750</b> | <b>100</b>     | <b>179</b>  |



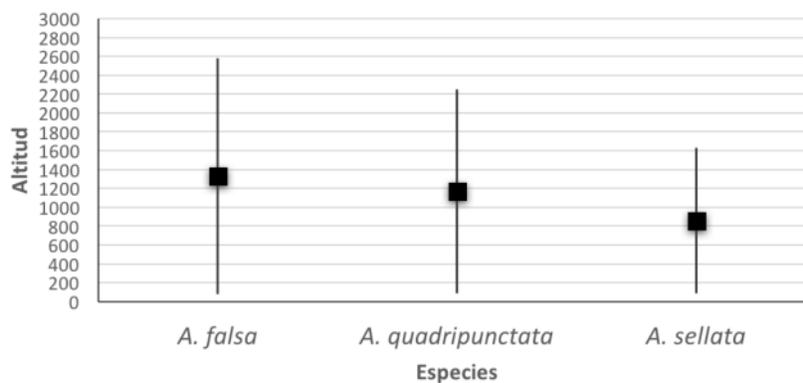
**Figura 19.** Riqueza de escarabajos Dynastinae por región geoeconómica en Oaxaca, México.

### 5.2.2 Distribucion altitudinal por género

Se obtuvieron los rangos de distribución altitudinal para cada especie y se agruparon por géneros. El género con el mayor rango fue *Xyloryctes* (0-2900 msnm), y *Xyloryctes telephus* fue la especie con el mayor rango (0-2870 msnm). A continuación, se detalla cada género con sus especies y sus respectivos rangos altitudinales:

#### ***Ancognatha* Erichson, 1847**

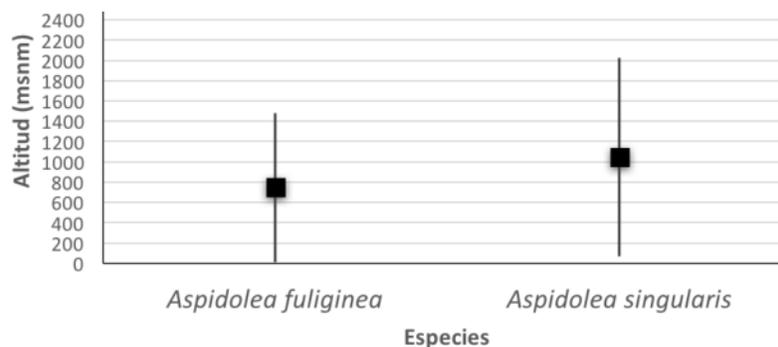
El género *Ancognatha* está representado por tres especies: *A. falsa* (Anexo 3. Lám. 1a), *A. quadripunctata* y *A. sellata*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-2600 msnm (Figura 20).



**Figura 20.** Rango de distribución altitudinal del género *Ancognatha* en Oaxaca, México.

#### ***Aspidolea* Bates, 1888**

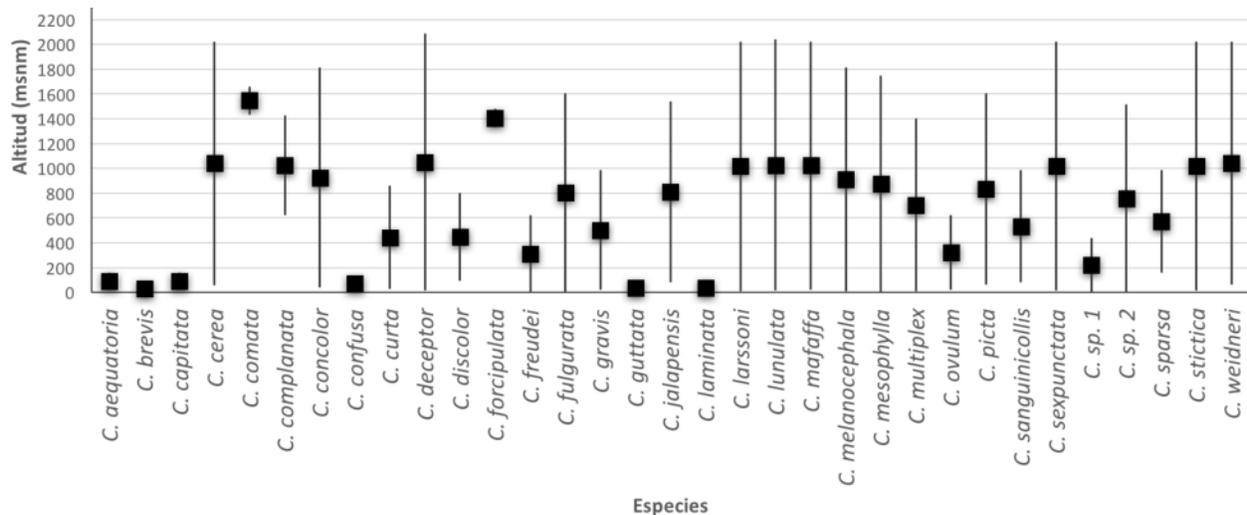
El género *Aspidolea* está representado por dos especies: *A. singularis* (Anexo 3. Lám. 1b) y *A. fuliginea* (Anexo 3. Lám. 1c). Su rango de distribución altitudinal va de los 0-2000 msnm (Figura 21).



**Figura 21.** Rango de distribución altitudinal del género *Aspidolea* en Oaxaca, México.

## Cyclocephala Dejean, 1821

Los *Cyclocephala* con 33 especies (Cuadro 10), es el género de Dynastinae con mayor riqueza taxonómica en Oaxaca. *C. deceptor*, *C. lunulata* y *C. multiplex* (Anexo 3. Lám. 1 d, e, f) son algunas de las especies más representativas. Este género tiene amplia distribución en el estado, sus especies se pueden encontrar en las ocho regiones. Además, es uno de los géneros con mayor rango de distribución altitudinal en Oaxaca, sus especies se encuentran desde los 0-2100 msnm (Figura 22).



**Figura 22.** Rango de distribución altitudinal del género *Cyclocephala* en Oaxaca, México.

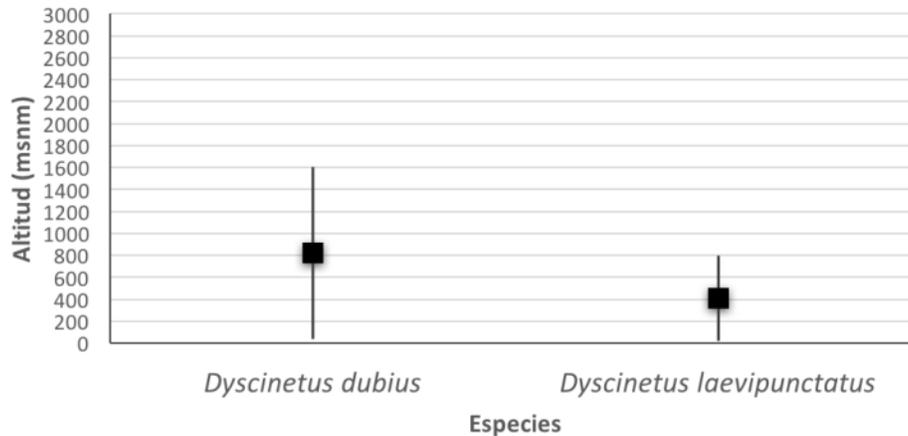
**Cuadro 10.** Especies del género *Cyclocephala* Dejean, 1821 con distribución en Oaxaca, México.

|  |   |
|--|---|
| <i>Cyclocephala aequatoria</i> Endrödi, 1963           | <i>Cyclocephala laminata</i> Burmeister, 1847               |
| <i>Cyclocephala brevis</i> Höhne, 1923                 | <i>Cyclocephala larssoni</i> Endrödi, 1964                  |
| <i>Cyclocephala capitata</i> Höhne, 1923               | <i>Cyclocephala lunulata</i> Burmeister, 1847               |
| <i>Cyclocephala cerea</i> Burmeister, 1847             | <i>Cyclocephala mafaffa</i> Burmeister, 1847                |
| <i>Cyclocephala comata</i> Bates, 1888                 | <i>Cyclocephala melanocephala</i> (Fabricius, 1775)         |
| <i>Cyclocephala complanata</i> Burmeister, 1847        | <i>Cyclocephala mesophylla</i> Mora-Aguilar y Delgado, 2012 |
| <i>Cyclocephala concolor</i> Burmeister, 1847          | <i>Cyclocephala multiplex</i> Casey, 1915                   |
| <i>Cyclocephala confusa</i> Endrödi, 1966              | <i>Cyclocephala ovulum</i> Bates, 1888                      |
| <i>Cyclocephala curta</i> Bates, 1888                  | <i>Cyclocephala picta</i> Burmeister, 1847                  |
| <i>Cyclocephala deceptor</i> (Casey, 1915)             | <i>Cyclocephala sanguinicolis</i> Burmeister, 1847          |
| <i>Cyclocephala discolor</i> (Herbst, 1790)            | <i>Cyclocephala sexpunctata</i> Laporte, 1840               |
| <i>Cyclocephala forcipulata</i> Howden & Endrödi, 1966 | <i>Cyclocephala sparsa</i> Arrow, 1902                      |
| <i>Cyclocephala freudei</i> Endrödi, 1963              | <i>Cyclocephala stictica</i> Burmeister, 1847               |
| <i>Cyclocephala fulgurata</i> Burmeister, 1847         | <i>Cyclocephala weidneri</i> Endrödi, 1964                  |
| <i>Cyclocephala gravis</i> Bates, 1888                 | <i>Cyclocephala</i> sp. 1*                                  |
| <i>Cyclocephala guttata</i> Bates, 1888                | <i>Cyclocephala</i> sp. 2*                                  |
| <i>Cyclocephala jalapensis</i> Casey, 1915             |   |

\*Especies que están en proceso de descripción, debido a la falta de ejemplares (principalmente machos).

### ***Dyscinetus* Harold, 1869**

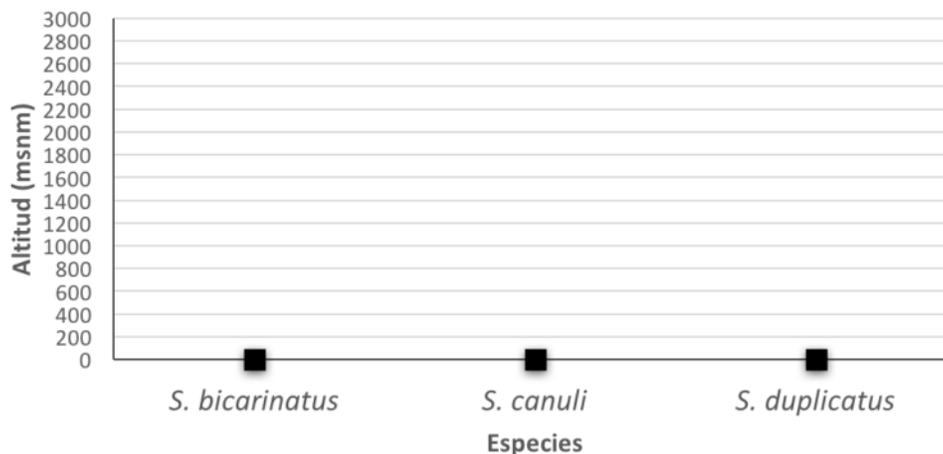
El género *Dyscinetus* está representado por dos especies: *D. dubius* y *D. laevipunctatus* (Anexo 3. Lám. 2g). Su rango de distribución altitudinal va de los 0-1600 msnm (Figura 23).



**Figura 23.** Rango de distribución altitudinal del género *Dyscinetus* en Oaxaca, México.

### ***Stenocrates* Burmeister, 1847**

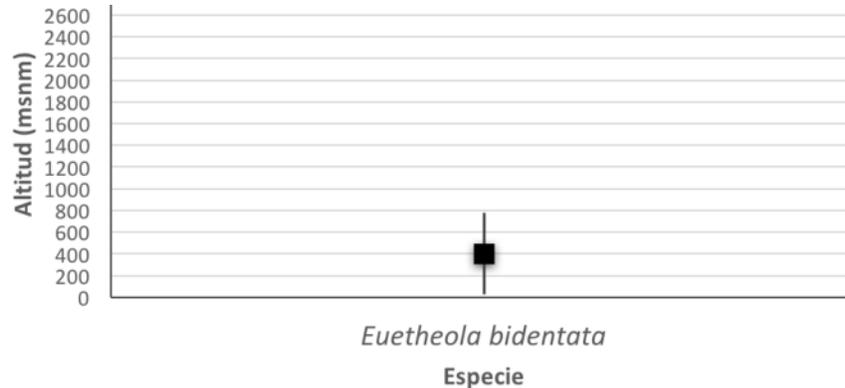
El género *Stenocrates* está representado por tres especies: *S. bicarinatus*, *S. canuli* y *S. duplicatus*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-100 msnm (Figura 24).



**Figura 24.** Rango de distribución altitudinal del género *Stenocrates* en Oaxaca, México.

### ***Euetheola* Bates, 1888**

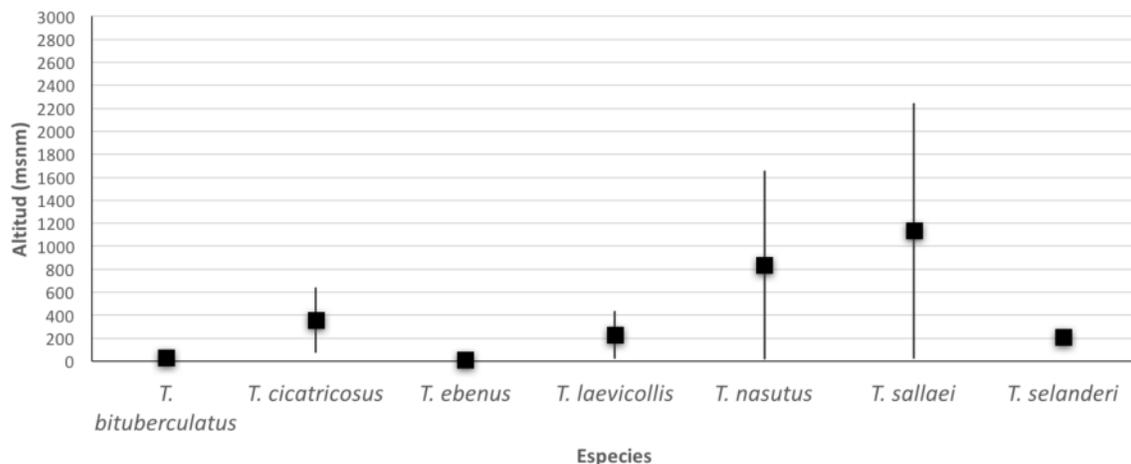
El género *Euetheola* está representado únicamente por *Euetheola bidentata*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-800 msnm (Figura 25).



**Figura 25.** Rango de distribución altitudinal de *Euetheola bidentata* en Oaxaca, México.

### ***Tomarus* Erichson, 1847**

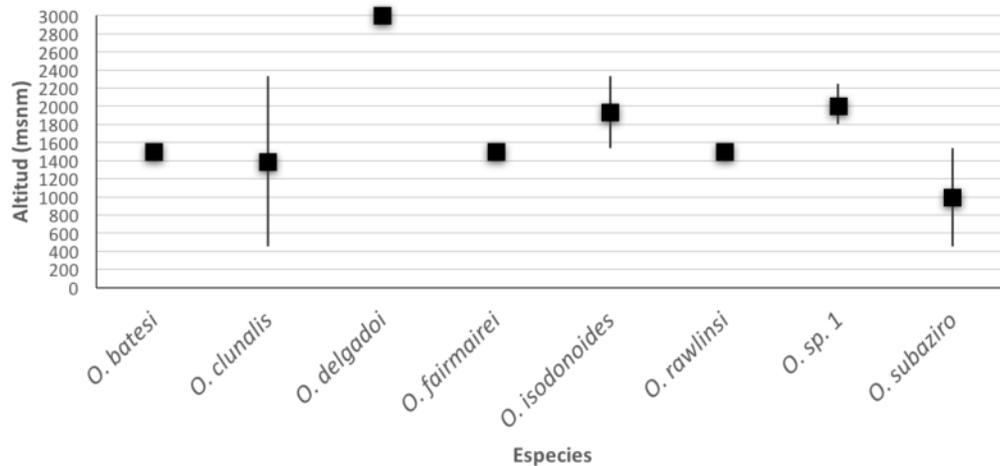
El género *Tomarus* está representado por siete especies: *T. bituberculatus*, *T. cicatricosus*, *T. ebenus*, *T. laevicollis*, *T. nasutus*, *T. sallaei* y *T. selanderi*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-2250 msnm (Figura 26). Sus especies más comunes y con mayor rango de distribución altitudinal en Oaxaca son *T. sallaei* (Anexo 3. Lám. 2h), que va de los 0-1600 m y *T. nasutus* que se encuentra entre los 0-2200 m. El resto de especies se distribuyen entre los 0-600 m.



**Figura 26.** Rango de distribución altitudinal del género *Tomarus* en Oaxaca, México.

### ***Orizabus* Fairmaire, 1878**

El género *Orizabus* está representado por ocho especies: *O. batesi*, *O. clunalis*, *O. delgadoi*, *O. fairmairei*, *O. isodonoides*, *O. rawlinsi*, *O. sp. 1* y *O. subaziro*. El rango de distribución de la mayoría de sus especies va de los 1400-2400 msnm. *Orizabus delgadoi* es la única especie de Dynastinae que se distribuye en los 3000 m (Figura 27). Por otra parte *O. clunalis* es la especie de este género con el rango más amplio, pues va de los 400-2400 m (Anexo 3. Lám. 2i). *O. subaziro* se distribuye entre los 400 y 1600 m.



**Figura 27.** Rango de distribución altitudinal del género *Orizabus* en Oaxaca, México.

### ***Bothynus* Hope, 1837**

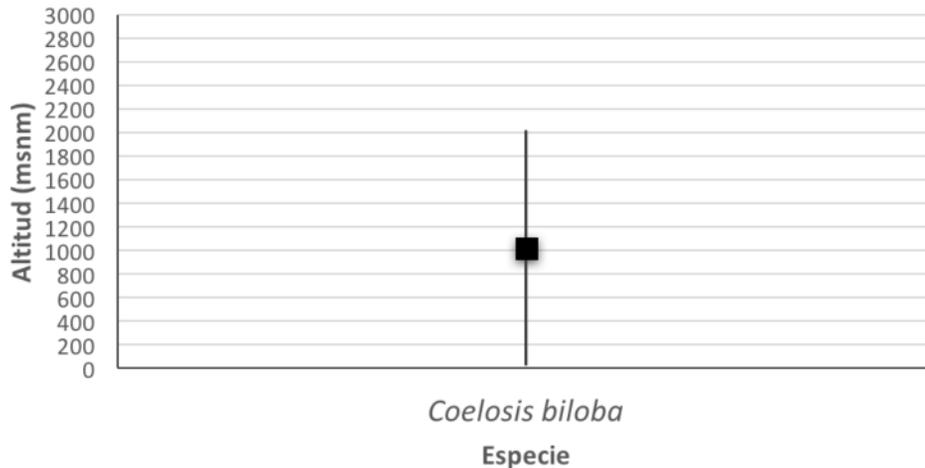
El género *Bothynus* está representado sólo por *Bothynus complanus* (Anexo 3. Lám. 2j). Esta especie es la segunda con mayor rango de distribución altitudinal de todos los Dynastinae de Oaxaca, ya que se distribuye de los 0-2500 msnm (Figura 28).



**Figura 28.** Rango de distribución altitudinal de *Bothynus complanus* en Oaxaca, México.

### ***Coelosis* Hope, 1837**

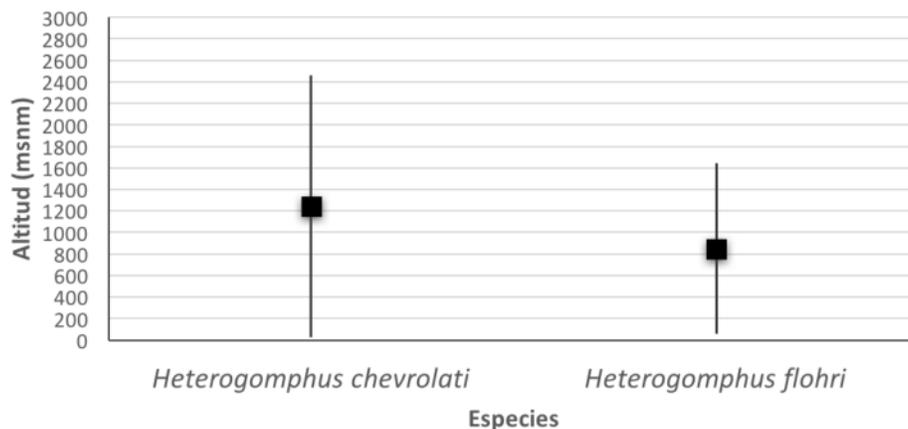
El género *Coelosis* está representado únicamente por *Coelosis biloba*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-2000 msnm (Figura 29).



**Figura 29.** Rango de distribución altitudinal de *Coelosis biloba* en Oaxaca, México.

### ***Heterogomphus* Burmeister, 1847**

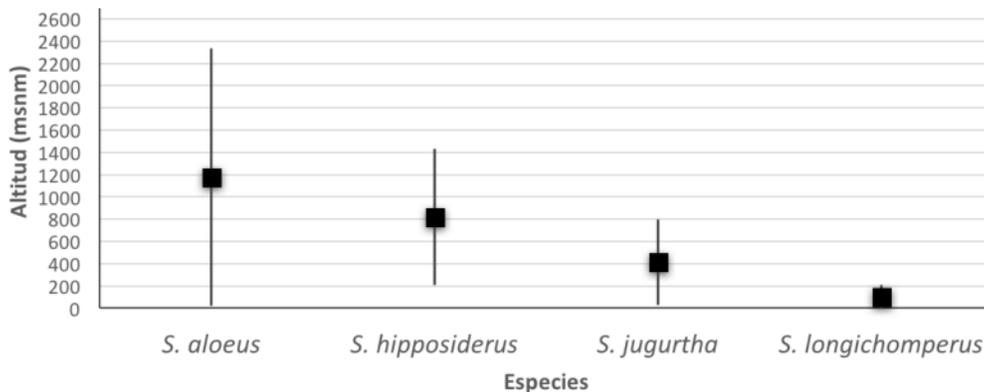
El género *Heterogomphus* está representado por dos especies: *H. chevrolati* (Anexo 3. Lám. 2k) y *H. flohri* (Anexo 3. Lám. 2l). Su rango de distribución altitudinal va de los 0-2450 msnm (Figura 30).



**Figura 30.** Rango de distribución altitudinal del género *Heterogomphus* en Oaxaca, México.

### ***Strategus* Kirby, 1828**

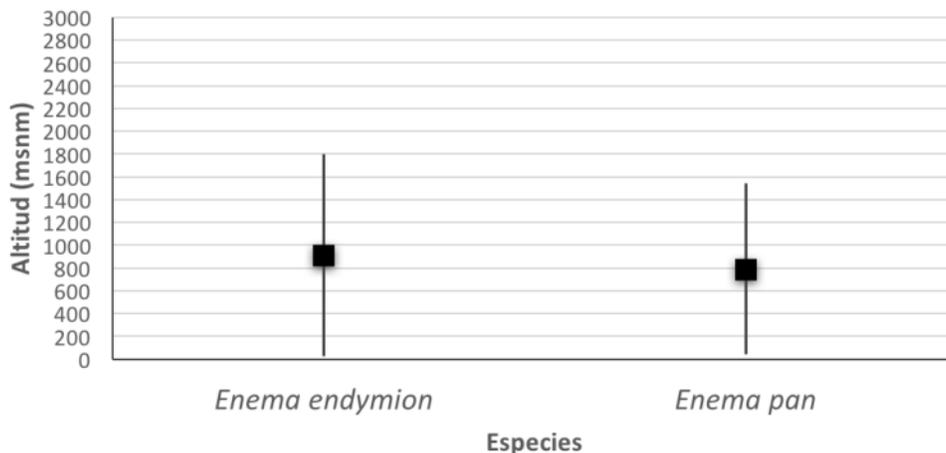
El género *Strategus* está representado por cuatro especies: *S. aloeus*, *S. hipposiderus*, *S. jugurtha* (Anexo 3. Lám. 3n) y *S. longichomperus*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-2400 msnm. La especie más común y con el mayor rango de distribución altitudinal de este género en Oaxaca es *S. aloeus* (Anexo 3. Lám. 3m), se distribuye de los 0-2400 m (Figura 31). La especie con menor rango de distribución es *S. longichomperus* (0-200 m).



**Figura 31.** Rango de distribución altitudinal del género *Strategus* en Oaxaca, México.

### ***Enema* Hope, 1837**

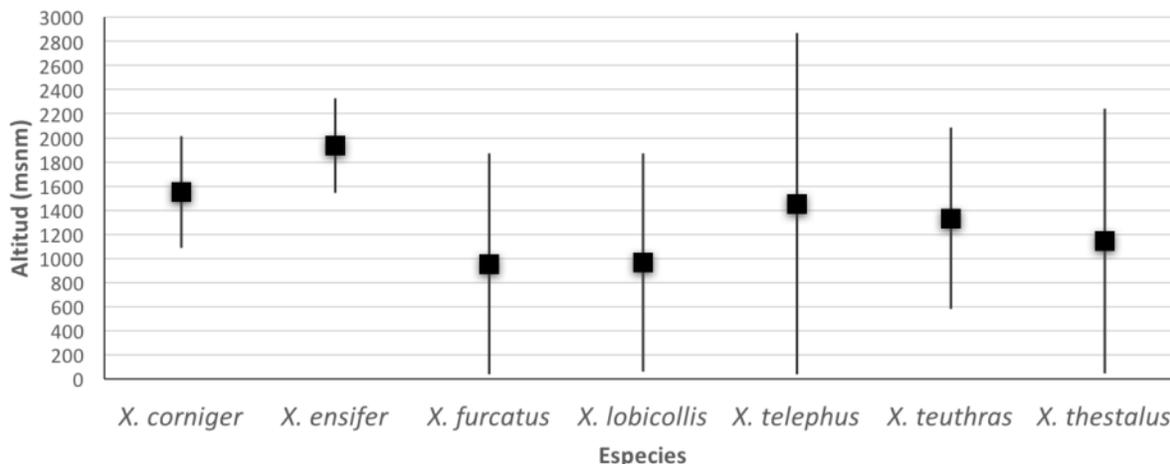
El género *Enema* está representado por dos especies: *E. endymion* (Anexo 3. Lám. 3o) y *E. pan*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-1800 msnm (Figura 32).



**Figura 32.** Rango de distribución altitudinal del género *Enema* en Oaxaca, México.

### ***Xyloryctes* Hope, 1837**

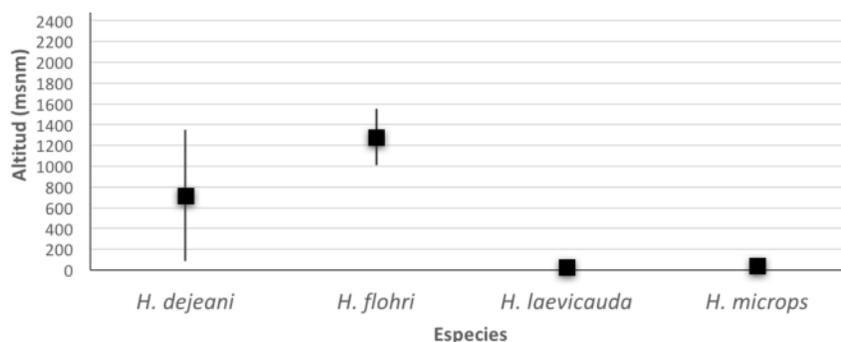
El género *Xyloryctes* está representado por seis especies: *X. ensifer*, *X. furcatus*, *X. lobicollis*, *X. telephus*, *X. teuthras* y *X. thestalus* (Anexo 3. Lám. 3q). Su rango de distribución va de los 0-2900 msnm (Figura 33). La especie más común y con mayor rango de distribución (0-2870 msnm) de todos los Dynastinae de Oaxaca es *X. telephus* (Anexo 3. Lám. 3p).



**Figura 33.** Rango de distribución altitudinal del género *Xyloryctes* en Oaxaca, México.

### ***Hemiphileurus* Kolbe, 1910**

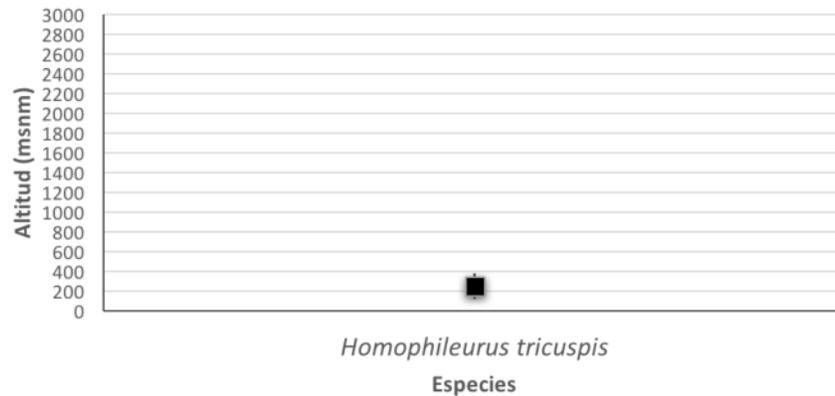
El género *Hemiphileurus* está representado por cuatro especies: *H. dejeani*, *H. flohri* (Anexo 3. Lám. 3r), *H. laevicauda* y *H. microps*. Su rango de distribución va de los 0-1600 msnm (Figura 34). *H. dejeani* presenta el rango más amplio del género (0-1400 m). *H. flohri* se distribuye entre 1000-1600 m. *H. laevicauda* y *H. microps* entre los 0-100 m.



**Figura 34.** Rango de distribución altitudinal del género *Hemiphileurus* en Oaxaca, México.

### ***Homophileurus* Kolbe, 1910**

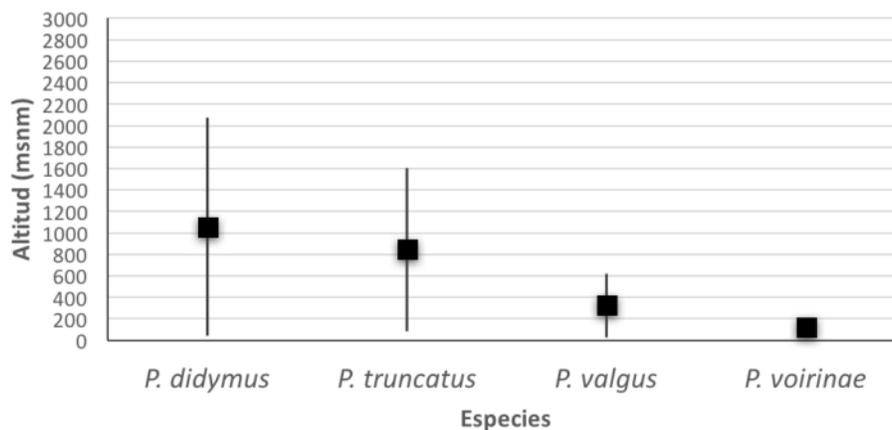
El género *Homophileurus* está representado sólo por *Homophileurus tricuspis*. Su rango de distribución altitudinal va de los 100-400 msnm (Figura 35).



**Figura 35.** Rango de distribución altitudinal de *Homophileurus tricuspis* en Oaxaca, México.

### ***Phileurus* Latreille, 1807**

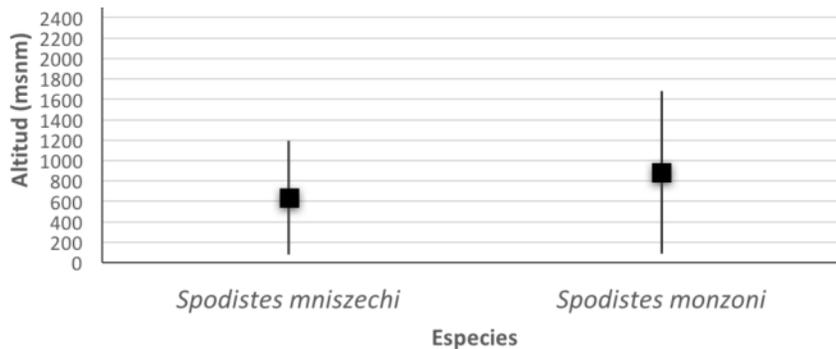
El género *Phileurus* está representado por cuatro especies: *P. didymus*, *P. truncatus*, *P. valgus* y *P. voirinae*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-2100 msnm aproximadamente (Figura 36). Sólo *P. voirinae* se registro entre los 0-200 m. Por su parte, *P. didymus* (Anexo 3. Lám. 4s) presenta el rango altitudinal más amplio del género, de 0-2100 m.



**Figura 36.** Rango de distribución altitudinal del género *Phileurus* en Oaxaca, México.

### **Spodistes Burmeister, 1847**

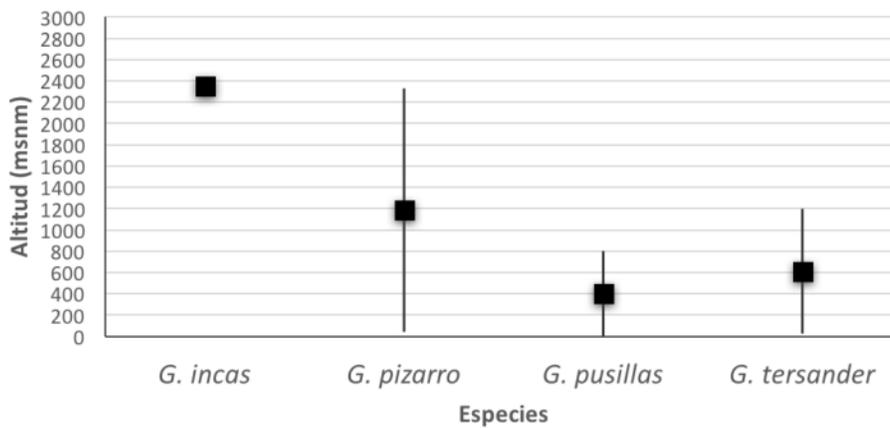
El género *Spodistes* está representado por dos especies: *S. mnischechi* y *S. monzoni*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-1700 msnm aproximadamente (Figura 37). La especie más común de este género en Oaxaca es *S. monzoni* (Anexo 3. Lám. 4t).



**Figura 37.** Rango de distribución altitudinal del género *Spodistes* en Oaxaca, México.

### **Golofa Hope, 1837**

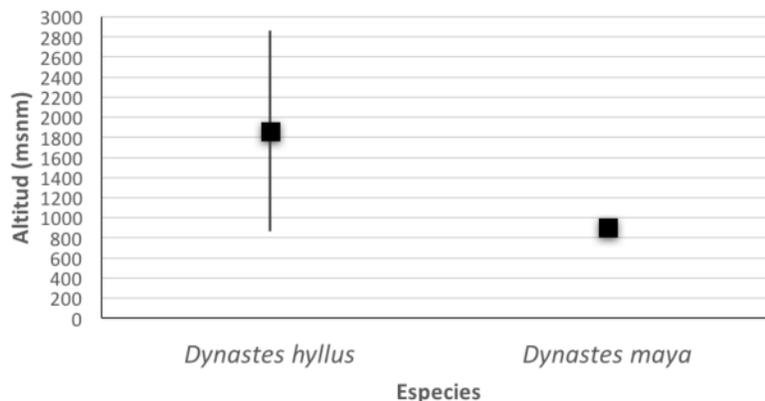
El género *Golofa* está representado por cuatro especies: *G. incas*, *G. pizarro* (Anexo 3. Lám. 4u), *G. pusillas* (Anexo 3. Lám. 4v) y *G. tersander*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-2400 msnm (Figura 38). La especie más representativa y con mayor rango de distribución altitudinal de este género es *G. pizarro*, se encuentra entre los 0-2400 m. *G. incas* se encontró únicamente a 2347 m. Por su parte, *G. pusillas* se encuentra entre los 0-800m y es la especie con menor rango de distribución altitudinal de este género en Oaxaca.



**Figura 38.** Rango de distribución altitudinal del género *Golofa* en Oaxaca, México.

### ***Dynastes* MacLeay, 1819**

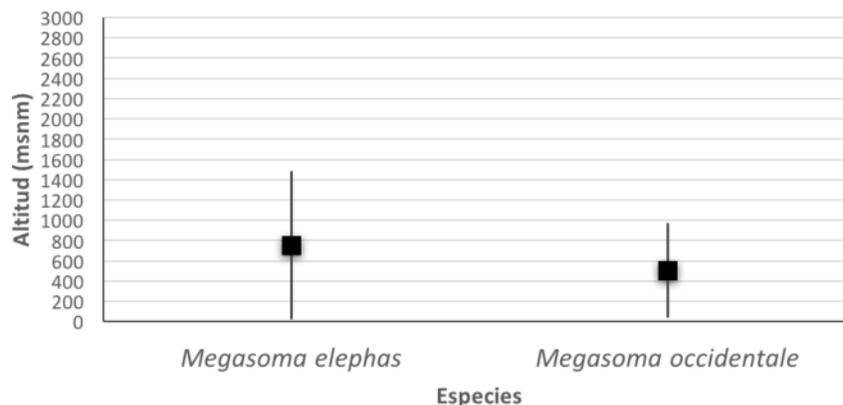
El género *Dynastes* está representado por dos especies: *D. hyllus* y *D. maya*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-2800 msnm (Figura 39). La especie más representativa y con mayor rango de distribución altitudinal en Oaxaca es *D. hyllus* (Anexo 3. Lám. 4w), pues va de los 800-2800 m. Por su parte, *D. maya* recientemente reportado para Oaxaca, sólo se ha colectado a 900 m de altitud (Moctezuma y Sánchez-Huerta, 2018).



**Figura 39.** Rango de distribución altitudinal del género *Dynastes* en Oaxaca, México.

### ***Megasoma* Kirby, 1825**

El género *Megasoma* está representado por dos especies: *M. elephas* y *M. occidentale*. Su rango de distribución altitudinal va de los 0-1500 msnm (Figura 40). La especie más común en Oaxaca es *M. occidentale* (Anexo 3. Lám. 4x).

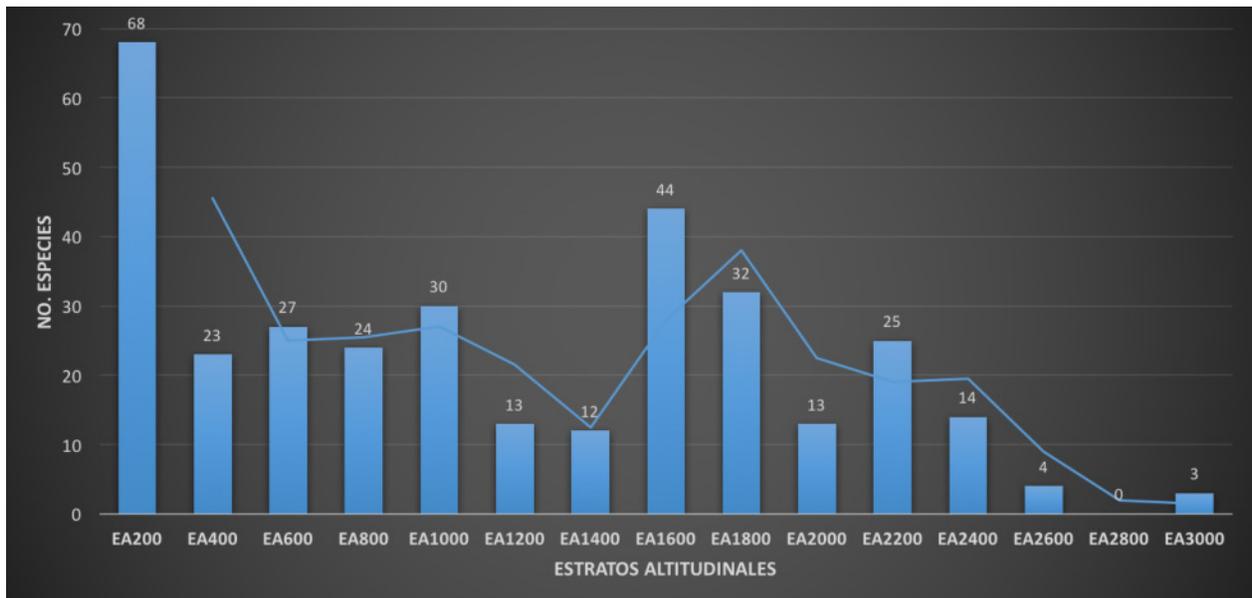


**Figura 40.** Rango de distribución altitudinal del género *Megasoma* en Oaxaca, México.

### 5.3 Análisis de distribución altitudinal

#### 5.3.1 Diversidad alfa

Los 4750 registros de escarabajos dynastinos se clasificaron dentro de 15 EA. El EA2800 no presentó ningún registro de distribución para las especies observadas (Cuadro 11). Sin embargo, en el caso de la distribución potencial, este mismo estrato obtuvo 2 registros (Cuadro 12). Por otra parte, el estrato con mayor riqueza de especies para la distribución observada fue el EA200 con 68 especies, seguido de EA1600 con 44 especies, que equivalen al 20.5% y 13.3% respectivamente. Por el contrario, los estratos con menor riqueza de especies fueron EA3000 con 3 y EA2600 con 4 que equivalen al 0.9% y 1.2% (Figura 41; Cuadro 12).



**Figura 41.** Riqueza de especies (DistObs) de escarabajos Dynastinae por estrato altitudinal en Oaxaca, México. DistObs = Distribución Observada.

**Cuadro 11.** Clasificación de los registros de escarabajos Dynastinae por estrato altitudinal en Oaxaca, México.

| <b>No. EA</b> | <b>Rango (msnm)</b> | <b>Estratos (EA)</b> | <b>Registros</b> | <b>Porcentaje (%)</b> |
|---------------|---------------------|----------------------|------------------|-----------------------|
| 1             | 0-200               | <b>200</b>           | 2536             | 53.4                  |
| 2             | 201-400             | <b>400</b>           | 34               | 0.7                   |
| 3             | 401-600             | <b>600</b>           | 42               | 0.9                   |
| 4             | 601-800             | <b>800</b>           | 42               | 0.9                   |
| 5             | 801-1000            | <b>1000</b>          | 561              | 11.8                  |
| 6             | 1001-1200           | <b>1200</b>          | 17               | 0.4                   |
| 7             | 1201-1400           | <b>1400</b>          | 14               | 0.3                   |
| 8             | 1401-1600           | <b>1600</b>          | 1028             | 21.6                  |
| 9             | 1601-1800           | <b>1800</b>          | 118              | 2.5                   |
| 10            | 1801-2000           | <b>2000</b>          | 19               | 0.4                   |
| 11            | 2001-2200           | <b>2200</b>          | 65               | 1.4                   |
| 12            | 2201-2400           | <b>2400</b>          | 263              | 5.5                   |
| 13            | 2401-2600           | <b>2600</b>          | 8                | 0.2                   |
| 14            | 2601-2800           | <b>2800</b>          | 0                | 0.0                   |
| 15            | 2801-3000           | <b>3000</b>          | 3                | 0.1                   |
|               |                     |                      | <b>4750</b>      | <b>100</b>            |

EA = estrato altitudinal; Spp. = especies; msnm = metros sobre el nivel del mar.

En cuanto a la distribución potencial de las especies observadas, se obtuvieron registros para los 15 estratos (Cuadro 12). El estrato EA200 presentó la mayor riqueza con 68 especies que equivalen al 12%. Los estratos EA600 y EA800 obtuvieron 58 especies, que corresponden al 10.2% para cada uno. Por su parte, EA400 presentó 57 especies, 10.1% de la muestra. Los estratos con menor riqueza fueron E3000 con 3 especies y E2800 con sólo 2, que corresponden al 0.5% y 0.4% respectivamente (Figura 42; Cuadro 12).



**Figura 42.** Riqueza de especies (DistPot) de escarabajos Dynastinae por estrato altitudinal en Oaxaca, México. DistPot = Distribución Potencial.

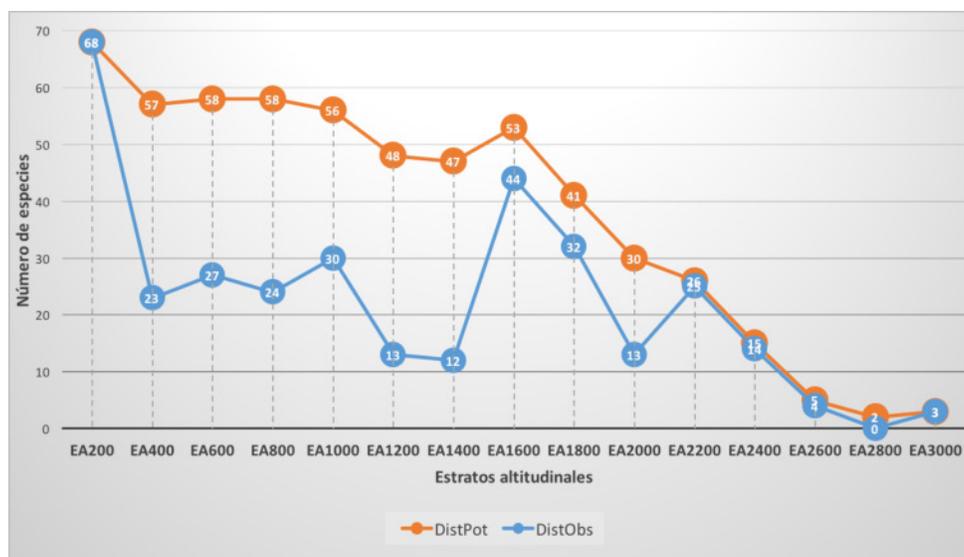
La comparación de la distribución observada de escarabajos dynastinos contra su distribución potencial mostró que, para esta última los estratos EA1200 y EA1400 presentaron el mayor incremento en sus riquezas con 35 especies cada uno (Cuadro 12). EA1200 pasó de 13 especies a 48 y EA1400 de 12 a 47. Lo mismo ocurrió con los estratos EA400 y EA800, de 23 y 24 especies pasaron a 57 y 58 respectivamente. En este caso el incremento fue de 34 especies para cada estrato. Claramente se observó que los estratos con datos de distribución potencial mostraron mayor riqueza que sus homólogos para la distribución observada, a excepción de EA200 y EA3000 que no presentan diferencias debido a que estos son los estratos de los extremos, por lo que sus valores siempre permanecieron iguales para ambas distribuciones (Cuadro 12; Figura 43).

Ambas distribuciones muestran un patrón similar, que indica una relación inversamente proporcional entre la diversidad de escarabajos y la altitud, ya que a mayor altitud menor fue la diversidad, por el contrario, a menor altitud mayor fue la diversidad de estos insectos (Figura 43). Sin embargo, también se puede observar claramente dos picos (EA200 y EA1600) de abundancia para la distribución observada.

**Cuadro 12.** Distribución observada y potencial de escarabajos Dynastinae por estratos altitudinales en Oaxaca, México.

| No. EA | Estratos (EA) | Spp. DistObs | Porcentaje (%) | Spp. DistPot | Porcentaje (%) | Diferencia (DistPot - DistObs) |
|--------|---------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------------------------|
| 1      | 200           | 68           | 20.5           | 68           | 12.0           | 0                              |
| 2      | 400           | 23           | 6.9            | 57           | 10.1           | 34                             |
| 3      | 600           | 27           | 8.1            | 58           | 10.2           | 31                             |
| 4      | 800           | 24           | 7.2            | 58           | 10.2           | 34                             |
| 5      | 1000          | 30           | 9.0            | 56           | 9.9            | 26                             |
| 6      | 1200          | 13           | 3.9            | 48           | 8.5            | 35                             |
| 7      | 1400          | 12           | 3.6            | 47           | 8.3            | 35                             |
| 8      | 1600          | 44           | 13.3           | 53           | 9.3            | 9                              |
| 9      | 1800          | 32           | 9.6            | 41           | 7.2            | 9                              |
| 10     | 2000          | 13           | 3.9            | 30           | 5.3            | 17                             |
| 11     | 2200          | 25           | 7.5            | 26           | 4.6            | 1                              |
| 12     | 2400          | 14           | 4.2            | 15           | 2.6            | 1                              |
| 13     | 2600          | 4            | 1.2            | 5            | 0.9            | 1                              |
| 14     | 2800          | 0            | 0.0            | 2            | 0.4            | 2                              |
| 15     | 3000          | 3            | 0.9            | 3            | 0.5            | 0                              |
|        |               |              | <b>100</b>     |              | <b>100</b>     |                                |

EA = estratos altitudinales; msnm = metros sobre el nivel del mar; Spp. = especies; DistObs = distribución observada; DistPot = distribución potencial.



**Figura 43.** Fluctuación de la distribución observada (DistObs) y potencial (DistPot) de escarabajos Dynastinae por estrato altitudinal en Oaxaca, México.

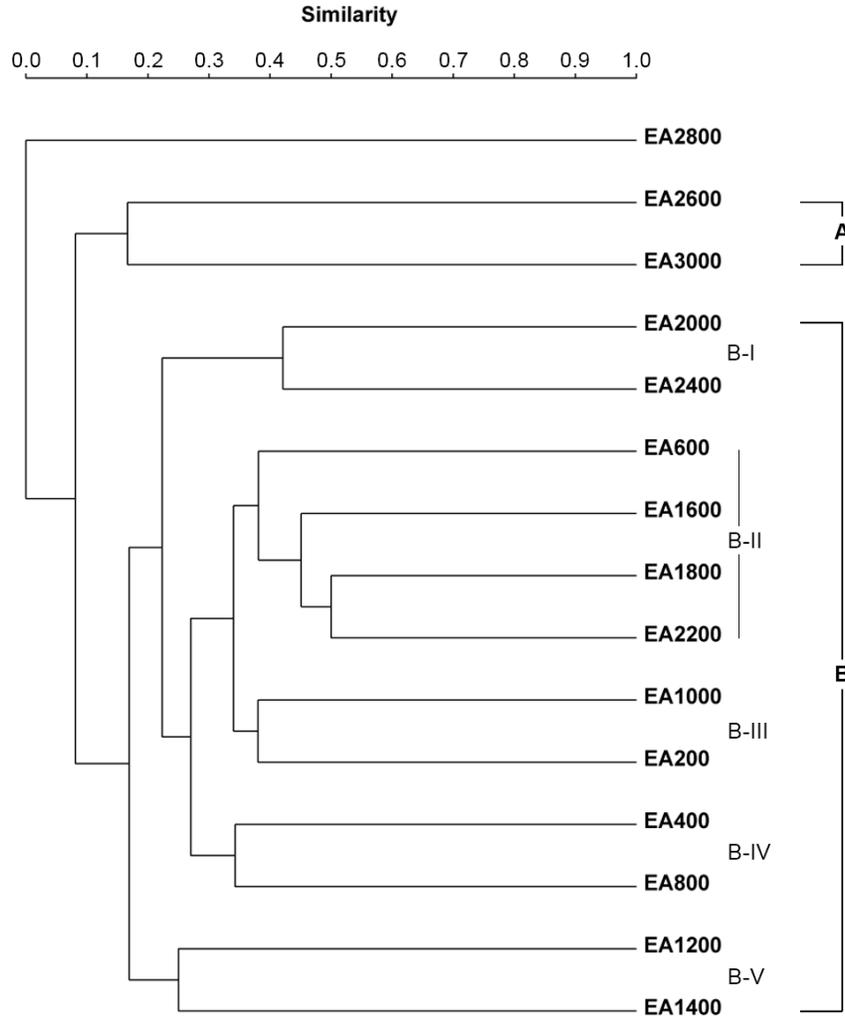
### 5.3.2 Diversidad beta y gamma

La diversidad gamma fue tomada como el número total de especies presentes en todo el rango altitudinal estudiado (0-3000 msnm), tal diversidad corresponde a 95 especies de escarabajos dynastinos.

#### 5.3.2.1 Similitud entre estratos para la distribución observada

El análisis de similitud entre estratos altitudinales de la distribución observada de las especies de dynastinos en Oaxaca muestra 2 grupos (A, B) y 6 subgrupos (A, B-I, B-II, B-III, B-IV, B-V). Es necesario señalar, que el EA2800 no presentó ningún registro por lo cual se observa que está separado del resto de estratos, por este motivo no presenta similitud con algún otro EA (Figura 44; Cuadro 13).

El grupo B presentó el mayor número de estratos con 12, dentro de este grupo, el subgrupo B-II presentó el mayor agrupamiento con 4 estratos: EA600, EA1600, EA1800 y EA2200. Además, los estratos EA1800 y EA2200 presentaron la mayor similitud de especies con el 0.5 (Figura 44; Cuadro 13). Se observó también, que el rango altitudinal entre los 1600 y 2400 msnm presentó los valores más altos de similitud (0.4-0.5), esto es entre los subgrupos B-I y B-II. En cambio, el grupo A presentó el menor número de estratos, ya que se conformó únicamente por el EA2600 y EA3000 que obtuvieron el 0.17 de similitud entre ellos (Figura 44). A nivel de estratos, el EA200 y EA3000 presentaron la menor similitud con apenas el 0.01 (Cuadro 13). Por otra parte, no se observó un patrón de similitud consecutivamente ordenado en la composición de escarabajos entre estratos altitudinales (Figura 44). Por ejemplo, que EA200 fuera similar a EA 400, EA600 similar a EA800 y así sucesivamente.

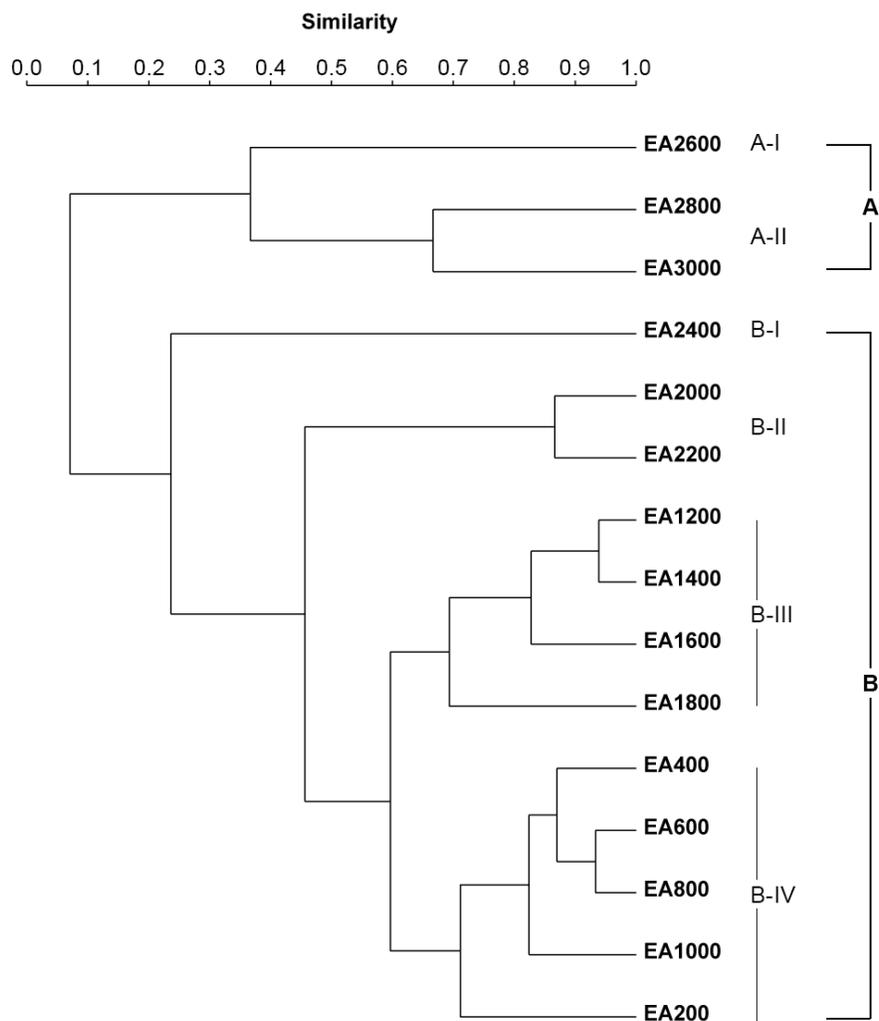


**Figura 44.** Similitud entre estratos altitudinales de la distribución observada de Dynastinae en Oaxaca, México.

### 5.3.2.2 Similitud entre estratos para la distribución potencial

El análisis de similitud entre estratos altitudinales de la distribución potencial de las especies de dynastinos en Oaxaca muestra 2 grupos (A, B) y 6 subgrupos (A-I, A-II, B-I, B-II, B-III y B-IV). El grupo B presentó el mayor número de estratos con 12, dentro de este, el subgrupo B-IV presentó el mayor agrupamiento con 5 estratos: EA200, EA400, EA600, EA800 y EA1000. Seguido del subgrupo B-III con 4 estratos: EA1200, EA1400, EA1600 y EA1800. El subgrupo más pequeño fue el B-I con 1 estrato (EA2400). Además, los estratos EA1200 y EA1400 del subgrupo B-III presentaron la mayor similitud de

especies con 0.94. Seguido de los estratos EA600 y EA800 del subgrupo B-IV con 0.93. La menor similitud la presentaron los subgrupos A-I y B-I con 0.08. A nivel de estratos los más alejados fueron el EA200 y EA3000 con tan sólo el 0.01 de similitud (Cuadro 14). Se observó también, que el rango altitudinal entre los 400 y 2200 msnm presentó los valores más altos de similitud ( $> 0.8$ ), esto es entre los subgrupos B-II, B-III y B-IV (Figura 45; Cuadro 14). Se encontró que para la distribución potencial existe un patrón definido de similitud en la composición de escarabajos, ya que se obtuvieron agrupamientos de estratos ordenados sucesivamente con intervalos de 200 m de altitud entre cada uno de ellos (Figura 45).



**Figura 45.** Similitud entre estratos altitudinales de la distribución potencial de Dynastinae en Oaxaca, México.

**Cuadro 13.** Similitud de los estratos altitudinales (DistObs) con el índice de Jaccard.

| EA   | 200  | 400  | 600  | 800  | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 | 2800 | 3000 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 200  | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 400  | 0.30 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 600  | 0.32 | 0.32 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 800  | 0.31 | 0.34 | 0.24 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 1000 | 0.38 | 0.33 | 0.36 | 0.29 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 1200 | 0.14 | 0.24 | 0.21 | 0.19 | 0.23 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 1400 | 0.14 | 0.06 | 0.22 | 0.13 | 0.14 | 0.25 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 1600 | 0.33 | 0.24 | 0.37 | 0.17 | 0.30 | 0.24 | 0.17 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 1800 | 0.35 | 0.25 | 0.37 | 0.27 | 0.38 | 0.15 | 0.19 | 0.43 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 2000 | 0.16 | 0.16 | 0.21 | 0.23 | 0.23 | 0.13 | 0.14 | 0.24 | 0.32 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   |
| 2200 | 0.27 | 0.26 | 0.41 | 0.26 | 0.41 | 0.27 | 0.19 | 0.47 | 0.50 | 0.31 | 1    | --   | --   | --   | --   |
| 2400 | 0.11 | 0.16 | 0.21 | 0.12 | 0.19 | 0.13 | 0.08 | 0.26 | 0.28 | 0.42 | 0.39 | 1    | --   | --   | --   |
| 2600 | 0.06 | 0.08 | 0.11 | 0.04 | 0.13 | 0.13 | 0.14 | 0.09 | 0.09 | 0.06 | 0.16 | 0.20 | 1    | --   | --   |
| 2800 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | --   |
| 3000 | 0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.06 | 0    | 0    | 0.04 | 0.06 | 0.14 | 0.08 | 0.13 | 0.17 | 0    | 1    |

**Cuadro 14.** Similitud de los estratos altitudinales (DistPot) con el índice de Jaccard.

| EA   | 200  | 400  | 600  | 800  | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 | 2200 | 2400 | 2600 | 2800 | 3000 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 200  | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 400  | 0.79 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 600  | 0.73 | 0.89 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 800  | 0.70 | 0.85 | 0.93 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 1000 | 0.63 | 0.77 | 0.84 | 0.87 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 1200 | 0.53 | 0.64 | 0.71 | 0.74 | 0.79 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 1400 | 0.49 | 0.60 | 0.67 | 0.69 | 0.75 | 0.94 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 1600 | 0.44 | 0.53 | 0.59 | 0.61 | 0.65 | 0.80 | 0.85 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 1800 | 0.42 | 0.48 | 0.52 | 0.52 | 0.56 | 0.68 | 0.69 | 0.71 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   | --   |
| 2000 | 0.32 | 0.38 | 0.42 | 0.42 | 0.46 | 0.56 | 0.57 | 0.57 | 0.73 | 1    | --   | --   | --   | --   | --   |
| 2200 | 0.27 | 0.32 | 0.35 | 0.35 | 0.39 | 0.48 | 0.49 | 0.49 | 0.63 | 0.87 | 1    | --   | --   | --   | --   |
| 2400 | 0.12 | 0.14 | 0.16 | 0.16 | 0.18 | 0.21 | 0.22 | 0.24 | 0.30 | 0.41 | 0.46 | 1    | --   | --   | --   |
| 2600 | 0.06 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.09 | 0.10 | 0.11 | 0.09 | 0.12 | 0.17 | 0.19 | 0.33 | 1    | --   | --   |
| 2800 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.08 | 0.13 | 0.40 | 1    | --   |
| 3000 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.13 | 0.33 | 0.67 | 1    |

## VI. DISCUSIÓN

### 6.1 Inventario taxonómico

Los inventarios son herramientas valiosas que proporcionan información útil para hacer una correcta identificación de las especies presentes en una región determinada (Guzmán-Vásquez et al., 2017). Además, han sido propuestos como un modelo de prioridad nacional en cuanto al estudio de la biodiversidad en México (Dirzo y Raven, 1994). Por lo que, el presente estudio contribuye al inventario de los coleópteros Scarabaeoidea de México.

Con respecto al inventario nacional de escarabajos dynastinos, se puede señalar que Morón et al. (1997) reportaron 174 especies. Posteriormente, Morón et al. (2014) citaron 185 especies para México y 48 para Oaxaca. Sin embargo, no proporcionaron la lista de especies y se basaron principalmente en bases de datos, que en ocasiones no están actualizadas. Por tal motivo dichas cifras no son consideradas del todo en este trabajo. En contraste, Ratcliffe et al. (2013) realizaron una revisión exhaustiva de los Dynastinae de México, Guatemala y Belice, en dicho trabajo reportaron 183 especies de dynastinos para México, de éstas, 88 para Oaxaca. En el presente trabajo se registran 95 especies que representan el 51% del inventario a nivel nacional con respecto a lo reportado por Ratcliffe et al. (2013). Esto significa que Oaxaca alberga poco más de la mitad de especies de escarabajos de la subfamilia Dynastinae que habitan en el país. Hecho que se debe principalmente a la accidentada orografía que presenta el estado (García-Mendoza et al., 2004), lo que permite la existencia de una gran riqueza de climas, microclimas, tipos de vegetación y condiciones ecológicas que favorecen la diversidad de estos escarabajos. Diversidad que en este estudio se reflejó principalmente en las regiones calido-húmedas como el Papaloapán, el Istmo y la Costa donde se registró la mayor riqueza de especies con 49, 48 y 46 respectivamente. Lo anterior concuerda con lo mencionado por Morón (2004) y Trujillo-Miranda et al. (2016), que la mayor abundancia y riqueza de escarabajos se han registrado en zonas calido-húmedas.

Con respecto a los endemismos Morón et al. (2014) señaló que Oaxaca ocupa el segundo lugar con 64 especies de escarabajos Melolonthidae (*Sensu* Endrödi, 1966), por debajo de Chiapas con 94 y por encima de Baja California con 52. Para la subfamilia Dynastinae

Ratcliffe et al. (2013) y Morón et al. (2014) citaron tres especies endémicas para Oaxaca: *Orizabus delgadoi*, *O. rawlinsi* y *O. subaziro*. Mismas que son señaladas en este estudio.

Dentro de las 88 especies que citaron Ratcliffe et al. (2013), revisaron sólo un ejemplar de *Podischnus agenor* (Olivier, 1789) etiquetado para Oaxaca, sin embargo, sólo está referido al estado, sin proporcionar datos específicos de la localidad donde fue colectado, además, en este trabajo no fue posible colectar dicha especie, debido a esto no se considera su distribución en Oaxaca. Por lo tanto, hasta no estar seguros de su ocurrencia en el estado no puede incluirse en el inventario de escarabajos dynastinos de Oaxaca. Actualmente *P. agenor* se distribuye únicamente en los estados de Chiapas, Jalisco, Tabasco y Veracruz.

En este estudio se agregaron 7 especies a las 88 citadas por Ratcliffe et al. (2013) para el estado de Oaxaca. Tal es el caso de *Golofa pusillas* que fue registrada de Putla Villa de Guerrero por Hernández-Cruz et al. (2014b), *Dynastes maya*, recientemente registrada de San Miguel Chimalapas por Moctezuma y Sánchez-Huerta (2018) y *Tomarus selanderi* reportada de Pinotepa Nacional por López-García y Deloya (2018). También, tres nuevas especies; dos del género *Cyclocephala* y una de *Orizabus*. Además del nuevo registro de *Cyclocephala comata*. Especie que de acuerdo con Ratcliffe et al. (2013) se distribuye entre los 1250 y 1800 m, datos que concuerdan con este estudio, pues se encontró entre los 1500-1700 m. Hasta antes del presente estudio *C. comata* se había reportado con distribución en los estados de Durango, Estado de México, Jalisco, Michoacán, San Luis Potosí y Tamaulipas. Por otra parte, esta especie puede ser confundida con *C. berti* Delgado, 1992, pero se reconoce porque esta última presenta la maza antenal más corta que los antenómeros 2-7, mientras que en *C. comata* es ligeramente más larga que los antenómeros. Adicionalmente, la forma de los parámetros es distinta en ambas especies. Aspectos sobre la biología y ecología de *C. comata* son desconocidos. Sin embargo, se ha reportado que se asocia a pastos y cultivos de maíz (Díaz et al., 2006; Ratcliffe et al., 2013). Por lo cual es considerada plaga agrícola importante (Souza et al., 2014). Sin embargo, en este estudio esta especie fue poco abundante, solo se colectaron 22 ejemplares, lo que indica que su densidad poblacional

es baja y no representa un riesgo como plaga agrícola. Además, hasta el momento no existen en el estado reportes que indiquen lo contrario.

Como recomendación general se puede señalar que, es de suma importancia realizar colectas futuras, principalmente en las zonas que han sido poco o nulamente exploradas en el estado (García-Mendoza et al., 2004; Romero-López y Morón, 2017), ya que debido a la gran diversidad taxonómica que presenta la subfamilia Dynastinae es muy probable que se puedan encontrar nuevas especies o nuevos registros. En este contexto Deloya y Ordóñez-Resendiz (2008) mencionaron que por cada especie conocida aún faltan de tres a nueve por describirse. Por su parte, Morón (2013) señaló que en México aún faltan por describirse aproximadamente 400 especies de escarabajos de la superfamilia Scarabaeoidea. Morón et al. (2014) estimaron que aún faltan por describirse 250 especies de Melolonthidae (*Sensu* Endrödi, 1966).

## **6.2 Distribución de la subfamilia Dynastinae en Oaxaca**

En México no se han documentado estudios sobre la distribución altitudinal a escala regional o a nivel estatal de algún grupo de Coleoptera. Sin embargo, a escala local se han realizado varios trabajos entre los que destacan Martín-Piera y Lobo (1993), Halffter et al. (1995), Lobo y Halffter (2000), Deloya et al. (2007), Deloya et al. (2013) y Ruíz-Pérez et al. (2014), los cuales han estudiado la fauna de coleópteros necrófilos a través de gradientes altitudinales en diferentes localidades del país. En cuanto a los escarabajos Dynastinae, hasta antes del presente trabajo, no se había realizado estudio alguno sobre su distribución. Un trabajo parecido es el de Chamé-Vázquez et al. (2010) sobre los Pasalidae de Chiapas, sin embargo, dicho estudio se basó únicamente en la distribución latitudinal. En cambio, el presente trabajo se basa principalmente en el análisis de la distribución altitudinal de los dynastinos a escala regional o estatal y en segundo plano en su distribución latitudinal. En este contexto, el análisis de su distribución altitudinal muestra los patrones de agregación y composición de especies en cada estrato, además del rango de distribución altitudinal de cada género y especie. Por ejemplo, se observó que el género *Xyloryctes* presentó el rango altitudinal más amplio (0-2900 msnm). Esto se debe principalmente a que la mayoría de sus especies se distribuyen en un rango

amplio y que traslapados forman todavía un rango más amplio. Por otra parte, su amplio rango también se puede explicar debido a la gran movilidad que presentan las especies de este género, ya que por el tamaño relativamente grande (entre 25 - 45 mm de longitud) pueden desplazarse grandes distancias, como lo hacen las especies de *Cyclocephala* (género que presentó el segundo rango más amplio, 0-2200 m) que pueden llegar a recorrer distancias de hasta 1.5 km de planta a planta en 24 horas (Morón, 1997). También se ha dicho que las características ambientales favorecen la dispersión de estos escarabajos, los cuales presentan una gran tolerancia ecológica (Bitar y Morón, 2014). En cuanto a *Xyloryctes telephus*, fue la especie con el rango de distribución altitudinal más amplio, 0-2870 msnm. Bitar y Morón (2014) ya habían reportado que la distribución altitudinal de esta especie es una de las más amplias del género, 530-2275 m. Por su parte, Chacón et al. (2013) registraron esta especie del Iztaccíhuatl, a 3356 m, todavía a una altitud mucho mayor a la reportada en este estudio.

En cuanto a la similitud en la composición de especies entre estratos altitudinales no se detectó un patrón ordenado sucesivamente para la distribución observada. Quizás esto se deba a la falta de un mayor número de registros para llenar los vacíos que se encontraron en estratos donde potencialmente pueden distribuirse también las especies. En cambio, en los estratos con registros de distribución potencial si se observó un patrón definido. Además de una mayor similitud ( $>0.80$ ) en la composición de especies entre estratos. Lo que significa que mientras mayor sea la similitud menor es el recambio de especies entre estratos altitudinales (Moreno, 2001; Villareal et al., 2014; Martella et al., 2012). Estos valores altos de similitud se deben a que en los espacios vacíos fueron llenados con registros potenciales, ya que por ejemplo si una especie dada se distribuye entre 0-200 m y se encuentran registros a 600 m, entonces es muy probable que también se distribuya a 400 y 500 m. En otras palabras, su rango de distribución altitudinal va de los 0-600 m de altitud.

Otro punto importante es que, ambas distribuciones (DistObs y DistPot) mostraron un comportamiento o patrón general similar en cuanto a la riqueza de especies, lo que indicó una relación inversamente proporcional entre la diversidad de escarabajos y la altitud, ya que a menor altitud fue mayor la diversidad, por el contrario, a mayor altitud fue menor la

diversidad de especies. Este patrón principal de riqueza de especies concuerda con la teoría de Stevens o regla de Rapoport que señala que la diversidad en las partes altas generalmente es menor que en las partes bajas (Stevens, 1992). También coincide con lo mencionado por Koleff y Soberón (2008), que hay menor concentración de especies en las zonas altas de las montañas. Hodkinson (2005) señaló que hay una disminución gradual de la riqueza de especies conforme aumenta la altitud. Resultados similares en diferentes taxones fueron encontrados por Fernandes y Price (1988), McCoy (1990), Stevens (1992), Olson, (1994), Sparrow et al. (1994), Lobo y Halffter (2000), Folgarait et al. (2005), Almeida-Neto et al. (2006) y Jones et al. (2012).

Si se toma en consideración únicamente la distribución observada, claramente se distinguen dos picos de riqueza. El más alto se explica fácilmente mediante el patrón o regla de Rapoport descrita por Stevens (1992), la cual ya se ha comentado anteriormente. El segundo pico pudiera tener explicación mediante otro patrón conocido como el efecto del dominio medio o mid-domain effect, el cual señala que la riqueza de especies se acumula en altitudes medias, esto debido a que las especies de altitudes bajas y altas se traslapan en un ecotono donde pueden encontrar condiciones ambientales favorables (Colwell y Hurr, 1994; Rahbek, 1997; Colwell y Lees, 2000; Colwell et al., 2004). En este contexto, Guerrero y Sarmiento (2010) encontraron estos dos patrones en un estudio sobre hormigas en un gradiente altitudinal colombiano. Sin embargo, en este estudio el segundo pico de riqueza en realidad puede estar influenciado por el esfuerzo de muestreo como lo señala Camero-R (2003). Ya que en este trabajo el pico medio de riqueza estuvo entre los 1401-1600 msnm, estrato en el que se obtuvo el segundo número más alto de registros (mayor esfuerzo de muestreo en comparación con otros EA), equivalente al 21.6%. Además, el pico más alto se dio en el estrato del extremo entre 0-200 msnm con el 53.4% de registros, lo cual discrepa con los supuestos de la teoría del efecto del dominio medio, ya que según esta teoría solo habrá un pico máximo de riqueza que estará justo en el centro y no en los extremos del rango altitudinal estudiado.

Por otra parte, muchos factores bióticos y abióticos influyen en la distribución de la riqueza de especies, tales como; la altitud, latitud, temperatura, clima, precipitación,

cobertura vegetal, tipo de vegetación, recursos disponibles, e inclusive la escala espacio-temporal, entre otros (Huston, 1994; Arroyo et al., 2004; Escobar et al., 2005; Brehm et al., 2007; Muñoz y Amarillo-Suárez, 2010; Alonso-Hernández et al., 2014). Sin embargo, para cada grupo taxonómico algunos de estos factores son más relevantes que otros. Por ejemplo, Escobar et al. (2005) observaron que la altitud es un factor que influye significativamente en la diversidad de escarabajos coprófagos Scarabaeinae en un gradiente altitudinal de los Andes colombianos. En el caso de los Dynastinae se ha observado que el factor más significativo en la distribución de su riqueza es la latitud, ya que en las regiones tropicales es donde se concentra su mayor diversidad (Gasca-Álvarez y Amat-García, 2010; Iannacone-Oliver y Soras-Vega, 2010; Ratcliffe et al., 2013), lo que concuerda una vez más con la regla de Rapoport, en latitudes más cercanas al ecuador mayor será la concentración de especies, por tanto mayor será la riqueza y diversidad (Stevens, 1992; Gaston, 1996; Hodkinson, 2005; Willig y Presley, 2017). Esto tiene explicación, debido a que hay mayor flujo de energía en los trópicos. Las plantas aprovechan mejor la radiación solar que es convertida en energía por medio de la fotosíntesis, lo cual genera más recurso disponible para los consumidores (mayor capacidad de carga del ecosistema) y esto junto con otros factores (ecológicos, históricos y evolutivos) derivan en una mayor riqueza y diversidad de especies (Gaston, 1996; Brehm et al., 2007; Willig y Presley, 2017).

## VII. CONCLUSIONES

Se obtuvieron 4750 registros que pertenecen a 95 especies, 21 géneros y 6 tribus de escarabajos de la subfamilia Dynastinae que se distribuyen en el estado de Oaxaca, México. Las especies de Oryctini: *Orizabus delgadoi*, *Orizabus rawlinsi* y *Orizabus subaziro* son endémicas de Oaxaca. Además, se encontraron tres nuevas especies para la ciencia, dos del género *Cyclocephala* y una de *Orizabus*. También, se reporta a *Cyclocephala comata* como nuevo registro estatal con amplia distribución en los Valles Centrales.

El género con mayor riqueza fue *Cyclocephala* con 33 especies. Por otra parte, el género con el mayor rango de distribución altitudinal fue *Xyloryctes*, se distribuye de los 0-2900 msnm. La especie con el rango de distribución altitudinal más amplio de toda la subfamilia Dynastinae fue *Xyloryctes telephus*, ya que se distribuye desde los 0-2870 msnm.

La región con mayor número de registros y mayor riqueza fue el Papaloapan con 2426 registros y 49 especies. La Cañada y Costa presentaron el menor número de registros, ambas con 38. Por su parte, la Mixteca presentó la menor riqueza con 13 especies.

En cuanto al análisis de distribución altitudinal de las especies observadas, se obtuvieron 14 estratos altitudinales. El estrato EA200 con 68 especies obtuvo la mayor riqueza, en cambio EA3000 obtuvo la menor riqueza con 3 especies. Por su parte, el análisis de distribución potencial obtuvo 15 estratos altitudinales. El estrato EA200 presentó la mayor riqueza con 68 especies. Por el contrario, el E2800 con sólo 2 especies presentó la menor riqueza.

El índice de similitud para la distribución observada indicó que los estratos EA1800 y EA2200 obtuvieron la mayor similitud en la composición de especies (0.50). Además, el rango entre los 1600-2400 msnm presentó los valores más altos de similitud. Por su parte, el índice de similitud para la distribución potencial mostró que los estratos EA1200 y EA1400 presentaron la mayor similitud de especies (0.94). Seguido de EA600 y EA800 con el 0.93. Por el contrario EA200 y EA3000 con el 0.01 mostraron la menor similitud. Además, el rango entre los 400-2200 msnm presentó los valores más altos de similitud (> 0.80).

## VIII. LITERATURA CITADA

- Adobe. 2017. Adobe Creative Suite: Photoshop cc - Illustrator cc. Adobe Systems.
- Almeida-Neto, M., Machado, G., Pinto-da-Rocha, R. y Giaretta, A.A. 2006. Harvestman (Arachnida: Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients: an alternative rescue effect to explain Rapoport's rule?. *Journal of Biogeography*, Vol. 33, pp. 361–375.
- Alonso-Hernández, N., Sanchez-García, J.A., Figueroa, J.I., López-Martínez, V., Martínez-Martínez, L., Pérez-Pacheco, R. y Granados-Echegoyen, C. 2014. Distribución espacial de braconidos (Hymenoptera) reportados en el estado de Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, Vol. 30 No. 3, pp. 564–594.
- Amat-García, G., Gasca-Álvarez, H.J. y Amat-García, E. 2005. Guía para la cría de escarabajos. Fundación Natura. Universidad Nacional de Colombia., Bogotá, Colombia, p. 80.
- Arnett, R.H., Michael, C.T. y Skelley, P.E. 2002. American beetles. Vol. 2, Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC Press, p. 861.
- Arriaga, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. y Loa, E. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, p. 609.
- Arroyo, J., Carrión, J.S., Hampe, A. y Jordano, P. 2004. La distribución de las especies a diferentes escalas espacio-temporales. *In: Valladares, F. (Ed.). Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Ministerio de Medio Ambiente, EDRAF, S. A. Madrid, España, pp. 27–67.
- Baraud, J. 1985. Coléopterés Scarabaeoidea. Fauna du Nord de l'Afrique du Maroc au Sinaï", Editions Lechevalier, Paris, p. 651.
- Bates, H.W. 1888. Dynastidae. *In: Godman, F.D. y Salvin, O. (Eds.). Biologia Centrali Americana. Insecta. Coleoptera. Volume II, Part 2.*, Taylor and Francis, London, pp. 296–342.
- Bautista, F., Delfín, H., Palacio, J. y Delgado, M. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Yucatán, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Instituto Nacional de Ecología, México, D. F., p. 508.
- Bitar, A. y Morón, M.A. 2014. Revisión y análisis filogenético del género *Xyloryctes* (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae: Oryctini). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Vol. 85 No. 3, pp. 753–796.
- Blackwelder, R.E. 1944. Checklist of the Coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies, and South America. *Bulletin of the Smithsonian Institution United States National Museum*, Vol. 185, pp. 1–216.

- Brehm, G., Colwell, R.K. y Kluge, J. 2007. The role of environment and mid-domain effect on moth species richness along a tropical elevational gradient. *Global Ecology and Biogeography*, Vol. 16, pp. 205–219.
- Camero-R., E. 2003. Caracterización de la fauna de carábidos (Coleoptera: Carabidae) en un perfil altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, Vol. 27 No. 105, pp. 491–516.
- Casey, T.L. 1915. A review of the American species of Rutelinae, Dynastinae and Cetoniinae. *Memoirs on the Coleoptera*, Vol. 6, pp. 1–394.
- Chacón, A.L., Aragón, A. y Morón, M.A. 2013. Región del Iztaccíhuatl. Teotlalcingo. *In: Morón, M.A.A.-G.A. y C.-R.H. (Ed.). Fauna de escarabajos del estado de Puebla*. M. A. Morón, Coatepec, Veracruz., pp. 83–94.
- Chamé-Vázquez, E.R., Ibarra-Núñez, G., Reyes-Castillo, P. y Gómez, B. 2010. La familia Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) en Chiapas, México. *Lacandonia*, Vol. 4 No. 1, pp. 37–45.
- Colwell, R.K. y Hurr, G. 1994. Nonbiological gradients in species richness and a spurious Rapoport effect. *The American Naturalist*, Vol. 144 No. 4, pp. 570–595.
- Colwell, R.K. y Lees, D.C. 2000. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. *Trends in Ecology and Evolution*, Vol. 15 No. 2, pp. 70–76.
- Colwell, R.K., Rahbek, C. y Gotelli, N.J. 2004. The mid-domain effect and species richness patterns: what have we learned so far?. *The American Naturalist*, Vol. 163 No. 3, pp. 1–23.
- Cultid-Medina, C.A., Medina, U.C.A., Martínez, Q.B.G., Escobar, V.A.F., Constantino, C.L.M. y Betancur, P.N.J. 2012. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del Eje Cafetero: guía para el estudio ecológico. WCS Colombia. CENICAFÉ. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia., Caldas, Colombia, disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1013.9049>.
- Dechambre, R.P. 1986. Insectes coléoptères Dynastidae. Faune de Madagascar. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France, No. 65, p. 215.
- Delgado, L., Pérez, A. y Blackaller, J. 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenericos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomológica Mexicana*, No. 110, pp. 33–87.
- Deloya, C. y Covarrubias, D. 2014. Escarabajos del Estado de Guerrero (Coleoptera: Scarabaeoidea). S y G editores, México, p. 230.
- Deloya, C., Madora-A., M. y Covarrubias-M., D. 2013. Scarabaeidae y Trogidae (Coleoptera) necrófilos de Acahuizotla, Guerrero, México. *Revista Colombiana de Entomología*, Vol. 39 No. 1, pp. 88–94.

- Deloya, C. y Ordóñez-Resendiz, M. 2008. Escarabajos (Insecta: Coleoptera). *In*: Manson, R., Hernández-Ortiz, V., Gallina, S. y Mehlreter, K. (Eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología e Instituto Nacional de Ecología, México, D. F., pp. 123–134.
- Deloya, C., Parra-Tabla, V. y Delfín-González, H. 2007. Fauna de coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al Bosque Mesofilo de Montaña, cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el Centro de Veracruz, México. *Neotropical Entomology*, Vol. 36 No. 1, pp. 5–21.
- Deloya, C., Ponce Saavedra, J., Reyes-Castillo, P. y Aguirre, L.G. 2016. Escarabajos del Estado de Michoacán (Coleoptera: Scarabaeoidea). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, p. 210.
- Díaz, P., Najera, M.B., Lezama, R., Rebolledo, O., Flores, H.E. y Martínez, J.A. 2006. Especies de gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) y su asociación con factores agroclimáticos y de manejo del maíz en los Altos de Jalisco, México. *Fitosanidad*, Vol. 10 No. 3, pp. 209–215.
- Dirzo, R. y Raven, P.H. 1994. Un inventario Biológico para México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, Vol. 55, pp. 29–34.
- Ek-Amnuay, P. 2008. Beetles of Thailand. Siam Insec-Zoo & Museum, Chiang Mai, Thailand, p. 495.
- Endrödi, S. 1966. Monographie der Dynastinae (Coleoptera, Lamellicornia), I. Teil 1 Tribus Cyclocephalini. *Entomologische Abhandlungen Staatlichen Museum für Tierkunde*, Vol. 33, pp. 1–457.
- Endrödi, S. 1985. The Dynastinae of the World. Dr.W. Junk Publisher, Vol. 28, p. 800.
- Escobar, F., Lobo, J.M. y Halffter, G. 2005. Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes. *Global Ecology and Biogeography*, Vol. 14 No. 4, pp. 327–337.
- Espinosa, O.D., Ocegueda, C.S., Aguilar, Z.C., Flores, V.O. y Llorente-Bousquets, J. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. *In*: CONABIO (Ed.). Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 33–65.
- ESRI. 2010. ArcMap. ESRI Inc.
- Fernandes, G.W. y Price, P.W. 1988. Biogeographical gradients in galling species richness - Tests of hypotheses. *Oecologia*, Vol. 76, pp. 161–167.
- Folgarait, P.J., Bruzzone, O., Porter, S.D., Pesquero, M.A. y Gilbert, L.E. 2005. Biogeography and macroecology of phorid flies that attack fire ants in south-eastern Brazil and Argentina. *Journal of Biogeography*, Vol. 32, pp. 353–367.

- García-Atencia, S. y Martínez-Hernández, N. 2015. Escarabajos fitófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) del departamento del Atlántico, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), Vol. 31 No. 1, pp. 89–96.
- García-Mendoza, A.J., Ordóñez, D.M. de J. y Briones-Salas, M. 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza. World Wildlife Fund., México, p. 605.
- Gasca-Álvarez, H.J. 2005. El significado de los escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en una comunidad Uitoto de Leticia, Amazonas (Colombia): Una exploración preliminar a su conocimiento etnoentomológico. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, No. 36, pp. 309–315.
- Gasca-Álvarez, H.J. y Amat-García, G. 2010. Synopsis and key to the genera of Dynastinae (Coleoptera, Scarabaeoidea, Scarabaeidae) of Colombia. *ZooKeys*, Vol. 34 No. 2, pp. 153–192.
- Gasca-Álvarez, H.J. y Ratcliffe, B.C. 2011. An annotated checklist of the oryctine rhinoceros beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae: Oryctini) of the Neotropical and Nearctic realms. *Zootaxa*, No. 3090, pp. 21–40.
- Gaston, K.J. .1996. Biodiversity - latitudinal gradients. *Progress in Physical Geography*. No. 20 Vol. 4, pp. 466–476.
- Gómez y Gómez, B. 2013. Los escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) Chiapas, México. Vol. II. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Gobierno del Estado de Chiapas, México, p. 434.
- Google. 2017. Google Earth Pro. Google Inc., disponible en: [kh.google.com](http://kh.google.com).
- Guerrero, R. y Sarmiento, C. 2010. Distribución altitudinal de hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), Vol. 26 No. 2, pp. 279–302.
- Guzmán-Vásquez, H.M. 2016. Estudio faunístico de los coleópteros lamelicornios (Coleoptera: Scarabaeoidea) de Zaachila, Oaxaca, México. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Tesis de licenciatura, p. 82.
- Guzmán-Vásquez, H.M., Sánchez-García, J.A. y Hernández-Cruz, J. 2017. El género *Cyclocephala* Dejean, 1821 (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae: Cyclocephalini) en México. *Entomología Mexicana*, No. 4, pp. 808–812.
- Halffter, G., Favila, M.E. y Arellano, L. 1995. Spatial distribution of three groups of Coleoptera along an altitudinal transect in the Mexican Transition Zone and its biogeographical implications. *Elytron*, Vol. 9, pp. 151–185.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education. *Paleontologia Electronica* 4(1): 1-9. disponible en: <https://folk.uio.no/ohammer/past/>

- Hernández-Cruz, J., Morón, M.A., Ruiz-Vega, J., Sánchez-García, J.A., Martínez-Martínez, L. y Pérez-Pacheco, R. 2014. Bionomía de las especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), Vol. 30 No. 1, pp. 144–160.
- Hernández-Cruz, J., Morón, M.A., Sánchez-García, J.A. y Martínez-Martínez, L. 2014b. Nuevo registro estatal en México de *Golofa* (*Mixigenus*) *pusilla* Arrow (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae). *Entomología Mexicana*, Vol. 1, pp. 759–761.
- Hernández-Cruz, J., Morón, M.A., Sánchez-García, J.A., Martínez-Martínez, L., Jarquín-López, R. y Cerqueda-Reyes, H. 2016. Listado de especies del género *Phyllophaga* Harris 1827 (Coleoptera: Melolonthidae, Melolonthinae) en el estado de Oaxaca. *Entomología Mexicana*, Vol. 3, pp. 924–929.
- Hodkinson, I.D. 2005. Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, Vol. 80, pp. 489–513.
- Huston, M.A. 1994. *Biology diversity. The coexistence of species on changing landscapes.* Cambridge University Press, Cambridge, England, p. 671.
- Iannacone-Oliver, J. y Soras-Vega, A. 2010. *Dynastes* (Macleay, 1819) (Coleoptera: Scarabaeidae): Distribución, lista de especies para Sudamérica y crianza en cautiverio. *Scientia*, Vol. 12 No. 12, pp. 81–103.
- INEGI. 2016a. Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca 2016. Gobierno del Estado de Oaxaca. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México), Oaxaca, México, p. 1751.
- INEGI. 2016b. *Conociendo Oaxaca.* México, p. 34.
- Jiménez-Sánchez, E., Labrador, C.G., López, C.E., Navarrete-Heredia, J.L. y Padilla, R.J. 2010. Escarabajos (Coleoptera: Staphylinidae, Silphidae, Scarabaeidae y Trogidae). *In: Ceballos, G., List, R., Garduño, G., López Cano, R., Muñozcano Quintanar, M.J., Collado, E. y San Román, J.E. (Eds.). La diversidad biológica del Estado de México.* Gobierno del Estado de México, México, pp. 97–102.
- Johnson, D. 2008. *How to do everything digital camera.* Connect, McGraw-Hill, p. 428.
- Jones, R.W., Niño-Maldonado, S. y Luna-Cozar, 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*, Vol. 83, p. 100-109.
- Koleff, P. y Soberón, J. 2008. Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies. *Capital natural de México*, Vol. I, pp. 323–364.
- Lawrence, J.F. y Newton, A. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). *In: Pakaluk, J. y Slipinski, S.A. (Eds.). Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera.* Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa, pp. 779–1006.

- Lawrence, J.F. y Slipinski, A. 2013. Australian Beetles Volume 1: Morphology, Classification and Keys. CSIRO Publishing, Australia, Vol. 1, p. 576.
- Lobo, J.M. y Halffter, G. 2000. Biogeographical and ecological factors affecting the altitudinal variation of mountainous communities of coprophagous beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea): a comparative study. *Annals of the Entomological Society of America*, Vol. 93 No. 1, pp. 115–126.
- Martella, M.B., Trumper, E. V, Bellis, L.M., Renison, D., Giordano, P.F., Bazzano, G. y Gleiser, R.M. 2012. Manual de Ecología: Evaluación de la biodiversidad. Reduca (Biología). Serie Ecología, Vol. 5 No. 1, pp. 71–115.
- Martín-Piera, F. y Lobo, J.M. 1993. Altitudinal distribution patterns of copro-necrophage Scarabaeoidea (Coleoptera) in Veracruz, México. *The Coleopterists Bulletin*, Vol. 47 No. 4, pp. 321–334.
- Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J.E. y Álvarez, F. 2014. El estudio de la biodiversidad en México: ¿Una ruta con dirección?. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Vol. 85 No. SUPPL., pp. 1–9.
- Martínez, I., Cruz R., M., Montes de Oca T., E. y Suárez L., T. 2011. La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos. Secretaría de Educación de Veracruz, Xalapa, Veracruz, México, p. 72.
- McCoy, E.D. 1990. The distribution of Insects along elevational gradients. *Oikos*, Vol. 58 No. 3, pp. 313–322.
- Meave, J.A., Romero-Romero, M.A., Salas-Morales, S.H., Pérez-García, E.A. y Gallardo-Cruz, J.A. 2012. Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México. *Ecosistemas*, Vol. 21 No. 1–2, pp. 85–100.
- Méndez, M. y Jiménez, D. 2012. Generación de Modelos de Elevación Digital (DEM) a partir del análisis fotogramétrico utilizando imágenes CARTA-2005. *Tecnología en Marcha*, Vol. 26 No. 4, pp. 26–35.
- Mittermeier, R.A., Goettsch-Mittermeier, C. y Robles, P.G. 1997. Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo. Cemex-Agrupación Sierra Madre, México, D. F., p. 501.
- Moctezuma, V. y Sánchez-Huerta, J.L. 2018. New state and habitat records for *Dynastes maya* Hardy (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) in Mexico. *The Coleopterists Bulletin*, Vol. 72 No. 1, pp. 184–185.
- Moore, M.R. y Jameson, M.L. 2013. Floral associations of cyclocephaline scarab beetles. *Journal of insect science*, Vol. 13 No. 100, pp. 1–43.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Vol. I. M&T - Manuales y Tesis SEA, Vol. 1, Zaragoza, España, p. 84.
- Morón, M.A. 1985. Los insectos degradadores, un factor poco estudiado en los bosques de México. *Folia Entomológica Mexicana*, No. 65, pp. 131–137.

- Morón, M.A. 1987. Los estados inmaduros de *Dynastes hyllus* Chevrolat (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae); con observaciones sobre su biología y el crecimiento alométrico del imago. *Folia Entomológica Mexicana*, No. 72, pp. 33–74.
- Morón, M.A. 1997. Notas sobre *Cyclocephala* Latreille (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) asociadas con *Xanthosoma* Schott (Araceae) en Chiapas, México. *Giornale Italiano di Entomologia*, No. 8, pp. 399–407.
- Morón, M.A. 1999. Belleza, diversidad y rareza de escarabajos mexicanos. *Biodiversitas*, Vol. 26, pp. 1–6.
- Morón, M.A. 2003. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. II. Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania editio, Barcelona, España, p. 227.
- Morón, M.A. 2004. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología A.C. y Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, España, p. 204.
- Morón, M.A. 2013. Introducción al conocimiento de los escarabajos de Puebla. *In: Morón, M.A., Aragón, A. y Carrillo-Ruiz, H. (Eds.). Fauna de escarabajos del estado de Puebla.* Morón, M. A., Coatepec, Veracruz, pp. 1–28.
- Morón, M.A. y Aragón, A. 2003. Importancia ecológica de las especies americanas de Coleoptera Scarabaeoidea. *Dugesiana*, Vol. 10 No. 1, pp. 13–29.
- Morón, M.A. y Márquez, J. 2012. Nuevos registros estatales y nacionales de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) y comentarios sobre su distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Vol. 83, pp. 698–711.
- Morón, M.A., Nogueira, G., Rojas-Gómez, C. V y Arce-Pérez, R. 2014. Biodiversidad de Melolonthidae (Coleoptera) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Elsevier, Vol. 85 No. SUPPL., pp. 298–302.
- Morón, M.A., Ratcliffe, B.C. y Deloya, C. 1997. Atlas de los escarabajos de México Vol I. Familia Melolonthidae. Editado por Morón, M.Á. Sociedad Mexicana de Entomología, A.C., Veracruz, México, p. 280.
- Morón, M.A. y Terrón, R.A. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, Vol. 3, pp. 1–47.
- Morón, M.A. y Terrón, R.A. 1988. *Entomología Práctica*. Instituto de Ecología, Distrito Federal, México, p. 504.
- Muñoz, A. y Amarillo-Suárez, Á. 2010. Variación altitudinal en diversidad de Arctiidae y Saturniidae (Lepidoptera) en un bosque de niebla colombiano. *Revista Colombiana de Entomología*, Vol. 36 No. 2, pp. 292–299.
- Neita, J.C., Orozco, J. y Ratcliffe, B.C. 2006. Escarabajos (Scarabaeidae: Pleurosticti) de la selva baja del bosque pluvial tropical «BP-T», Chocó, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, Vol. 22 No. 2, pp. 1–32.

- Olson, D.M. 1994. The distribution of leaf litter invertebrates along a Neotropical altitudinal gradient. *Journal of Tropical Ecology*, Vol. 10 No. 2, pp. 129–150.
- Ordóñez, M. de J. y Rodríguez, P. 2008. Oaxaca, el estado con mayor diversidad biológica y cultural de México, y sus productores rurales. *Ciencias*, Vol. 91, pp. 54–64.
- Otavo, S.E., Parrado-rosselli, Á. y Noriega, J.A. 2013. Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico. *Revista Biología Tropical*, Vol. 61 No. 2, pp. 735–752.
- Pardo-Locarno, L.C., Ramírez-Pava, B., Villota, H., Villanueva, O. y Bahamón, W. 2011. Ensamblaje de escarabajos Melolonthidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados con pasturas en el departamento del Caquetá y su posible relación con la salubridad edáfica. *Acta Agronómica*, Vol. 60 No. 3, pp. 279–290.
- Pérez, A. y François, J. 2009. Evaluación de los errores de modelos digitales de elevación obtenidos por cuatro métodos de interpolación. *Investigaciones Geográficas: Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, No. 69, pp. 53–67.
- Quintero, D.A., Montoya, D.M. y Betancur, T. 2009. Aplicación metodológica para obtener modelos digitales de elevación. *Revista Gestión y Ambiente*, Vol. 12 No. 2, pp. 87–100.
- Rahbek, C. 1997. The relationship among area, elevation, and regional species richness in neotropical birds. *The American Naturalist*, Vol. 149 No. 5, pp. 875–902.
- Ramírez-Ponce, A., Allende-Canseco, J. y Morón, M.A. 2009. Fauna de coleópteros lamelicornios de Santiago Xiacui, Sierra Norte, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, Vol. 25 No. 2, pp. 323–343.
- Ratcliffe, B.C. 2003. The Dynastine Scarab Beetles of Costa Rica and Panama (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, Vol. 16, p. 506.
- Ratcliffe, B.C. y Cave, R.D. 2006. The Dynastine Scarab Beetles of Honduras, Nicaragua and El Salvador (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, Vol. 21, p. 424.
- Ratcliffe, B.C. y Cave, R.D. 2015. The Dynastine Scarab Beetles of the West Indies (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, Vol. 28, p. 346.
- Ratcliffe, B.C., Cave, R.D. y Cano, E.B. 2013. The Dynastine Scarab Beetles of Mexico, Guatemala, and Belize (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). *University of Nebraska State Museum, Nebraska, U.S.A.*, p. 666.
- Ribera, I. y Beutel, R.G. 2012. Coleópteros. *In: Vargas, P. y Zardoya, R. (Eds.). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos. Impulso global Solutions, Madrid, España*, pp. 313–321.

- Ritcher, P.O. 1966. White Grubs and their allies. Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, p. 219.
- Romero-López, M. y Morón, M.A. 2017. Dos nuevas especies de Coleoptera Melolonthidae de la Costa Grande de Guerrero, México. *Southwestern Entomologist*, Vol. 42 No. 3, pp. 889–900.
- Ruíz-Pérez, I., León, J.L. y Caballero, U. 2014. Variación altitudinal de los Scarabaeidae (Coleoptera) en la Chinantla, Oaxaca. *Entomología Mexicana*, Vol. 1, pp. 1223–1227.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Limusa, México, p. 504.
- Sáiz, G.F., Solervicens, A.J. y Ojeda, P.A. 2013. Coleópteros del parque nacional La Campana y de Chile central. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Santiago de Chile, Chile, pp. 17–18.
- Sala, H., Matko, C., Falk, U. y Grings, F. 2014. Análisis y comparación de dos modelos digitales de elevación en la isla 25 de Mayo (King George Island), Islas Shetland del sur, Antártida. *Geoacta*, Vol. 39 No. 2, pp. 14–29.
- Soberón, J., Llorente-Bousquets, J. y Luis, A. 2005. Estimación del componente Beta del número de especies de Papilionidae y Pieridae (Insecta: Lepidoptera) de México por métodos indirectos. *In*: Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P. y Melic, A. (Eds.). Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta Y gamma. Vol. 4, SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS, CONACYT, Zaragoza, España, pp. 231–237.
- Solís, Á. 2005. Métodos y técnicas de recolecta para coleópteros scarabaeoideos. Instituto Nacional de Biodiversidad, Santo Domingo, Costa Rica, p. 13.
- Souza, T.B., Maia, A.C.D., Albuquerque, C.M.R. y Iannuzzi, L. 2014. Description of *Cyclocephala distincta* Burmeister (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae: Cyclocephalini) immatures and identification key for third instars of some *Cyclocephala* species. *Zootaxa*, Vol. 3872 No. 2, pp. 180–186.
- Sparrow, H.R., Sisk, T.D., Ehrlich, P.R. y Murphy, D.D. 1994. Techniques and guidelines for monitoring Neotropical butterflies. *Conservation Biology*, Vol. 8 No. 3, pp. 800–809.
- Stechauner-Rohringer, R. y Pardo-Locarno, L.C. 2010. Redescrición de inmaduros, ciclo de vida, distribución e importancia agrícola de *Cyclocephala lunulata* Burmeister (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) en Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, Vol. 14 No. 1, pp. 203–220.
- Stevens, G.C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: An extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. *The American Naturalist*, Vol. 140 No. 6, pp. 893–911.
- Suárez-Mota, M.E. y Villaseñor, J.L. 2011. Las Compuestas endémicas de Oaxaca, México: Diversidad y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, Vol. 88, pp. 55–66.

- Trujillo-Miranda, A.L., Carrillo-Ruiz, H., Rivas-Arancibia, S.P. y Andrés-Hernández, A.R. 2016. Estructura y composición de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el cerro Chacateca, Zapotitlán, Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Vol. 87 No. 1, pp. 109–122.
- Vílchez, J. 2000. Evaluación de la exactitud de modelos de elevación digital (MED) de malla regular generados a partir de curvas de nivel. *Revista Geográfica Venezolana*, Vol. 41 No. 2, pp. 239–256.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., et al. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa Inventarios de Biodiversidad: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, p. 236.
- Willig, M.R. y S.J. Presley. 2017. Latitudinal gradients of biodiversity. Reference Module in Life Sciences. Elsevier Ltd., Oxford, UK., pp. 1-17.

## ANEXOS

### Anexo 1. Especies de la subfamilia Dynastinae con distribución en Oaxaca, México de acuerdo con Ratcliffe et al. (2013).

| Tribu           | Género                                      | Especie   |                                      |
|-----------------|---|---|--------------------------------------|
| Cyclocephalini  | <i>Ancognatha</i>                           | <i>A. falsa</i> Arrow, 1911                         |                                      |
|                 |   | <i>A. quadripunctata</i> Bates, 1888                |                                      |
|                 |   | <i>A. sellata</i> Arrow, 1911                       |                                      |
|                 | <i>Aspidolea</i>                            | <i>A. fuliginea</i> Burmeister, 1847                |                                      |
|                 |   | <i>A. singularis</i> Bates, 1888                    |                                      |
|                 | <i>Cyclocephala</i>                         | <i>C. aequatoria</i> Endrödi, 1963                  |                                      |
|                 |   | <i>C. brevis</i> Höhne, 1923                        |                                      |
|                 |   | <i>C. capitata</i> Höhne, 1923                      |                                      |
|                 |   | <i>C. cerea</i> Burmeister, 1847                    |                                      |
|                 |   | <i>C. complanata</i> Burmeister, 1847               |                                      |
|                 |   | <i>C. concolor</i> Burmeister, 1847                 |                                      |
|                 |   | <i>C. confusa</i> Endrödi, 1966                     |                                      |
|                 |   | <i>C. curta</i> Bates, 1888                         |                                      |
|                 |   | <i>C. deceptor</i> Casey, 1915                      |                                      |
|                 |   | <i>C. discolor</i> (Herbst, 1792)                   |                                      |
|                 |   | <i>C. forcipulata</i> Howden and Endrödi, 1966      |                                      |
|                 |   | <i>C. freudei</i> Endrödi, 1963                     |                                      |
|                 |   | <i>C. fulgurata</i> Burmeister, 1847                |                                      |
|                 |   | <i>C. gravis</i> Bates, 1888                        |                                      |
|                 |   | <i>C. guttata</i> Bates, 1888                       |                                      |
|                 |   | <i>C. jalapensis</i> Casey, 1915                    |                                      |
|                 |   | <i>C. laminata</i> Burmeister, 1847                 |                                      |
|                 |   | <i>C. larssoni</i> Endrödi, 1964                    |                                      |
|                 |   | <i>C. lunulata</i> Burmeister, 1847                 |                                      |
|                 |   | <i>C. mafaffa</i> Burmeister, 1847                  |                                      |
|                 |   | <i>C. melanocephala</i> (Fabricius, 1775)           |                                      |
|                 |   | <i>C. mesophylla</i> Mora-Aguilar and Delgado, 2012 |                                      |
|                 |   | <i>C. multiplex</i> Casey, 1915                     |                                      |
|                 |   | <i>C. ovulum</i> Bates, 1888                        |                                      |
|                 |   | <i>C. picta</i> Burmeister, 1847                    |                                      |
|                 |   | <i>C. sanguinicollis</i> Burmeister, 1847           |                                      |
|                 |   | <i>C. sexpunctata</i> Laporte, 1840                 |                                      |
|                 |   | <i>C. sparsa</i> Arrow, 1902                        |                                      |
|                 |   | <i>C. stictica</i> Burmeister, 1847                 |                                      |
|                 |   | <i>C. weidneri</i> Endrödi, 1964                    |                                      |
|                 |   | <i>Dyscinetus</i>                                   | <i>D. dubius</i> (Olivier, 1789)     |
|                 |   |   | <i>D. laevipunctatus</i> Bates, 1888 |
|                 |   |   | <i>S. bicarinatus</i> Robinson, 1947 |
|                 | <i>Stenocrates</i>                          | <i>S. canuli</i> Delgado, 1991                      |                                      |
|                 |   | <i>S. duplicatus</i> Endrödi, 1967                  |                                      |
|                 |   | Pentodontini  | <i>Bothynus</i>                      |
|                 | <i>Euetheola</i>                            |   |                                      |
| <i>Orizabus</i> |   |   |                                      |
|                 | <i>O. clunalis</i> (LeConte, 1856)          |   |                                      |
|                 | <i>O. delgadoi</i> Ratcliffe and Cave, 2010 |   |                                      |
|                 | <i>O. fairmairei</i> (Bates, 1888)          |   |                                      |
|                 | <i>O. isodonoides</i> Fairmaire, 1878       |   |                                      |
|                 | <i>O. rawlinsi</i> Dechambre, 2003          |   |                                      |

|               |                      |   |
|---------------|----------------------|---|
|               |                      | <i>O. subaziro</i> Ratcliffe, 1994                                      |
|               | <i>Tomarus</i>       | <i>T. bituberculatus</i> (Palisot de Beauvois, 1811)                    |
|               |                      | <i>T. cicatricosus</i> (Prell, 1937)                                    |
|               |                      | <i>T. ebenus</i> (De Geer, 1774)  |
|               |                      | <i>T. laevicollis</i> (Bates, 1888)                                     |
|               |                      | <i>T. nasutus</i> (Burmeister, 1847)                                    |
|               |                      | <i>T. sallaei</i> (Bates, 1888)   |
| Oryctini      | <i>Coelosis</i>      | <i>C. biloba</i> (Linnaeus, 1767)                                       |
|               | <i>Enema</i>         | <i>E. endymion</i> Chevrolat, 1843                                      |
|               |                      | <i>E. pan</i> (Fabricius, 1775)   |
|               | <i>Heterogomphus</i> | <i>H. chevrolati</i> Burmeister, 1847                                   |
|               |                      | <i>H. flohri</i> (Kolbe, 1906)  |
|               | <i>Strategus</i>     | <i>S. aloeus</i> (Linnaeus, 1758)                                       |
|               |                      | <i>S. hipposiderus</i> Ratcliffe, 1976                                  |
|               |                      | <i>S. jugurtha</i> Burmeister, 1847                                     |
|               |                      | <i>S. longichomperus</i> Ratcliffe, 1976                                |
|               | <i>Xyloryctes</i>    | <i>X. corniger</i> Bates, 1888  |
|               |                      | <i>X. ensifer</i> Bates, 1888   |
|               |                      | <i>X. furcatus</i> Burmeister, 1847                                     |
|               |                      | <i>X. lobicollis</i> Bates, 1888  |
|               |                      | <i>X. telephus</i> Burmeister, 1847                                     |
|               |                      | <i>X. teuthras</i> Bates, 1888  |
|               |                      | <i>X. thestalus</i> Bates, 1888   |
| Phileurini    | <i>Hemiphileurus</i> | <i>H. dejeani</i> (Bates, 1888)   |
|               |                      | <i>H. flohri</i> (Kolbe, 1910)  |
|               |                      | <i>H. laevicauda</i> (Bates, 1888)                                      |
|               |                      | <i>H. microps</i> (Burmeister, 1847)                                    |
|               | <i>Homophileurus</i> | <i>H. tricuspis</i> Prell, 1914   |
|               | <i>Phileurus</i>     | <i>P. didymus</i> (Linnaeus, 1758)                                      |
|               |                      | <i>P. truncatus</i> (Palisot de Beauvois, 1807)                         |
|               |                      | <i>P. valgus</i> (Olivier, 1789)  |
|               |                      | <i>P. voirinae</i> Endrödi, 1985  |
| Agaocephalini | <i>Spodistes</i>     | <i>S. mniszechi</i> (Thomson, 1860)                                     |
|               |                      | <i>S. monzoni</i> Warner, 1992  |
| Dynastini     | <i>Dynastes</i>      | <i>D. hyllus</i> Chevrolat, 1843  |
|               | <i>Golofa</i>        | <i>G. incas</i> Hope, 1837  |
|               |                      | <i>G. pizarro</i> Hope, 1837  |
|               |                      | <i>G. tersander</i> Burmeister, 1847                                    |
|               | <i>Megasoma</i>      | <i>M. elephas</i> (Fabricius, 1775)                                     |
|               |                      | <i>M. occidentale</i> Bolívar y Pieltain, Jiménez-Asúa & Martínez, 1963 |

---

## Anexo 2. Municipios del estado de Oaxaca, México.

|  |                                    |                                   |                                      |                                    |  |
|--|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| 001 Abejones                               | 101 San Andrés Zabache             | 201 San Juan Juquila              | 301 San Pedro Apóstol                | 401 Santa María Colotepec          | 501 Santiago Yucuyachi                               |
| 002 Acatlán de Pérez Figueroa              | 102 San Andrés Zautla              | Vijanos                           | 302 San Pedro Atoyac                 | 402 Santa María Cortijo            | 502 Santiago Zacatepec                               |
| 003 Asunción Cacalotepec                   | 103 San Antonio Castillo Velasco   | 202 San Juan Lachao               | 303 San Pedro Cajonos                | 403 Santa María Coyotepec          | 503 Santiago Zoocliha                                |
| 004 Asunción Cuyotepeji                    | 104 San Antonio el Alto            | 203 San Juan Lachigalla           | 304 San Pedro Coxcattepec Cántaros   | 404 Santa María                    | 504 Nuevo Zoquiápan                                  |
| 005 Asunción Ixtaltepec                    | 105 San Antonio Monte Verde        | 204 San Juan Lajarcia             | 305 San Pedro Comitancillo           | 405 Santa María                    | 505 Santo Domingo                                    |
| 006 Asunción Nochistlán                    | 106 San Antonio Acutla             | 205 San Juan Lalana               | 306 San Pedro el Alto                | 406 Villa de Chilapa de Díaz       | Ingenio  |
| 007 Asunción Ocotlán                       | 107 San Antonio de la Cal          | 206 San Juan de los Cués          | 307 San Pedro Huamelula              | 407 Santa María Chilchotla         | 506 Santo Domingo                                    |
| 008 Asunción Tlacolulita                   | 108 San Antonio Huítepec           | 207 San Juan Mazatlán             | 308 San Pedro Huilotepec             | 408 Santa María Chimalapa          | Albarradas   |
| 009 Ayotzintepec                           | 109 San Antonio                    | 208 San Juan Mixtepec - Dto. 08 - | 309 San Pedro Ixcatlán               | 409 Santa María del Rosario        | 507 Santo Domingo                                    |
| 010 El Barrio de la Soledad                | Nanahuatipam                       | 209 San Juan Mixtepec - Dto. 26 - | 310 San Pedro Ixtlahuaca             | 410 Santa María del Tule           | Armenta  |
| 011 Calihualá                              | 110 San Antonio Sinicahua          | 210 San Juan Numi                 | 311 San Pedro Jaltepetongo           | 411 Santa María Ecatepec           | 508 Santo Domingo                                    |
| 012 Candelaria Loxicha                     | 111 San Antonio Tepetlapa          | 211 San Juan Ozolotepec           | 312 San Pedro Jicayán                | 412 Santa María Guelacé            | Chihuitán  |
| 013 Ciénega de Zimatlán                    | 112 San Baltazar Chichicápam       | 212 San Juan Petlapa              | 313 San Pedro Jocotipac              | 413 Santa María Guienagati         | 509 Santo Domingo de Morelos                         |
| 014 Ciudad Ixtepec                         | 113 San Baltazar Loxicha           | 213 San Juan Quiáhije             | 314 San Pedro Juchatengo             | 414 Santa María Huatulco           | 510 Santo Domingo                                    |
| 015 Coatecas Altas                         | 114 San Baltazar Yatzacchi el Bajo | 214 San Juan Quiotepec            | 315 San Pedro Mártir                 | 415 Santa María Huazolotlán        | Ixcatlán   |
| 016 Coicoyán de las Flores                 | 115 San Bartolo Coyotepec          | 215 San Juan Sayultepec           | 316 San Pedro Mártir Quiechapa       | 416 Santa María Jalapa             | 511 Santo Domingo Nuxaa                              |
| 017 La Compañía                            | 116 San Bartolomé Ayautla          | 216 San Juan Tabaá                | 317 San Pedro Mixtepec -Dto. 22 -    | 417 Santa María Jacatepec          | 512 Santo Domingo                                    |
| 018 Concepción Buenavista                  | 117 San Bartolomé Loxicha          | 217 San Juan Tamazola             | 318 San Pedro Mixtepec -Dto. 26 -    | 418 Santa María Jalapa del Marqués | Ozoloitepec  |
| 019 Concepción Pápalo                      | 118 San Bartolomé Quialana         | 218 San Juan Teitla               | 319 San Pedro Molinos                | 419 Santa María Jalapa del Marqués | 513 Santo Domingo Petapa                             |
| 020 Constanza del Rosario                  | 119 San Bartolomé Yucuañe          | 219 San Juan Teitapac             | 320 San Pedro Nopala                 | 420 Santa María Jaltianguis        | 514 Santo Domingo                                    |
| 021 Cosolapa                               | 120 San Cristóbal Amotepec         | 220 San Juan Tepeuxtlán           | 321 San Pedro Nopala                 | 421 Santa María Juchitán           | Roaaya   |
| 022 Cosoltepec                             | 121 San Bartolomé Soyaltepec       | 221 San Juan Tepecolula           | 322 San Pedro Ocopetlatillo          | 422 Santa María Nativitas          | 515 Santo Domingo                                    |
| 023 Cuicatlan de Guerrero                  | 122 San Bartolomé Soyaltepec       | 222 San Juan Yaeé                 | 323 San Pedro Pochutla               | 423 Santa María Nduayaco           | Tehuantepec  |
| 024 Cuyamecalco Villa de Zaragoza          | 123 San Bernardo Mixtepec          | 223 San Juan Yatzona              | 324 San Pedro Quiatoni               | 424 Santa María Ozuotepec          | 516 Santo Domingo                                    |
| 025 Chahuites                              | 124 San Blas Atempa                | 224 San Juan Yucuita              | 325 San Pedro Sochiápam              | 425 Santa María Ozuotepec          | Tejomulco  |
| 026 Chalcatongo de Hidalgo                 | 125 San Carlos Yautepec            | 225 San Lorenzo                   | 326 San Pedro Tapanatepec            | 426 Santa María Peñoles            | 517 Santo Domingo                                    |
| 027 Chiquihuitlán de Benito Juárez         | 126 San Cristóbal Amatlán          | 226 San Lorenzo Albarradas        | 327 San Pedro Taviche                | 427 Santa María Peñoles            | Tepeuxtepec  |
| 028 Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo     | 127 San Cristóbal Amotepec         | 227 San Lorenzo Cacacotepec       | 328 San Pedro Teacacalco             | 428 Santa María Quejolani          | 518 Santo Domingo                                    |
| 029 El Espinal                             | 128 San Cristóbal Lachirioag       | 228 San Lorenzo Cuauacuilutla     | 329 San Pedro Tidaá                  | 429 Santa María Soledad            | 519 Santo Domingo                                    |
| 030 Tamazulápam del Espíritu Santo         | 129 San Cristóbal Suchixtlahuaca   | 229 San Lorenzo Cuauacuilutla     | 330 San Pedro Totolápan              | 430 Santa María Tlaltepēc          | Tomaltepec   |
| 031 Tamazulápam del Espíritu Santo         | 130 San Dionisio del Mar           | 230 San Lorenzo Texmelucán        | 331 San Pedro Totolápan              | 431 Santa María Tecomavaca         | 520 Santa María Tonala                               |
| 032 Fresnillo de Trujano                   | 131 San Dionisio Ocotepēc          | 231 San Lorenzo Victoria          | 332 San Pedro Yancuri                | 432 Santa María Tecomavaca         | 521 Santo Domingo                                    |
| 033 Guadalupe Etla                         | 132 San Dionisio Ocotlán           | 232 San Lucas Camotlán            | 333 San Pedro Yélox                  | 433 Santa María Temaxcaltepec      | Tonaltepec   |
| 034 Guadalupe de Ramirez                   | 133 San Esteban Atlatlahuaca       | 233 San Lucas Quiavini            | 334 San Pedro y San Pablo Ayutla     | 434 Santa María Teopoxco           | 522 Santo Domingo                                    |
| 035 Juchitán de Zaragoza                   | 134 San Felipe Jalapa de Díaz      | 234 San Lucas Zoquiápan           | 335 Santa Ana Tlacoyalpan            | 435 Santa María Tepantlali         | Xagacía  |
| 036 Guevesa de Humboldt                    | 135 San Felipe Tejalápam           | 235 San Luis Amatlán              | 336 Santa Ana Tlacoyalpan            | 436 Santa María Texcatitlán        | 523 Santo Domingo                                    |
| 037 Mesones Hidalgo                        | 136 San Felipe Usila               | 236 San Marcial Ozolotepec        | 337 Santa Ana Tlacoyalpan            | 437 Santa María Texcatitlán        | Yanhuitlán   |
| 038 Villa Hidalgo                          | 137 San Francisco Cahuacuá         | 237 San Marcos Artega             | 338 Villa de Etla                    | 438 Santa María Teopoxco           | 524 Santo Domingo                                    |
| 039 Heroica Ciudad de Huajuapán de León    | 138 San Francisco Cajonos          | 238 San Martín de los Andes       | 339 San Pedro y San Pablo Tepecolula | 439 Santa María Tepantlali         | Yodohino   |
| 040 Huautepic                              | 139 San Francisco Chapulapa        | 239 San Martín de los Andes       | 340 San Pedro y San Pablo Tepecolula | 440 Santa María Tepantlali         | 525 Santo Domingo                                    |
| 041 Huautla de Jiménez                     | 140 San Francisco Chindúa          | 240 San Martín Itunyoso           | 341 San Pedro Yucunama               | 441 Santa María Tlaltepēc          | Zanatepec  |
| 042 Ixtlán de Juárez                       | 141 San Francisco del Mar          | 241 San Martín Lachilá            | 342 San Raymundo Jalpan              | 442 Santa María Tlaltepēc          | 526 Santos Reyes Nopala                              |
| 043 Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza | 142 San Francisco Huehuetlán       | 242 San Martín Peras              | 343 San Sebastián Abasco             | 443 Santa María Tlaltepēc          | 527 Santos Reyes Nopala                              |
| 044 Loma Bonita                            | 143 San Francisco Ixhuatán         | 243 San Martín Tilcajete          | 344 San Sebastián Coatlán            | 444 Santa María Yavesia            | 528 Santos Reyes Tecuán                              |
| 045 Magdalena Apasco                       | 144 San Francisco Jaltepetongo     | 244 San Martín Tilcajete          | 345 San Sebastián Ixcapa             | 445 Santa María Yavesia            | 529 Santos Reyes Yecuná                              |
| 046 Magdalena Jaltepec                     | 145 San Francisco Lachigolá        | 245 San Martín Tilcajete          | 346 San Sebastián Nicananduta        | 446 Santa María Yavesia            | 530 Santo Tomás Jalleza                              |
| 047 Santa Magdalena Jicotlán               | 146 San Francisco Logueche         | 246 San Martín Tilcajete          | 347 San Sebastián Rio Hondo          | 447 Santa María Yavesia            | 531 Santo Tomás                                      |
| 048 Magdalena Mixtepec                     | 147 San Francisco Nuxtepec         | 247 San Martín Tlaxiaco           | 348 San Sebastián Tecomaxtlahuaca    | 448 Santa María Yavesia            | 532 Santo Tomás                                      |
| 049 Magdalena Ocotlán                      | 148 San Francisco Ozolotepec       | 248 San Mateo del Mar             | 349 San Sebastián Teitapac           | 449 Santa María Yavesia            | 533 Santo Tomás                                      |
| 050 Magdalena Peñasco                      | 149 San Francisco Sola             | 249 San Mateo del Mar             | 350 San Sebastián Tutla              | 450 Santa María Yavesia            | Tamazulápam  |
| 051 Magdalena Teitapac                     | 150 San Francisco Texitlahuaca     | 250 San Mateo del Mar             | 351 San Simón Zacatopan              | 451 Santa María Yavesia            | 534 San Vicente Coatlán                              |
| 052 Magdalena Tequisistlán                 | 151 San Francisco Teopon           | 251 San Mateo del Mar             | 352 San Simón Zacatopan              | 452 Santa María Yavesia            | 535 San Vicente Lachixio                             |
| 053 Magdalena Tlacotepec                   | 152 San Francisco Teopanción       | 252 San Mateo del Mar             | 353 Santa Ana Atoyac                 | 453 Santa María Yavesia            | 536 San Vicente Nuñu                                 |
| 054 Magdalena Zahuatlán                    | 153 San Gabriel Mixtepec           | 253 San Mateo del Mar             | 354 Santa Ana Atoyac                 | 454 Santa María Yavesia            | 537 Silacayoápan                                     |
| 055 Maricó de Juárez                       | 154 San Idelfonso Amatlán          | 254 San Mateo del Mar             | 355 Santa Ana Cuauhtémoc             | 455 Santa María Yavesia            | 538 Silacayoápan                                     |
| 056 Mártires de Tacubaya                   | 155 San Idelfonso Sola             | 255 San Mateo del Mar             | 356 Santa Ana del Valle              | 456 Santa María Yavesia            | 539 Soledad Etla                                     |
| 057 Matías Romero Avendaño                 | 156 San Idelfonso Villa Alta       | 256 San Mateo Tiapitepec          | 357 Santa Ana Tavela                 | 457 Santa María Yavesia            | 540 Villa de Tamazulápam                             |
| 058 Mazatlán Villa de Flores               | 157 San Jacinto Amilpas            | 257 San Mateo Tiapitepec          | 358 Santa Ana Tavela                 | 458 Santa María Yavesia            | del Progreso   |
| 059 Miahuatlán de Porfirio Díaz            | 158 San Jacinto Tlacotepec         | 258 San Mateo Tilcayotepec        | 359 Santa Ana Yareni                 | 459 Santa María Yavesia            | 541 Tanetze de Zaragoza                              |
| 060 Mixistlán de la Reforma                | 159 San Jerónimo Coatlán           | 259 San Mateo Tilcayotepec        | 360 Santa Ana Yegache                | 460 Santa María Yavesia            | 542 Tlanche  |
| 061 Monjas                                 | 160 San Jerónimo                   | 260 San Mateo Tilcayotepec        | 361 Santa Catalina Quierí            | 461 Santa María Yavesia            | 543 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 062 Natividad                              | 161 San Jerónimo Sosola            | 261 San Mateo Tilcayotepec        | 362 Santa Catalina Cuxitla           | 462 Santa María Yavesia            | 544 Teococuilco de Marcos Pérez                      |
| 063 Nazareno Etla                          | 162 San Jerónimo Taviche           | 262 San Mateo Tilcayotepec        | 363 Santa Catalina Mechoacán         | 463 Santa María Yavesia            | 545 Teotitlán de Flores                              |
| 064 Nejapa de Madero                       | 163 San Jerónimo Tecóatl           | 263 San Mateo Tilcayotepec        | 364 Santa Catalina Minas             | 464 Santa María Yavesia            | Magón  |
| 065 Ixpantepec Nieves                      | 164 San Jorge Nuchita              | 264 San Mateo Tilcayotepec        | 365 Santa Catarina Quiané            | 465 Santa María Yavesia            | 546 Teotitlán del Valle                              |
| 066 Santiago Nilttepec                     | 165 San José Ayuquila              | 265 San Mateo Tilcayotepec        | 366 Santa Catarina Tayata            | 466 Santa María Yavesia            | 547 Teotongo   |
| 067 Oaxaca de Juárez                       | 166 San José Chiltepec             | 266 San Mateo Tilcayotepec        | 367 Santa Catarina Ticuá             | 467 Santa María Yavesia            | 548 Tepelmeme Villa de Morelos                       |
| 068 Ocotlán de Morelos                     | 167 San José Cuicatlan             | 267 San Mateo Tilcayotepec        | 368 Santa Catarina Yosonotú          | 468 Santa María Yavesia            | 549 Heroica Villa Tezoatlán                          |
| 069 La Pe                                  | 168 San José del Peñasco           | 268 San Mateo Tilcayotepec        | 369 Santa Catarina Zapotitlán        | 469 Santa María Yavesia            | de Segura y Luna, Cuna de la Independencia de Oaxaca |
| 070 Pinotepa de Don Luis                   | 169 San José Estancia Grande       | 269 San Mateo Tilcayotepec        | 370 Santa Catarina Zacatepec         | 470 Santa María Yavesia            | 550 San Jerónimo                                     |
| 071 Pluma Hidalgo                          | 170 San José Independencia         | 270 San Mateo Tilcayotepec        | 371 Santa Cruz Amilpas               | 471 Santa María Yavesia            | Tlacoachahuaya                                       |
| 072 San José del Progreso                  | 171 San José Lachiguiri            | 271 San Mateo Tilcayotepec        | 372 Santa Cruz Bravo                 | 472 Santa María Yavesia            | 551 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 073 Putla Villa de Guerrero                | 172 San José Tenango               | 272 San Mateo Tilcayotepec        | 373 Santa Cruz de Bravo              | 473 Santa María Yavesia            | 552 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 074 Santa Catarina Quioquitani             | 173 San Juan Atepec                | 273 San Mateo Tilcayotepec        | 374 Santa Cruz de Bravo              | 474 Santa María Yavesia            | 553 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 075 Reforma de Pineda                      | 174 Animas Trujano                 | 274 San Mateo Tilcayotepec        | 375 Santa Cruz de Bravo              | 475 Santa María Yavesia            | 554 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 076 La Reforma                             | 175 San Juan Bautista              | 275 San Mateo Tilcayotepec        | 376 Santa Cruz de Bravo              | 476 Santa María Yavesia            | 555 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 077 Reyes Etla                             | 176 San Juan Bautista              | 276 San Mateo Tilcayotepec        | 377 Santa Cruz de Bravo              | 477 Santa María Yavesia            | 556 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 078 Rojas de Cuauhtémoc                    | 177 San Juan Bautista              | 277 San Mateo Tilcayotepec        | 378 Santa Cruz de Bravo              | 478 Santa María Yavesia            | 557 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 079 Salina Cruz                            | 178 San Juan Bautista              | 278 San Mateo Tilcayotepec        | 379 Santa Cruz de Bravo              | 479 Santa María Yavesia            | 558 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 080 San Agustín Amatengo                   | 179 San Juan Bautista              | 279 San Mateo Tilcayotepec        | 380 Santa Cruz de Bravo              | 480 Santa María Yavesia            | 559 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 081 San Agustín Atenango                   | 180 San Juan Bautista Lo de Soto   | 280 Villa Talea de Castro         | 381 Santa Cruz Tacahua               | 481 Santa María Yavesia            | 560 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 082 San Agustín Chayuco                    | 181 San Juan Bautista              | 281 San Miguel Tecamatlán         | 382 Santa Cruz Tacahua               | 482 Santa María Yavesia            | 561 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 083 San Agustín de las Juntas              | 182 San Juan Bautista              | 282 San Miguel Tenango            | 383 Santa Cruz Tacahua               | 483 Santa María Yavesia            | 562 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 084 San Agustín Etla                       | 183 San Juan Bautista              | 283 San Miguel Tepehualcán        | 384 Santa Cruz Tacahua               | 484 Santa María Yavesia            | 563 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 085 San Agustín Loxicha                    | 184 San Juan Bautista              | 284 San Miguel Tepehualcán        | 385 Santa Cruz Tacahua               | 485 Santa María Yavesia            | 564 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 086 San Agustín Tlaxiotepec                | 185 San Juan Bautista              | 285 San Miguel Tepehualcán        | 386 Santa Cruz Tacahua               | 486 Santa María Yavesia            | 565 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 087 San Agustín Yatereñi                   | 186 San Juan Cacahuatpec           | 286 San Miguel Tepehualcán        | 387 Santa Cruz Tacahua               | 487 Santa María Yavesia            | 566 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 088 San Andrés Cabecera Nueva              | 187 San Juan Coatlámpam            | 287 San Miguel Tulancingo         | 388 Santa Cruz Tacahua               | 488 Santa María Yavesia            | 567 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 089 San Andrés Dincuiti                    | 188 San Juan Colorado              | 288 San Miguel Yotao              | 389 Santa Cruz Tacahua               | 489 Santa María Yavesia            | 568 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 090 San Andrés Huixtlapec                  | 189 San Juan Comaltepec            | 289 San Nicolás                   | 390 Santa Cruz Tacahua               | 490 Santa María Yavesia            | 569 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 091 San Andrés Huayápam                    | 190 San Juan Cotzocon              | 290 San Nicolás Hidalgo           | 391 Santa Cruz Tacahua               | 491 Santa María Yavesia            | 570 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 092 San Andrés Ixtlahuaca                  | 191 San Juan Chicomezúchil         | 291 San Nicolás Hidalgo           | 392 Santa Cruz Tacahua               | 492 Santa María Yavesia            | 571 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 093 San Andrés Lagunas                     | 192 San Juan Chiltepec             | 292 San Pablo Cuatro Venados      | 393 Santa Cruz Tacahua               | 493 Santa María Yavesia            | 572 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 094 San Andrés Nuxiño                      | 193 San Juan Chilateca             | 293 San Pablo Etla                | 394 Santa Cruz Tacahua               | 494 Santa María Yavesia            | 573 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 095 San Andrés Paxtlán                     | 194 San Juan Cieneguilla           | 294 San Pablo Huitzo              | 395 Santa Cruz Tacahua               | 495 Santa María Yavesia            | 574 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 096 San Andrés Sinaxtla                    | 195 San Juan del Río               | 295 San Pablo Huixtepec           | 396 Santa Cruz Tacahua               | 496 Santa María Yavesia            | 575 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 097 San Andrés Solaga                      | 196 San Juan Dixi                  | 296 San Pablo                     | 397 Heroica Ciudad de Tlaxiaco       | 497 Santa María Yavesia            | 576 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 098 San Andrés Teotilápam                  | 197 San Juan Evangelista           | 297 San Pablo                     | 398 Ayotepec de Aldama               | 498 Santa María Yavesia            | 577 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 099 San Andrés Tepetlapa                   | 198 San Juan Guichicovi            | 298 San Pablo                     | 399 Santa María Atzompa              | 499 Santa María Yavesia            | 578 Tlaxiaco de Valdés                               |
| 100 San Andrés Yaa                         | 199 San Juan Ihualtepec            | 299 San Pedro Amuzgos             | 400 Santa María Camotlán             | 500 Santa María Yavesia            | 579 Tlaxiaco de Valdés                               |
|  | 200 San Juan Juquila Mixes         |                                   |                                      |                                    |  |

**Anexo 3.** Escarabajos representativos de la subfamilia Dynastinae en Oaxaca, México.

♂ = macho

♀ = hembra

**Lámina 1**

- a) *Ancognatha falsa* ♀
- b) *Aspidolea singularis* ♀
- c) *Aspidolea fuliginea* ♂
- d) *Cyclocephala deceptor* ♂
- e) *Cyclocephala lunulata* ♂
- f) *Cyclocephala multiplex* ♂

Lámina 1



## Lámina 2

- g) *Dyscinetus laevipunctatus* ♀
- h) *Tomarus sallei* ♂
- i) *Orizabus clunalis* ♂
- j) *Bothynus complanus* ♀
- k) *Heterogomphus chevrolati* ♂
- l) *Heterogomphus flohri* ♂

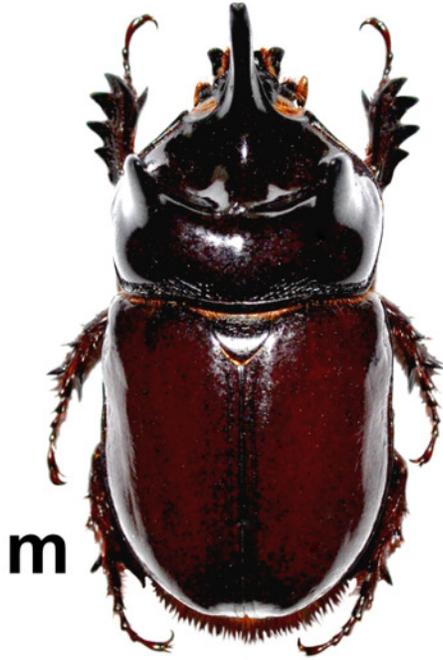
Lámina 2



### Lámina 3

- m) *Strategus aloeus* ♂
- n) *Strategus jugurtha* ♂
- o) *Enema endymion* ♀
- p) *Xyloryctes telephus* ♂
- q) *Xyloryctes thestalus* ♂
- r) *Hemiphileurus flohri* ♂

Lámina 3



**m**



**n**



**o**



**p**



**q**



**r**

#### Lámina 4

- s) *Phileurus dydimus* ♀
- t) *Spodistes monzoni* ♂
- u) *Golofa pizarro* ♂
- v) *Golofa pusillas* ♂
- w) *Dynastes hyllus* ♂
- x) *Megasoma occidentale* ♂

Lámina 4

