



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Iztacala



**“Coleópteros epigeos de un sistema
agrosilvopastoril establecido en un bosque de
encino, en el Estado de México, México”**

T E S I S

Que para obtener el título de

Biólogo

P R E S E N T A

Valdez Huerta Misael Martin

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Jiménez Sánchez Esteban

Los Reyes Iztacala, 2017





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM. Clave del proyecto IA293615 / RA203615.

Título del proyecto: Coleópteros (Insecta: Coleóptera) de la Colección de Artrópodos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Agradezco a la DGAPA-UNAM por la beca otorgada.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México y específicamente a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por guiar mis pasos hacia el futuro, enseñarme a atesorar cada oportunidad para seguir aprendiendo y ser mi segunda casa.

Al C.E.I.E.P.A.S.P. de la Facultad de Veterinaria, por otorgarnos todas las facilidades para los muestreos durante el desarrollo de éste estudio.

Al Dr. Esteban Jiménez Sánchez, porque gracias a usted di los primeros pasos dentro de las maravillas ocultas de los artrópodos y descubrí mi vocación profesional. También por su apoyo y atención como su tesista, sin duda usted me ha enseñado a desenvolverme dentro de la entomología y a ser una un mejor profesionista.

A mis sinodales, Leticia, Marcela, Geovanni y Jorge, por tener un interés genuino en mi trabajo desde el principio, y ayudarme a mejorar el escrito con sus valiosas observaciones y puntos de vista tan acertados.

A Sara, Ishwari, Edwin y Benjamín, por apoyar en la determinación de ejemplares sin compromisos de por medio, y por brindarme su amistad.

En lo familiar, a mis padres, Ana y Adolfo, quienes a pesar de las duras condiciones en las que nos hemos encontrado en muchos momentos, supieron impulsarnos a mi hermano y a mi hasta donde estamos. Con su guía, su apoyo y sus enseñanzas he forjado mis bases y he despegado a nuevos horizontes. Les estaré agradecido eternamente por todo.

A mi hermano Erick, por estar conmigo como un buen amigo, cómplice y

compañero de infinidad de aventuras desde que éramos niños. No importa que pase a nuestro alrededor, siempre serás mi hermanito y nos tendremos uno al otro.

A mis primos Alan, Kevin, Iván, Karen y Jessi, ustedes me ayudaron a descubrir mi vocación cuando éramos niños, y juntos hemos transitado por la vida llenos de curiosidad acerca del mundo que nos rodea, crecer a su lado ha sido increíble, gracias por siempre estar ahí cuando más los he necesitado.

A mis padrinos, Vero y Serafin, a todos mis tíos y a mis tíos-primos, todos ustedes han iluminado mi camino con su cariño, apoyo y consejos, son un pilar en mi crecimiento.

En lo amistoso, a mis amigos Jesús, Enrique, Lili, Ivonne, Gael y Francisco, porque lo que comenzó como algo casual en el salón, llegó a ser muy importante y ha perdurado a lo largo de los años. Hemos aprendido muchas cosas juntos y vivido experiencias inolvidables, ustedes son mi segunda familia.

A Vi, porque fuiste un pilar durante la carrera, mucho más que una simple compañera, mi mano derecha en incontables trabajos y prácticas, sin tu apoyo no hubiera llegado a donde estoy hoy en día, gracias por todo.

A mis biólogos favoritos, Diego, Jaz, Arty, Felipe, Gus y Benjo, gracias a ustedes la biología ha sido algo que va mucho más allá de una carrera. Gracias por compartir sus conocimientos, sabiduría y tanta vida conmigo.

A Azu, porque en ésta última fase de la tesis, me motivaste con tus buenas vibras, tu amistad y tus valiosos consejos. Eres una buena amiga.

A vi finnil dîn glîn ennas,

chammad dîn ithil,

nu I anor,

ennas I gaearon glinthant 'lassui I lûth

uireb I meleth.

Índice de contenido

Agradecimientos	i
Índice de contenido	iv
Índice de figuras	vi
Índice de cuadros	viii
Resumen	1
1.Introducción	2
2.Antecedentes	5
3.Objetivos	7
3.1 Objetivo general	7
3.2 Objetivos particulares	7
4.Materiales y método	8
4.1 Área de estudio	8
4.2 Recolecta y determinación de coleópteros	11
4.3 Análisis estadístico	14
5.Resultados	18
5.1 Riqueza	18
5.2 Abundancia	21
5.3 Curva de acumulación	24
5.4 Diversidad alfa	25
5.5 Diversidad beta	25
5.6 Fenología	26
5.7 Distribución	28
5.8 Gremios tróficos	30
6.Discusión	32

6.1 Riqueza	32
6.2 Abundancia	34
6.3 Curva de acumulación y diversidad	36
6.4 Fenología y distribución	37
6.5 Gremios tróficos	40
7.Conclusiones	42
8.Literatura citada	43
9.Apéndice 1.....	54

Índice de figuras

Figura 1. Uso de suelo y vegetación, en Chapa de Mota. En el recuadro rojo se marca el área de muestreo	10
Figura 2. Sitios de estudio. Bosque de encino (verde) Pastizal natural y tierras de cultivo (amarillo), Zona reforestada con Cipreses (azul) y Zona reforestada con pinos intercalada con cultivos de maíz (rojo)	13
Figura 3. Riqueza por temporada, morfoespecies presentes en cada mes de recolecta en Chapa de Mota, Estado de México	18
Figura 4. Diagramas de dispersión entre riqueza de morfoespecies y la media de precipitación y riqueza con la media de temperatura de cada mes de muestreo	19
Figura 5. Comparación entre la abundancia de las ocho familias más abundantes y las familias restantes obtenidas en Chapa de Mota, Estado de México	21
Figura 6. Abundancia de las ocho morfoespecies de coleópteros más abundantes y las restantes, en Chapa de Mota, Estado de México ...	22
Figura 7. Abundancia de Coleoptera, temperatura y precipitación media en cada mes de recolecta, en Chapa de Mota, Estado de México ...	22
Figura 8. Abundancia de los coleópteros en los diferentes tipos de vegetación estudiados en Chapa de Mota, Estado de México	23
Figura 9. Diagramas de dispersión de la abundancia y la media de precipitación (Izquierda) y la abundancia con la media de temperatura (derecha) de cada mes de recolecta, en Chapa de Mota, Estado de México	24
Figura 10. Curvas de acumulación de especies obtenidas con ACE y Chao 1. Chapa de Mota, Estado de México	24
Figura 11. Similitud de la composición de la comunidad de coleópteros entre los meses. Chapa de Mota, Estado de México	25

Figura 12. Similitud de la composición de la comunidad de coleópteros entre los distintos tipos de uso de suelo, Chapa de Mota, Estado de México	26
Figura 13. Variación en la abundancia de las familias de coleópteros recolectados en la temporada de lluvias y sequía, en Chapa de Mota, Estado de México	27
Figura 14. Porcentaje de ejemplares de Carabidae, en Chapa de Mota, Estado de México	28
Figura 15. Número de ejemplares de las familias más abundantes presentes en cada sitio, excepto familias exclusivas por sitio	29

Índice de cuadros

Cuadro 1: Resumen de características de los sitios muestreados en Chapa de Mota	12
Cuadro 2: Familias y morfoespecies de Coleoptera exclusivas por tipo de vegetación y temporada en Chapa de Mota, Estado de México ..	20
Cuadro 3: Número de familias (e individuos por gremio) que componen los gremios tróficos en los que se agruparon los coleópteros de Chapa de Mota, Estado de México	30
Cuadro 4: Distribución de las familias en gremios tróficos, agrupados de mayor a menor, con sus respectivas abundancias por sitio, no se incluyen los siete organismos que se dejaron a nivel de orden	31

Resumen

Se llevó a cabo un estudio faunístico de coleópteros en Chapa de Mota, forma parte del sistema orográfico de la provincia del Eje Volcánico Transversal, y su vegetación está compuesta principalmente por bosque de encino. El muestreo se realizó en el anexo de la facultad de veterinaria (C.E.I.E.P.A.S.P.) en un sistema de manejo agrosilvopastoril dividido en cuatro sitios, un remanente de bosque de encino, un pastizal natural, una zona reforestada con cipreses y una reforestada con pinos intercalada con cultivos. En cada sitio se instalaron siete trampas de caída, donde permanecieron durante un año y fueron revisadas cada mes, entre agosto del 2014 y julio del 2015.

En total se recolectaron 4,694 coleópteros ubicados en 2 especies, 97 morfoespecies y 35 familias, de las cuales, Carabidae fue la más abundante con el 76.4% y Staphylinidae la más rica con 19 morfoespecies. Los sitios presentaron sus mayores valores de abundancia y riqueza durante la temporada de lluvias, y de ellos, el bosque de encino mostró la mayor abundancia y riqueza. Así mismo, los análisis de correlación de Pearson indicaron que existe una relación positiva entre la precipitación con la abundancia y la riqueza, y una relación negativa entre la temperatura con la abundancia y la riqueza. Los estimadores de diversidad revelaron que se halló menos del 64% de las especies de la zona. Los valores más altos de diversidad alfa se encontraron en la zona de pinos intercalada con cultivos y durante la temporada de sequía. La diversidad beta indicó que los meses julio y agosto fueron los meses más similares con un valor del 64%, al igual que los sitios pastizal natural y zona reforestada con cipreses, con una similitud en el 56% de sus morfoespecies. El gremio trófico más abundante fue el de los depredadores, con el 81.7% del total.

Los resultados indicaron que la diversidad, composición y los valores de abundancia y riqueza de las comunidades de coleópteros cambiaron en función de la época del año y el tipo de vegetación. Estos cambios se pueden relacionar con las diversas fuentes de alimento disponibles en un sitio con manejo agrosilvopastoril, y con las condiciones ambientales de la zona en general.

1.Introducción

El orden Coleoptera posee cerca del 38% de las especies conocidas dentro del clase Insecta, y el 25% de las especies conocidas para el reino Animalia (Zhang, 2013) por lo que es el taxón más diverso dentro de éste reino (Triplehorn *et al.* 2005). Incluye 211 familias (Bouchard *et al.* 2011) y se han descrito aproximadamente 392,415 especies (Zhang, 2013).

Estos organismos se caracterizan por presentar el primer par de alas endurecido, formando estructuras protectoras que resguardan su abdomen y el segundo par de alas membranosas que usan para el vuelo. También poseen un aparato bucal masticador, que les permite explotar gran variedad de recursos alimentarios y un desarrollo holometábolo o de metamorfosis completa, en donde sus fases juveniles pueden disponer de fuentes de alimento distintas a las de sus progenitores. Éstas características han contribuido para que los coleópteros colonicen gran cantidad de hábitats a lo largo de su evolución, gracias a su gran capacidad para adaptarse (Morón, 2004; Fagundes *et al.* 2011). Es por esto que se pueden encontrar en prácticamente cualquier tipo de hábitat, exceptuando el mar abierto, Antártida, Groenlandia y las zonas de nieve perpetua en las altas montañas (Emeljanov y Lobanov, 2002).

Los coleópteros están involucrados en diversas cadenas tróficas, los hay herbívoros, ya sea que coman hojas, raíces, savia, néctar de flores o frutos, micetófagos, saprófagos de materia vegetal o animal (incluidas las heces) y también se encuentran aquellos que son depredadores (Nicholls, 2008). Muchos de éstos organismos poseen una estrecha relación con su ambiente, por lo que son susceptibles a los cambios ocurridos en éste (Fagundez *et al.* 2011). Por ejemplo, los coleopteros de la familia Chrysomelidae, son herbívoros y gran número de especies son monófagas, y algunas otras oligófagas (Eben, 2012), por lo que la desaparición de sus hospederos repercute directamente en sus poblaciones. Otro ejemplo son los coleópteros epigeos, específicamente de la familia Carabidae, ya que se ha demostrado que poseen una relación estrecha con las características del suelo en el que habitan (Avgin y Luff, 2010., Gómez-Beda, 2013., Luff 1996), como

la humedad, el tipo de suelo y su composición (Rainio, 2009). De igual forma se sabe que el efecto tóxico de metales en el suelo, como el zinc, disminuyen el número de puesta de los carábidos (Kramarz y Laskowski, 1997).

Los coleopteros epígeos, por su sensibilidad a los cambios ambientales, a su facilidad de muestreo y la obtención de un gran número de especímenes con poco esfuerzo, ha permitido que sea uno de los grupos más relevantes en el estudio de ecosistemas (Missa *et al.* 2009). Sin embargo, en México todavía permanece un evidente rezago en el conocimiento de este grupo de insectos, no sólo acerca de aspectos relacionados con su ciclo biológico, sino también con su diversidad (Delgado y Márquez, 2006).

Una parte importante de ésta diversidad puede hallarse en los bosques templados, ya que es el segundo tipo de vegetación de mayor extensión en el país (Rzedowsky, 1992., Ceballos, 2009). Este tipo de vegetación se caracteriza por albergar un importante número de especies vegetales y ofrecer una gran variedad de servicios ambientales (Oyarzún *et al.*, 2005). Se extienden principalmente en la zona centro de México, A pesar de su importancia, los bosques templados han sido perturbados en grandes extensiones, debido principalmente al desmonte para su uso en actividades ganaderas y agrícolas (Mas *et al.* 2004). Actualmente no existen estudios que revelen un porcentaje real de las áreas afectada, sin embargo, se piensa que las zonas del centro y el norte del estado han sido las más afectadas, ya que ahí se encuentra el mayor número de asentamientos humanos, y es una zona con una presión importante sobre los recursos naturales. Principalmente en los municipios de Apaxo, Tequixquiac, Timilpan, Jilotepec y Chapa de Mota (Pineda, *et al.* 2009).

Para entender el estado de conservación de estos bosques modificados por el hombre, se requiere de una comprensión más profunda de la biodiversidad. Sin embargo, no todos los tipos de perturbación tienen los mismos efectos sobre la biodiversidad, ya que ésta depende en gran medida del tipo de manejo que tengan en cada área (Arellano *et al.* 2013).

Los sistemas agrosilvopastoriles son una alternativa viable económica y ecológica en las prácticas pecuarias convencionales. Se puede decir que el objetivo de éstos sistemas es mejorar la producción mediante la integración de los recursos de componentes agrícolas, pecuarios y forestales, utilizan tecnologías en donde especies vegetales perennes (árboles, arbustos, palmas y otros) son combinados en la misma zona de manejo con plantas herbáceas (cultivos, pasturas) y/o animales, incluso en la misma forma de arreglo espacial o secuencia temporal, lo que genera interacciones ecológicas entre las distintas comunidades biológicas del sitio (Young, 1987).

Además, éste tipo de sistemas ayudan a generar corredores entre hábitats, es decir, un rasgo lineal que puede conectar al menos dos áreas de vegetación nativa, pues se reconoce que todos los elementos del ambiente son esenciales para la estabilidad del sistema, y permite el movimiento de fauna que de otra forma estaría aislada (Hernández y Gutiérrez, 1999). En paisajes donde el bosque fue la vegetación dominante, los sistemas silvopastoriles generan una gama de hábitats naturales y seminaturales que proporcionan un nivel de heterogeneidad que favorece la llegada y la persistencia de un gran número de coleópteros (Arellano *et al.* 2013).

El tipo, la riqueza y el manejo de las especies vegetales tienen efecto sobre los coleópteros edáficos. Por ejemplo, en manejos silvopastoriles, donde coexisten varias especies vegetales agrupadas en cultivos de una o dos especies, las comunidades de macroinvertebrados se caracterizan por su alta biomasa y riqueza taxonómica, ya que la gran cantidad de organismos de distintas especies, permite el desarrollo de agrupaciones más diversas que en el ecosistema original, como consecuencia de que se suma el restablecimiento de la fauna nativa con las especies exóticas, además de facilitar que los coleópteros herbívoros encuentren los recursos concentrados, lo que se ve reflejado en el aumento de sus poblaciones (Zerbino, 2005). Es por esto, que se esperaría que la comunidad de coleópteros epígeos fuera muy diversa y abundante, como resultado de la presencia de los distintos tipos de vegetación hallados en un manejo agrosilvopastoril, ubicado al norte del Estado de México.

2. Antecedentes

Los estudios de coleópteros realizados con trampas de caída modificadas utilizando atrayentes son numerosos en México, sin embargo, son escasos aquellos sin algún tipo de cebo. Un perfecto ejemplo es el realizado por Pérez (2009), quien utilizó trampas de caída y otros métodos de captura para estudiar a Carabidae en Quilamula, Morelos, dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. En este estudio se señaló que la mayoría de los ejemplares fue hallado durante la temporada de lluvias, que el 59% de los 212 individuos se encontró en las trampas pitfall, y que *Calosoma* fue el género más abundante. Las trampas de caída fueron el método de captura que obtuvo el mayor porcentaje de ejemplares recolectados (59%).

Éste tipo de trampas son perfectas para el estudio de carábidos, por lo que se han utilizado en algunos trabajos de otros países (Greenslade, 1964; Luff, 1975., 1996., Benest, 1989., Niemelä *et al.*, 1992), sin embargo, no es común su empleo en el estudio de otras familias (Levesque y Levesque, 1992., Diodato *et al.*, 2011., Uribe y Vallejo, 2013), o a nivel del orden Coleoptera (Grez *et al.* 2003; Sackmann, 2006), en éste sentido, el único que se encontró proveniente de México fue el de García (2013), quien analizó las familias de coleópteros mediante trampas de caída en un bosque de pino-encino, un bosque tropical caducifolio y en matorral xerófilo en el Estado de México. Encontró que de las 48 familias halladas, Staphylinidae fue la más abundante (20%), que el bosque de pino-encino fue el de mayor riqueza con 32 familias y que más del 75% de la abundancia se componía por 10 familias.

De manera general, se puede decir que los estudios de coleópteros con trampas pitfall se han enfocado en conocer su composición, y en menor medida, en observar su comportamiento relacionado a su entorno, principalmente en zonas sujetas a la antropogenización. Algunos de éstos son:

- Kutasi *et al.* (2001) usaron trampas de caída para estudiar la comunidad de coleópteros capturados en 11 cultivos de manzana en Hungría. En total se obtuvieron 13,583 ejemplares, en donde Carabidae fue la dominante.
- Uribe y Vallejo (2013) estudiaron a Carabidae y Scarabaeidae, con el fin de justificar la conservación y manejo de un bosque seco con transición a

húmedo en Colombia, mediante la comparación de una zona modificada por el hombre (potrero) y otra no intervenida. Encontraron 2,567 ejemplares de Scarabaeidae, y 313 ejemplares de Carabidae.

- Menéndez y Cabrera-Dávila (2014) caracterizaron la abundancia, riqueza y composición de la macrofauna de la hojarasca mediante el uso de trampas de caída, enfocada en Coleoptera, en un sistema agroforestal con manejo silvopastoril de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit 1961 y *Megathyrus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs, y en otro sistema de pastizal solo con *M. maximus*. En San José de las Majas, Mayabeque, Cuba. Scolytidae y Nitidulidae fueron predominantes, debido al efecto acumulativo que producen las lluvias y al aumento de recursos alimenticios disponibles para éstos insectos.

Cabe mencionar, que a pesar de que las trampas de caída son bastante utilizadas para el estudio de artrópodos epiedálicos, no existe una forma estandarizada para su empleo, como es posible ver en los estudios anteriores, las trampas pueden ser modificadas de acuerdo con los objetivos del muestreo, ya que se colocan durante intervalos de tiempo, pueden variar en el tamaño del recipiente y sus características, en el número de trampas, la disposición de las mismas, los atrayentes, conservadores, etc.

Es por lo anterior, que el presente estudio se encauzó en el análisis de los coleópteros epigeos en un ambiente con distintos grados de perturbación, haciendo énfasis en averiguar si existe relación entre el sitio, que posee un manejo agrosilvopastoril y que provee de distintos recursos poco comunes para un bosque templado, y una comunidad de escarabajos que podrían verse afectados por la antropogenización en toda la zona.

3.Objetivos

3.1 General

-Analizar la comunidad de coleópteros epígeos, en un sistema agrosilvopastoril en Chapa de Mota, Estado de México.

3.2 Particulares

-Conocer la de riqueza observada y abundancia relativa, y su relación con la precipitación y temperatura mensual ambiental.

-Analizar la diversidad alfa y beta de coleópteros en un fragmento de bosque de encino, un pastizal natural, una zona reforestada con cipreses y otra con pinos intercalada con cultivo de maíz, en el sitio de estudio.

-Describir las diferencias en la composición de coleópteros entre los cuatro tipos de vegetación que conforman el área de estudio, su fenología, distribución y los gremios tróficos a los que pertenecen.

4. Materiales y método

4.1 Área de estudio

El área correspondió a un sitio con manejo agrosilvopastoril del anexo de la Facultad de Veterinaria, el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril (C.E.I.E.P.A.S.P.), se ubica en la cuenca hidrológica tributaria del río Pánuco, sobre la carretera Atizapan-Jilotepec, al sur del municipio de Chapa de Mota, Estado de México (F.M.V.Z., 2005) (Figura 1).

Se encuentra enclavada en el sistema orográfico de la provincia del Eje Volcánico Transversal y las subprovincias: Lagos y Volcanes de Anáhuac y Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo (IIIGECM, 1993). Posee una altitud en su punto más bajo de 2,671 m.s.n.m. y de 2,730 m.s.n.m. en su punto más alto. El relieve es bastante irregular, dominando los altos relieves de sierras y lomeríos, algunas zonas han sido aplanadas para cultivo. Su geología está compuesta principalmente por rocas volcánicas terciarias, el suelo dominante es pheozem calcárico (INEGI, 1976).

La precipitación total anual es de 816.7 mm, la temporada de lluvias va de abril a octubre, con precipitaciones desde 37.7 mm hasta 182.9 mm y la época de secas es de noviembre a marzo, con precipitaciones de 7.5 mm hasta 18.6 mm (smn, 2016). El clima es semifrío húmedo, con una temperatura media anual que oscila entre los 14 y 20°C.

Existe una importante diversidad de especies vegetales, destacando los encinos (*Quercus rugosa* Née.1801, *Q. laurina* Bonpl. y *Q. crassifolia* Bonpl.1809), el tejocote (*Crataegus pubescens* (Kunth) Steud, 1841), capulín (*Prunus serotina* subsp. *capuli* (Cav.) McVaugh. 1951), pino ocote (*Pinus teocote* Schltdl et Cham), madroño (*Arbutus glandulosa* Mart y Galeotti. 1842) y tepozan (*Buddleja cordata* Kunt). En cuanto a la vegetación secundaria, se encuentra el chacal (*Stevia salicifolia* Cav.), hierba mora (*Monnina schlechtendaliana* D. Dietr.), escoba (*Baccharis conferta* Kunt), perilla (*Fuchsia* sp.) y zacatón (*Muhlenbergia macroura* (Kunth) Benth) (FMVZ, 2005).

En cuanto a su fauna, se han realizado pocos estudios en la zona, que indican presencia del coatí (*Nasua narica* Linnaeus, 1706), ardilla de tierra (*Spermophilus mexicanus* Erxleben 1771), ratones de campo (*Peromyscus*

maniculatus Wagner, 1845, *Peromyscus* sp Gloger, 1841. y *Reithodontomys megalotis* Baird, 1857), musarañas (*Criptomys* sp. Pomel, 1848 y *Criptomys parva* Say, 1823), tlacuache (*Didelphis virginiana* Allen, 1900), conejo de campo (*Sylvilagus Floridanus* J. A. Allen, 1890) y lagartijas de collar (*Sceloporus torquatus* Weigmann, 1828) (Álvarez *et al.* 2013).

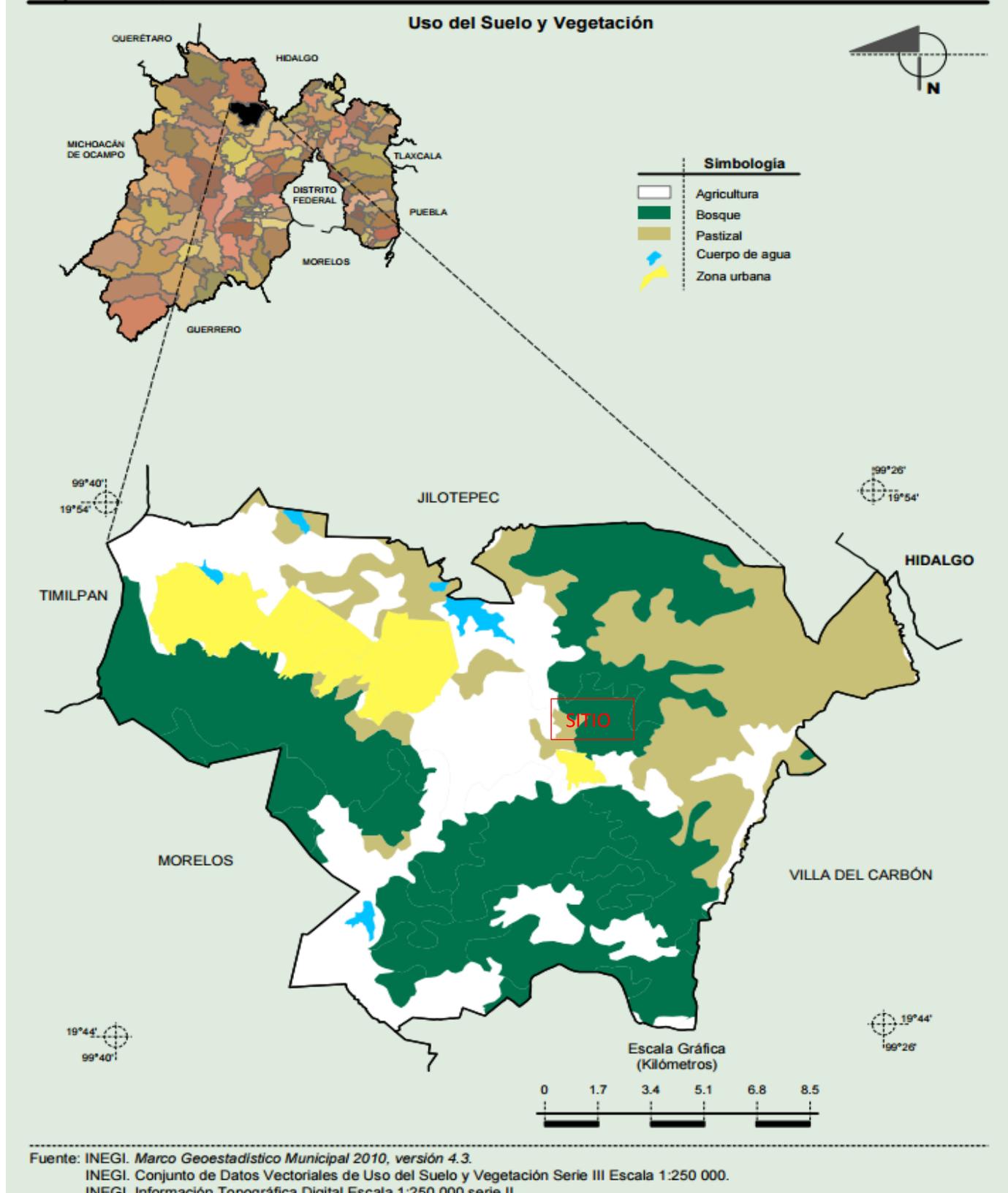


Figura 1. Uso de suelo y vegetación, en Chapa de Mota. En el recuadro rojo se marca el área de muestreo (CNDM, 2001).

4.2 Recolecta y determinación de coleópteros

Se realizaron muestreos mensuales, de agosto de 2014 a julio de 2015, en el CEIEPASP de la Facultad de Veterinaria, UNAM.

El área de estudio se compone de un mosaico de cuatro sitios con diferente uso de suelo y vegetación (Cuadro 1, Figura 2), en cada uno se colocaron siete trampas de caída en un transecto de 100 metros, separadas entre sí por una distancia aproximada de 12 m. Las trampas fueron enterradas a ras de suelo lo más cercano al pie de un árbol para ocultarlas y evitar su inundación.

Cada trampa consistió en un recipiente plástico de un litro, con 500 ml de monoetilenglicol al 50% y se cubrieron parcialmente con un plato a una altura de 5 cm. La trampa se dejó durante todo el estudio y la muestra fue recuperada mensualmente.

Los artrópodos capturados se filtraron con ayuda de una red, se colocaron en recipientes plásticos con alcohol al 70%, se etiquetaron y trasladaron al Laboratorio de Zoología de la FES-Iztacala para su separación e identificación.

Para organizar los taxones de Coleoptera se siguió la clasificación de Bouchard *et. al.* (2011) y para la determinación taxonómica hasta nivel género, cada ejemplar fue revisado en un microscopio estereoscópico marca Nikon, con ayuda de las claves taxonómicas de Triplehorn (2005) y Arnett (2002). Así mismo, se consultó con especialistas en el grupo para la corroboración de las identificaciones: Staphyllinidae (Jiménez Sánchez Esteban), Telegeusidae (Zaragoza Caballero Santiago) y Tenebrionidae (Cifuentes Ruiz Paulina). De igual manera, se contó con el apoyo de distintos entomólogos con experiencia en la identificación de grupos específicos: Carabidae (Gutiérrez Carranza Ishwari Giovanni), Chrysomelide (Rodríguez Mirón Geovanni Miguel y Benitez García Benjamín), Scarabaeidae (Domínguez Leon Daniel Edwin).

Los datos de los ejemplares se incorporaron a la base de datos Mantis v. 2.0 (Naskrecki, 2008) y se les asignó un número de catálogo. Todo el material se depositó en la Colección de Artrópodos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (CAFESI), UNAM.

Cuadro 1: Resumen de características de los sitios muestreados en Chapa de Mota.

Sitio	Vegetación	Altitud (m.s.n.m.)	Coordenadas	Particularidad del sitio	Longitud de transecto	Fotografía del sitio
Bosque de encino	Encinos, pinos, herbáceas y pasto.	2730	99°7'35"W 19°50'8.73"N	Suelo Pheozem, terreno con inclinación de 25°, sin pastoreo y sin especies cultivadas, amplia cobertura de dosel (encinos) y gran cantidad de hojarasca. Poca compactación del suelo y cercano a un espejo de agua.	98.5 metros.	
Pastizal y tierra de cultivo	Fragmento de bosque, pastizal inducido y cultivo de temporal.	2714	99°31'12.3"W 19°49'50.5"N	Suelo Pheozem, inclinación de 10°. Transecto atraviesa cajas de apicultura, y tierras aradas, zona con poca cobertura vegetal, cultivos de temporal y zona de pastizal natural compactado, pastoreo vacuno continuo.	94.5 metros.	
Zona reforestada con cipreses	Cipreses, área de 5m de pasto a un lado de estanque.	2709	99°31'30.9"W 19°49'29"N	Suelo Luvisol, inclinación de 20°, amplia cobertura vegetal, con cipreses a una distancia no mayor de 4 metros entre sí, gran cantidad de materia vegetal en suelo, sin pastoreo y cercano a un estanque de agua de lluvias.	99 metros.	
Zona reforestada con pinos intercalada con cultivos	Pinos y cultivos de maíz.	2701	99°31'30.1"W 19°49'22.9"N	Suelo Pheozem, sin inclinación, con líneas de pinos, intercaladas con cultivo de maíz, gran exposición solar y con una zona de pastoreo (debajo de pinos).	106 metros.	

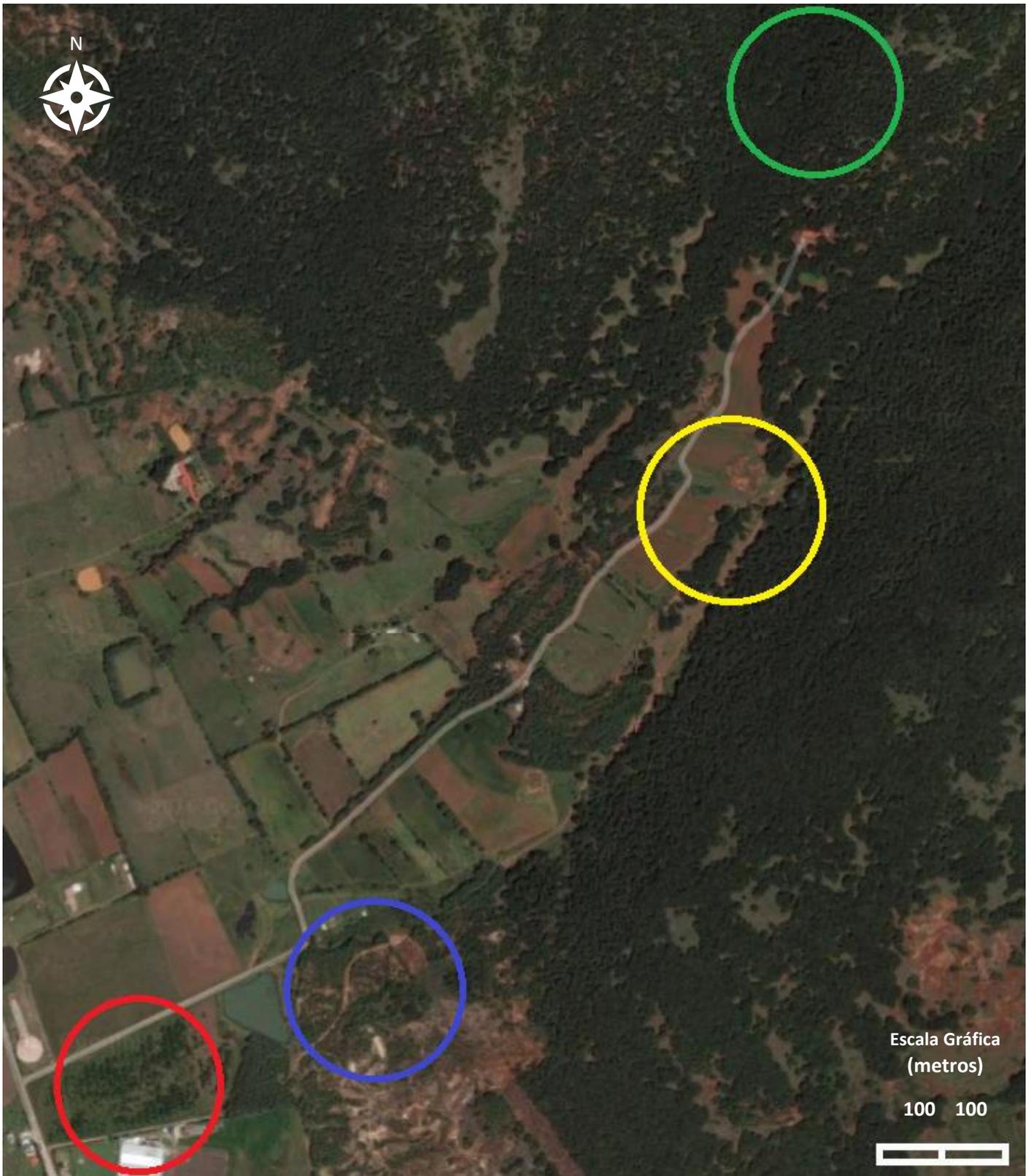


Figura 2. Sitios de estudio. Bosque de encino (verde) Pastizal natural y tierras de cultivo (amarillo), Zona reforestada con Cipreses (azul) y Zona reforestada con pinos intercalada con cultivos de maíz (rojo).

4.3 Análisis estadístico

La riqueza y abundancia fueron correlacionadas con los valores promedio mensuales de temperatura y precipitación, en base a lo descrito por Durán *et al* (2010), mediante el programa Past 3.1 (Hammer *et al.* 2001). Para ello se utilizó el índice de correlación de Pearson, una medida de relación lineal entre dos variables (Pita, 1997). De acuerdo a la siguiente ecuación:

$$R_{xy} = \frac{\sum z_x z_y}{N}$$

Se basa en que mientras más intensa sea la concordancia (relación) de las posiciones relativas de los datos, el producto del numerador toma mayor valor (se acerca más a 1). Si la concordancia es exacta, el numerador es igual a N (o a -N), y el índice toma un valor igual a 1 (o -1).

R por sí solo es un estimado de un valor correspondiente a una muestra, por lo que debe probarse su correspondencia con el coeficiente de correlación poblacional (ρ) mediante una prueba de hipótesis, en la que $H_0: \rho=0$ vs. $H_a: \rho \neq 0$ (H_0 = Hipótesis nula, H_a = Hipótesis alternativa), y se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\tau_0 = \frac{R}{S_R}$$

Dónde:

τ_0 = Estadístico de prueba

R= Coeficiente de correlación

$$S_R = \sqrt{\frac{1-R^2}{n-2}}$$

Para establecer la regla de decisión, se usa el criterio de rechazar la Hipótesis nula si:

$$\tau_0 > + t_{n-2}^{\alpha/2} \text{ o } \tau_0 < - t_{n-2}^{\alpha/2}$$

Es decir, si el valor obtenido del estadístico de prueba es mayor o menor que el valor de t de tablas, se acepta la hipótesis alternativa (Durán *et al.* 2010).

También se describieron las particularidades en la composición y abundancia de las morfoespecies por sitio y temporada.

Así mismo, para evaluar la eficiencia del muestreo y dar fiabilidad al inventario, se realizó una curva de acumulación de especies mediante la expectativa estadística de densidad de especies observadas (S_{obs} Mao Tao) (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), los estimadores no paramétricos de ACE (Abundance-based coverage estimator) que reconocen a las especies que están ampliamente distribuidas o son abundantes, y Chao 1, que se basa en la relación entre el número de especies representadas por un individuo y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (Escalante, 2003), lo anterior se calculó en el programa EstimateS (Colwell, 2013).

S_{obs} Mao Tao, es utilizado por ser un índice riguroso en la construcción de curvas de acumulación de especies (Villareal *et al.* 2004) y se basa en la siguiente ecuación:

$$S_{est} = S_{obs} + \left(\frac{F^2}{2G} + 1 \right) - \left(\frac{FG}{2(G+1)} \right)$$

S_{est} = número de especies esperadas.

S_{obs} = número de especies observado en una muestra (morfoespecies en éste caso).

F = número de singletons (especies representadas por un solo ejemplar en la muestra).

G = número de doubletons (especies representadas por dos ejemplares en la muestra).

La diversidad α se calculó mediante el índice de Shannon-Wiener, que toma en cuenta la abundancia de cada especie y asume que todas las especies están representadas en la muestra, indica la uniformidad de la abundancia de cada una (Villareal *et al.* 2006 y Moreno, 2001). Éste índice mide el promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo tomado al azar dentro de una muestra. El índice va de 0 (una sola especie) hasta 5, que son valores muy altos.

La diversidad máxima ($H_{max} = \ln S$) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes (Pla, 2006).

La ecuación es el siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$$

S= número de especies.

n_i = número de ejemplares de la especie i .

n = total de ejemplares de todas las especies.

La dominancia fue calculada mediante el índice de Simpson, que se basa en la probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a una misma especie (Moreno, 2001). Éste muestra resultados entre 0 y 1, los valores cercanos a 1 indican mayor dominancia (Villareal *et al.* 2004). Se basa en la fórmula:

$$D = \sum \left(\frac{(n_i^2 - n_i)}{(N^2 - N)} \right)$$

n_i = número de individuos en la i ésima especie.

N = número total de individuos en la muestra.

Se calculó la diversidad β mediante el índice de Sorensen, aplicado al análisis multivariado de ordenación de algoritmos de conglomerados jerárquicos (u.p.g.m.a.), con el que se obtuvo un dendrograma (Magurran, 2003). El índice de Sorensen relaciona la abundancia de las especies compartidas con la abundancia total de las muestras (Villareal *et al.* 2006 y Moreno, 2001). Éste índice va de 0 a 1, mientras más se acerque a 1, las comunidades son más parecidas.

$$I_{S} = \frac{2c}{a+b}$$

a = número total de especies del sitio a.

b = número total de especies del sitio b.

c = número total de especies compartidas entre sitios a y b.

Por último, se describió la fenología de las familias más abundantes, entre los distintos tipos de vegetación, y se describieron los gremios tróficos, con base en la literatura de Triplehorn (2005) y Borror y White (1998).

5.Resultados

Se obtuvieron un total de 4,694 coleópteros agrupados en 35 familias, 24 géneros, 2 especies y 97 morfoespecies, siete ejemplares no pudieron ser determinados a familia, por lo que se dejaron al nivel de orden (Apéndice 1).

5.1 Riqueza

Staphylinidae fue la familia más rica con 19 morfoespecies, seguido de Curculionidae con 12, Carabidae con 11, Scarabaeidae con seis y Chrysomelidae con cinco. Las 29 familias restantes presentaron menos de cuatro morfoespecies cada una, 22 de ellas tuvieron solamente una morfoespecie (Apéndice 1).

Durante la temporada lluvias se presentaron 15 familias y 52 morfoespecies, en la época seca cinco familias y 17 morfoespecies, y entre ambas temporadas se compartieron 16 familias y 30 morfoespecies (Cuadro 2).

Septiembre fue el mes con más riqueza durante la temporada de lluvias, con 42 morfoespecies y noviembre fue el más rico de la temporada de secas, con 23 morfoespecies (Figura 3).

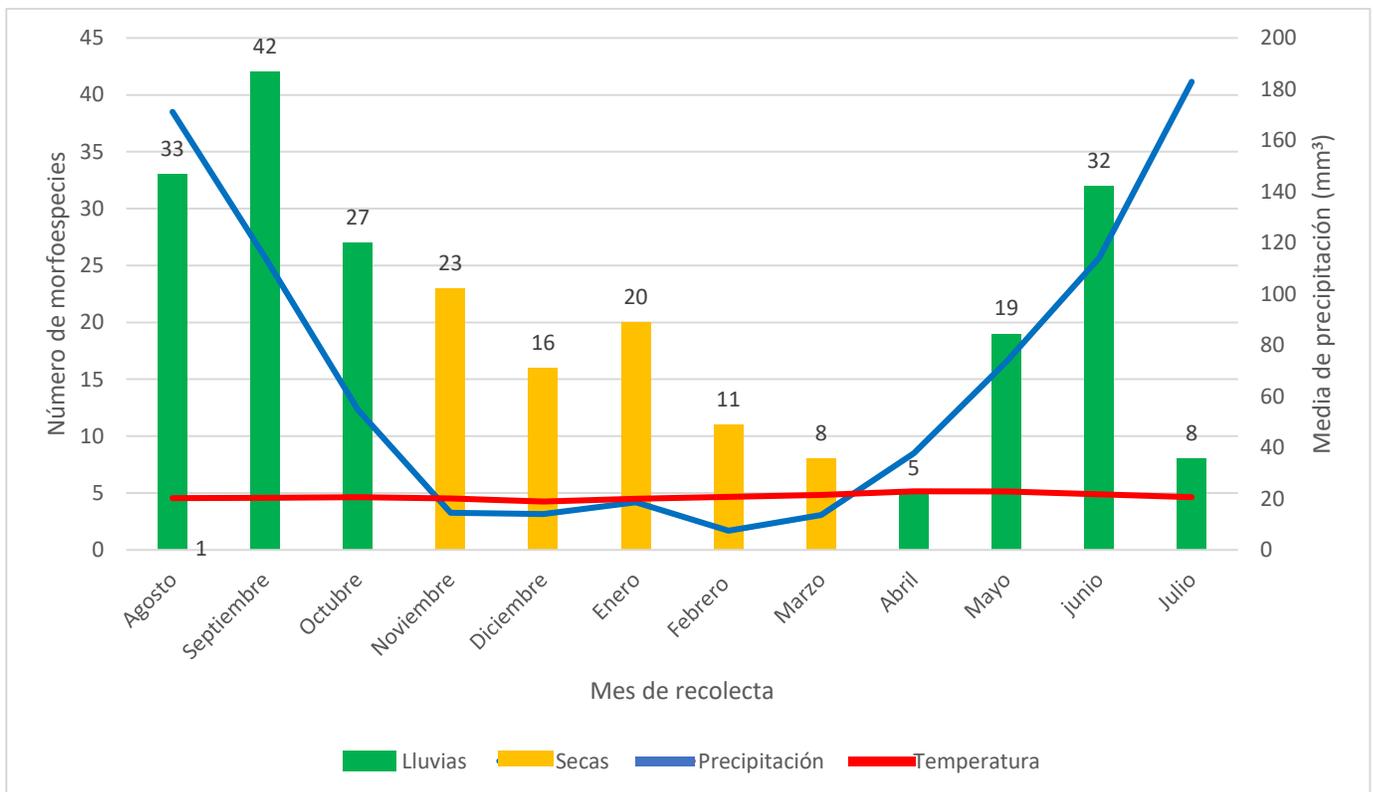


Figura 3. Riqueza por temporada, morfoespecies presentes en cada mes de recolecta en Chapa de Mota, Estado de México.

La zona con mayor riqueza fue el bosque de encino con 51 morfoespecies distribuidas en 22 familias, seguida de la zona de pastizales y tierras de cultivo con 44 morfoespecies pertenecientes a 18 familias cada una. En la zona reforestada con cipreses se hallaron 42 morfoespecies de 23 familias y en la zona reforestada con pinos intercalada con cultivos de maíz solamente se hallaron 35 morfoespecies agrupadas en 18 familias.

En cuanto a las familias exclusivas por tipo de vegetación, la zona reforestada con cipreses tuvo cinco, le siguieron el bosque de encino y la zona reforestada con pinos y cultivos de maíz con tres cada uno, por último, la zona de pastizal solamente tuvo una. Respecto a las morfoespecies únicas por vegetación, se encontró que el bosque de encino y a la zona reforestada con cipreses, presentaron 17 morfoespecies respectivamente, el sitio de pastizal natural tuvo 15 morfoespecies y la zona reforestada con pinos intercalada con cultivos de maíz, tuvo solamente nueve (Cuadro 2).

Los gráficos de dispersión indican que existe una relación lineal entre la riqueza y los parámetros ambientales considerados (Figura 4). Los análisis de correlación de Pearson, dieron valores de $R=0.391$ para la precipitación y de $R= -0.282$ para temperatura. Ambos resultados se sometieron a la prueba de hipótesis, que dio un valor de $t= 1.347$ para la precipitación y de $t=0.930$ para temperatura. Tomando en cuenta que $H_0: p=0$ y $H_a: p\neq 0$, y que el valor de $t_{n-2}^{\alpha/2}$, con un nivel de significancia de 0.025 y 10 grados de libertad es igual a 2.228, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe una relación lineal débil positiva entre riqueza y precipitación, y una relación débil e inversa entre riqueza y temperatura.

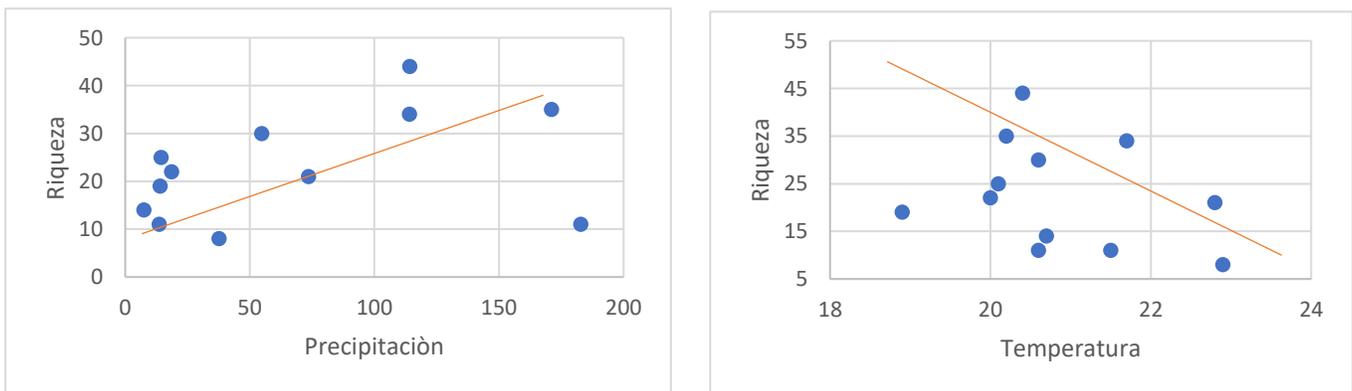


Figura 4. Diagramas de dispersión entre riqueza de morfoespecies y la media de precipitación y riqueza con la media de temperatura de cada mes de muestreo.

Cuadro 2: Familias y morfoespecies de Coleoptera exclusivas por tipo de vegetación y temporada en Chapa de Mota, Estado de México.

Riqueza	Bosque de encino		Pastizal natural		Reforestado con cipreses		Cultivo de maíz	
	Lluvias	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias	Sequía
Familias exclusivas	Trogossitidae Sphaeriidae		Coccinellidae Histeridae		Anthribidae Cantharidae Dermestidae Erotylidae Melyridae Trogidae			Bostrichidae Megalopodidae Mycetophagidae
Número de familias por temporada	19	8	15	8	21	5	12	11
Morfoespecies exclusivas	Anobiinae sp.2 Carabidae sp.3 Cleridae sp.1 Cucujidae sp.2 Curculionidae sp.1 Curculionidae sp.3 Curculionidae sp.8 Hypocaccus sp. 1 Meloidea sp.1 Melolonthinae sp.1 Melolonthinae sp.2 <i>Sphaerius</i> sp.1 Xantholinini sp.1 <i>Sepedophilus</i> sp. <i>Ischnosoma</i> sp. Trogossitidae sp.1	Pselaphinae sp.1 Telegeusidae sp.1	Carabidae sp.7 Coccinellidae sp.1 Cucujidae sp.1 Cucujidae sp.3 Curculionidae sp.10 Meloidea sp.2 Nitidulidae sp.3 Melolonthinae sp.3 Melolonthinae sp.4 <i>Telegeusis moroni</i> <i>Eleodes</i> sp.3	Curculionidae sp.5 Curculionidae sp.6 Latridiidae sp.2	Anobiinae sp.1 Anthribidae sp.1 Cantharidae sp.1 Cantharidae sp.2 Loricera sp. Bruchinae sp.1 Chrysomelidae sp.4 Coleoptera sp.3 Coleoptera sp.4 Dermestidae sp.1 Erotylidae sp.1 Melyridae sp.1 <i>Trox</i> sp.	Carabidae sp 5 Curculionidae sp.4 <i>Phloeonomus</i> sp. <i>Oxytelus</i> sp.	<i>Amara (Amara)</i> sp. Curculionidae sp.11 Curculionidae sp.12 Toxidium sp.1 <i>Philonthus</i> sp.4	Bostrichidae sp.1 Cleridae sp.2 Megalopodidae sp.1 Mycetophagidae sp.1
Número total de morfoespecies por temporada	48	17	39	19	37	13	31	14
Familias presentes en todos los sitios	Carabidae, Staphylinidae, Nitidulidae, Latridiidae, Silphidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae, Leiodidae, Cucujidae, Curculionidae, Mycteridae y Chrysomelidae en los 4 sitios. Silphidae presente en todas menos el pastizal, Cucujidae presente en el bosque y pastizal, y Mycteridae en zona de cipreses y de pino con cultivos. Todas las familias presentes en ambas temporadas.							

5.2 Abundancia

Ocho familias (Carabidae, Staphylinidae, Nitidulidae, Latridiidae, Silphidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae y Leiodidae) en conjunto fueron las más abundantes, ya que representaron el 96% del total, las 27 familias restantes solamente equivalen al 4% (Figura 5). De igual manera, siete morfoespecies (Carabidae sp.1, Carabidae sp.4, Calosoma sp.1, Latridiidae sp.1, Calosoma sp.2, Nitidulidae sp.1 y Nicrophorus mexicanus Matthews 1888) representaron el 82.4% de la abundancia, las 92 morfoespecies restantes representaron solamente 6.9% (Figura 6).

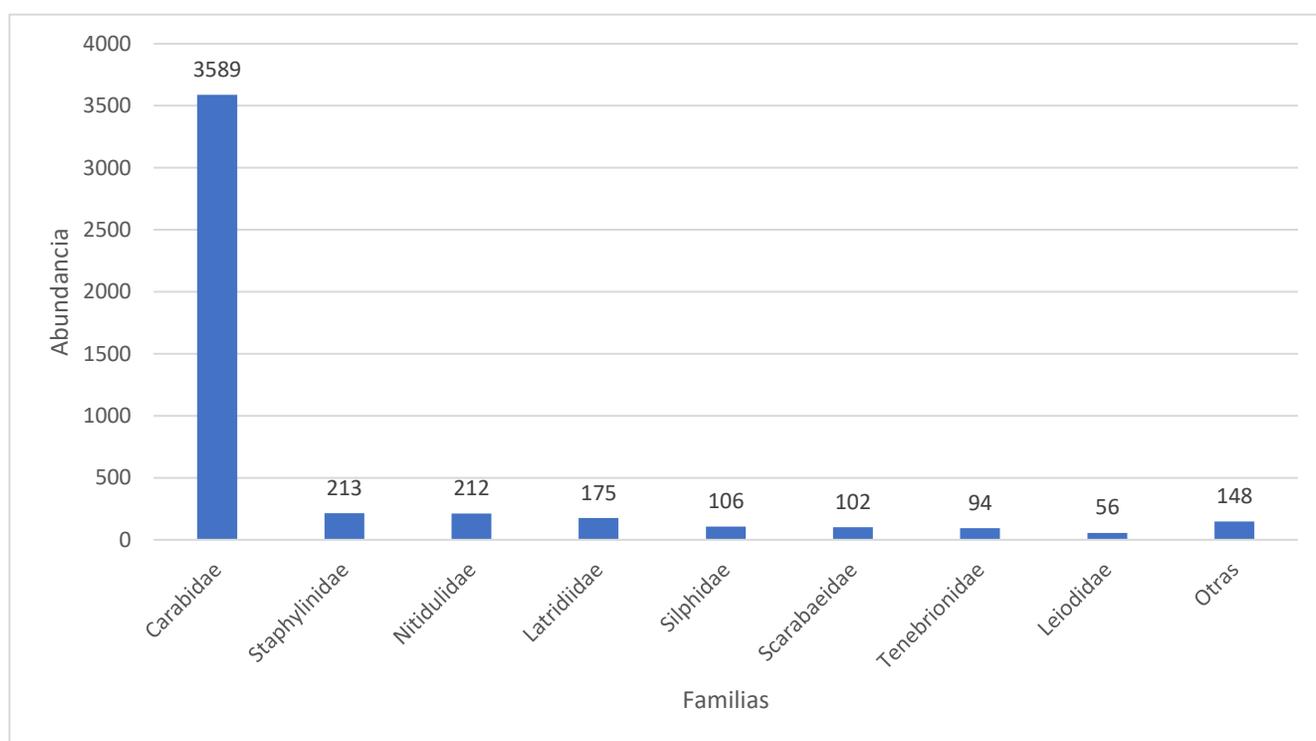


Figura 5. Comparación entre la abundancia de las ocho familias más abundantes y las familias restantes obtenidas en Chapa de Mota, Estado de México.

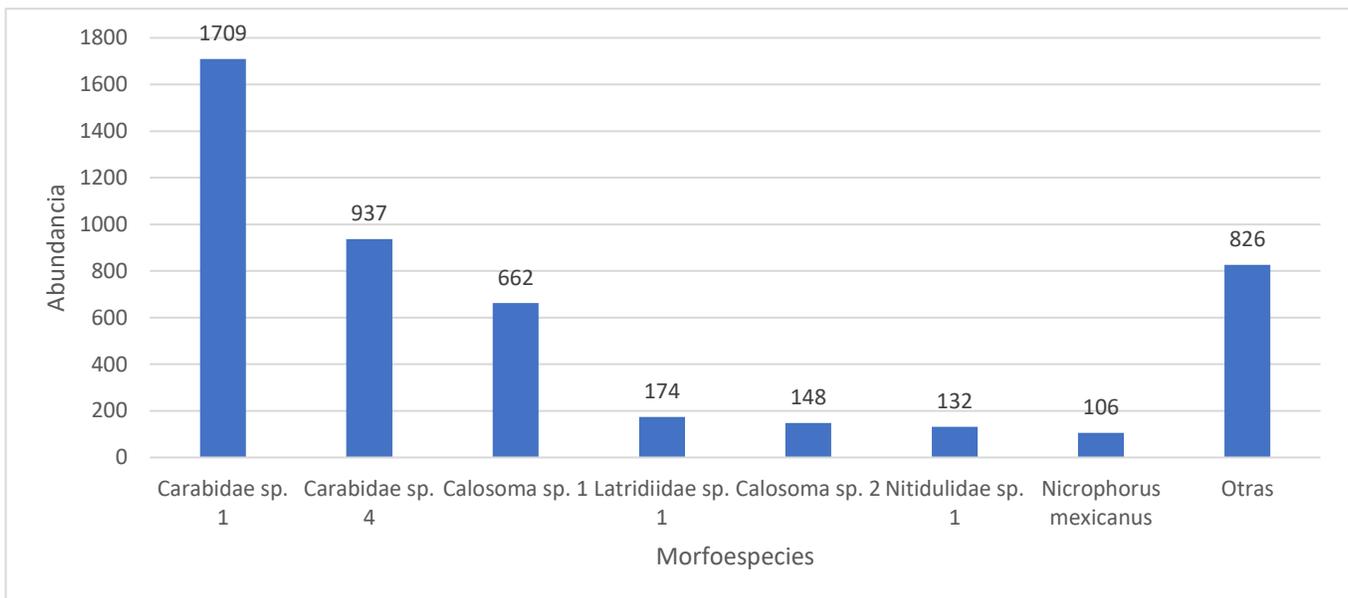


Figura 6. Abundancia de las ocho morfoespecies de coleópteros más abundantes y las restantes, en Chapa de Mota, Estado de México.

El 90.4% de la abundancia (4,246 ejemplares) se encontró durante la temporada de lluvias, en agosto se obtuvo el 25.11% (1,179 coleópteros), por lo que fue el mes con la mayor abundancia, seguido por junio con el 23.8% (1,121 organismos). En cambio, durante la temporada de secas solamente se obtuvo el 9.5% de los organismos (448 organismos) (Figura 7).

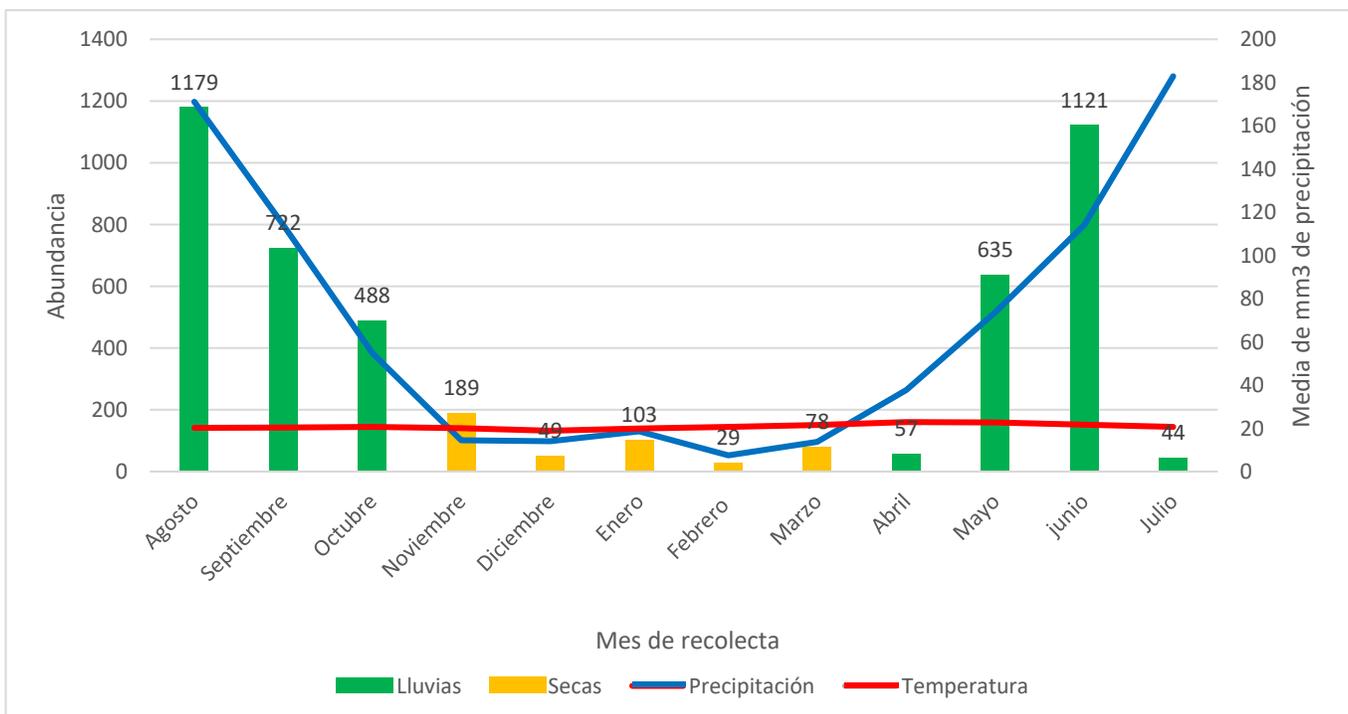


Figura 7. Abundancia de Coleoptera por temporada, temperatura y precipitación media en cada mes de recolecta, en Chapa de Mota, Estado de México.

Respecto a los tipos de vegetación, en el bosque de encino se obtuvo la mayor abundancia con el 59.6% de los organismos (2,800 coleópteros), le siguió la zona de pastizal natural y tierras de cultivo con el 19.6% (921 coleópteros), la zona reforestada con cipreses con el 13.82% (649 coleópteros) y por último, la zona reforestada con pinos intercalada con cultivos con el 6.9% (324 coleópteros) (Figura 8).

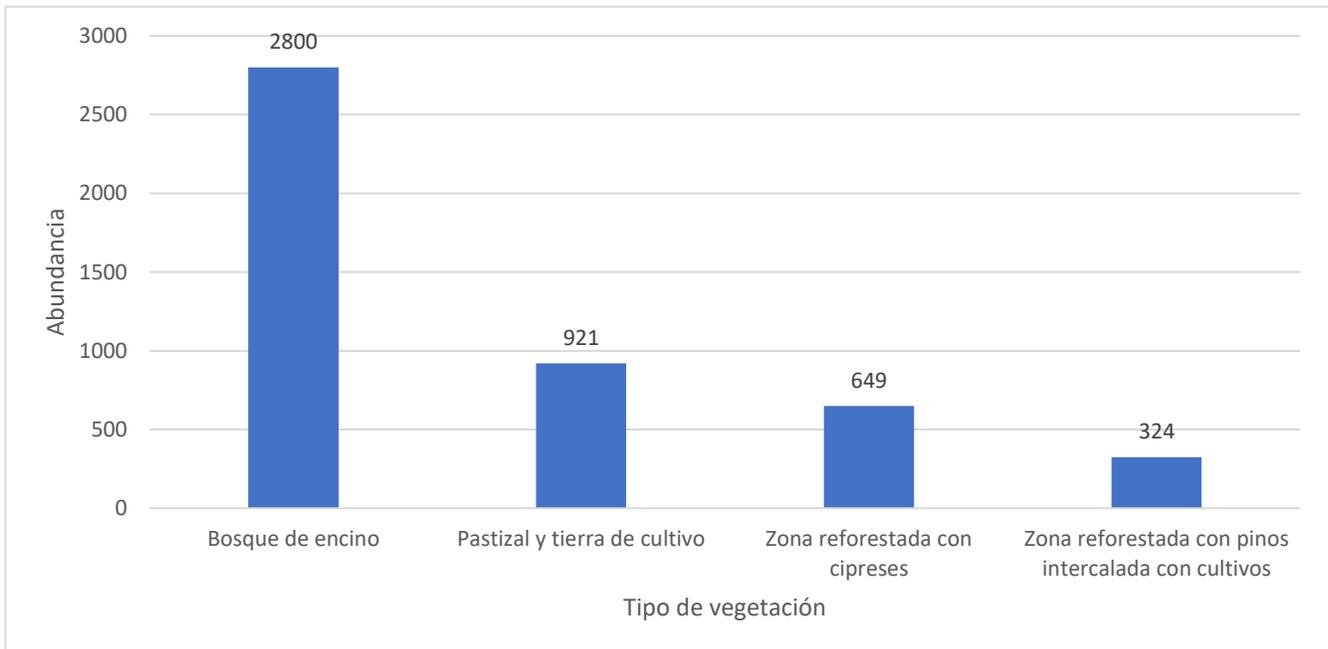


Figura 8. Abundancia de los coleópteros en los diferentes tipos de vegetación estudiados en Chapa de Mota, Estado de México.

Los análisis de correlación de Pearson indican que existió una relación lineal entre la abundancia y los parámetros ambientales. En dichos análisis obtuvimos una $R=0.611$ para la precipitación y una de $R= 0.131$ para la temperatura. Ambos resultados se sometieron a la prueba de t , que dio un valor de $t= 2.444$ para la precipitación y de $t=0.456$ para la temperatura. Tomando en cuenta que $H_0: p=0$ y $H_a: p \neq 0$, y que el valor de $t_{n-2}^{\alpha/2}$, con un nivel de significancia de 0.025 y 10 grados de libertad es igual a 2.228, se rechaza la hipótesis nula y se puede concluir que existe una relación lineal moderada positiva entre abundancia y precipitación, e insignificante inversa entre abundancia y temperatura. (Figura 9).

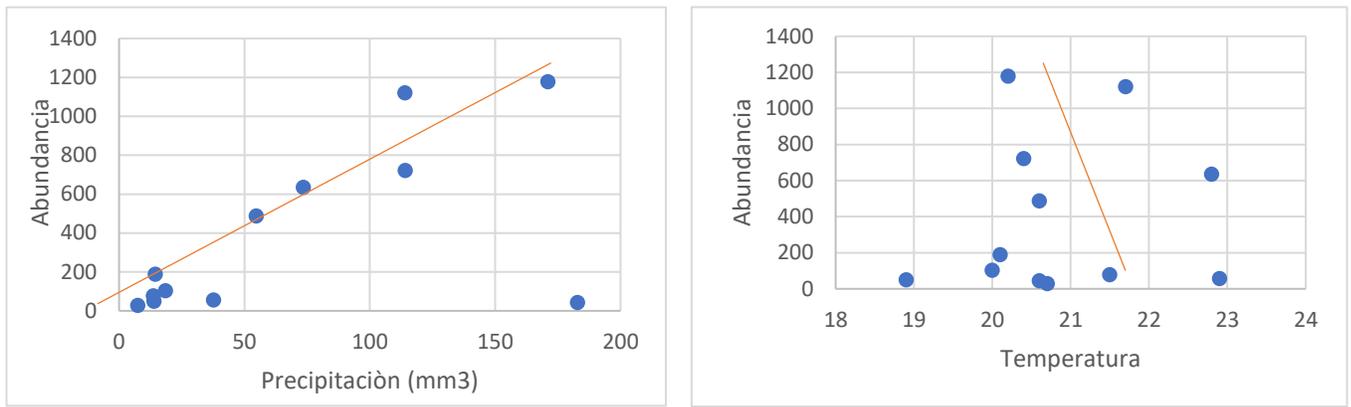


Figura 9. Diagramas de dispersión de la abundancia y la media de precipitación (Izquierda) y la abundancia con la media de temperatura (derecha) de cada mes de recolecta, en Chapa de Mota, Estado de México.

5.3 Curva de acumulación

La curva de acumulación observada no alcanzó la asíntota, y el estimador Chao1 calculó 153 especies de Coleoptera para la zona de estudio, lo que indica que durante el análisis de sitio solamente se tuvo representado el 55% de todas las especies. Por otra parte, el estimador ACE, calculó 180 especies, lo que equivale a que en las recolectas se obtuvo solamente el 64% de la riqueza de especies (Figura 10).

5.4 Diversidad alfa

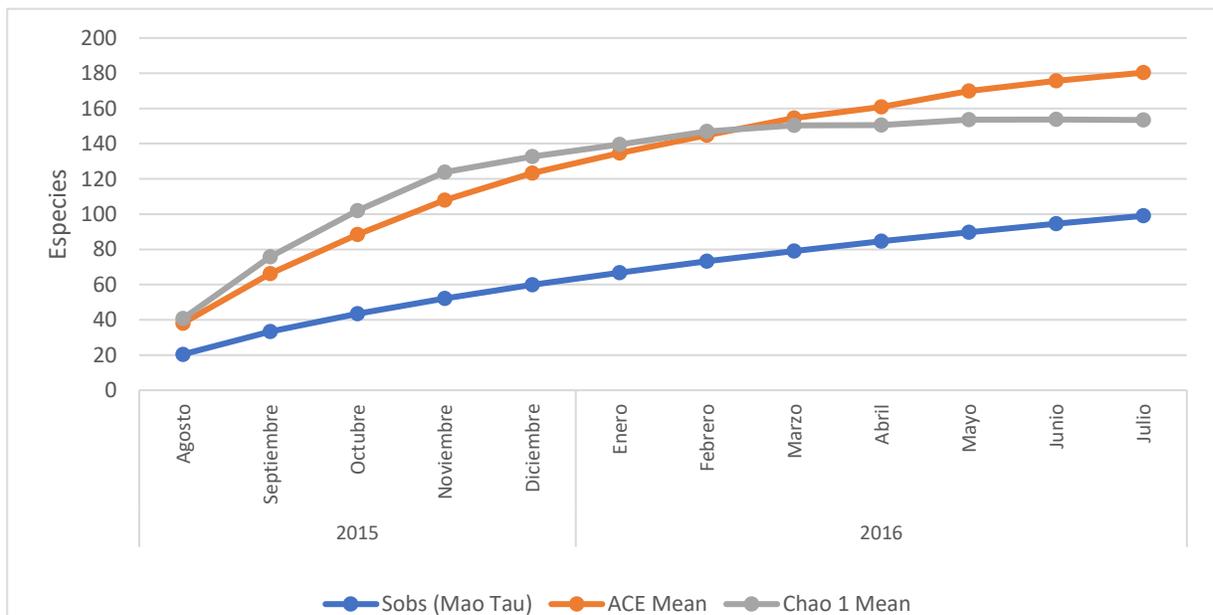


Figura 10 Curvas de acumulación de especies obtenidas con ACE y Chao 1. Chapa de Mota, Estado de México

La zona reforestada con pinos intercalada con cultivos, fue el sitio con el mayor índice de equidad (2.601 Shannon-Wiener) y dominancia (0.884 Simpson), seguido del pastizal natural (2.402 y 0.860) y la zona reforestada con cipreses (2.235 y 0.806), el bosque de encino fue el sitio de menor equidad y dominancia (1.781 y 0.699).

Respecto a las temporadas, la de secas fue la de mayor índice de equidad (2.395 Shannon-Wiener) y dominancia (0.848 Simpson), mientras que la temporada de lluvias obtuvo un valor de 2.222 de Shannon y 0.794 de Simpson.

5.5 Diversidad beta

Los dendrogramas elaborados en base al índice de Sorensen, obtuvieron valores que indican el recambio en la composición de morfoespecies de los coleópteros, entre los meses y los sitios. En el caso de los meses, los mayores valores se encontraron al comparar junio, de la temporada de secas, con noviembre, de la temporada de lluvias. El menor valor de reemplazo se encontró entre julio y agosto, ambos de la temporada de lluvias. Las mayores diferencias en la composición se obtuvieron al comparar junio con el resto de los meses, y las menores entre julio, agosto, septiembre y octubre, los cuatro de la temporada de lluvias (Figura 11).

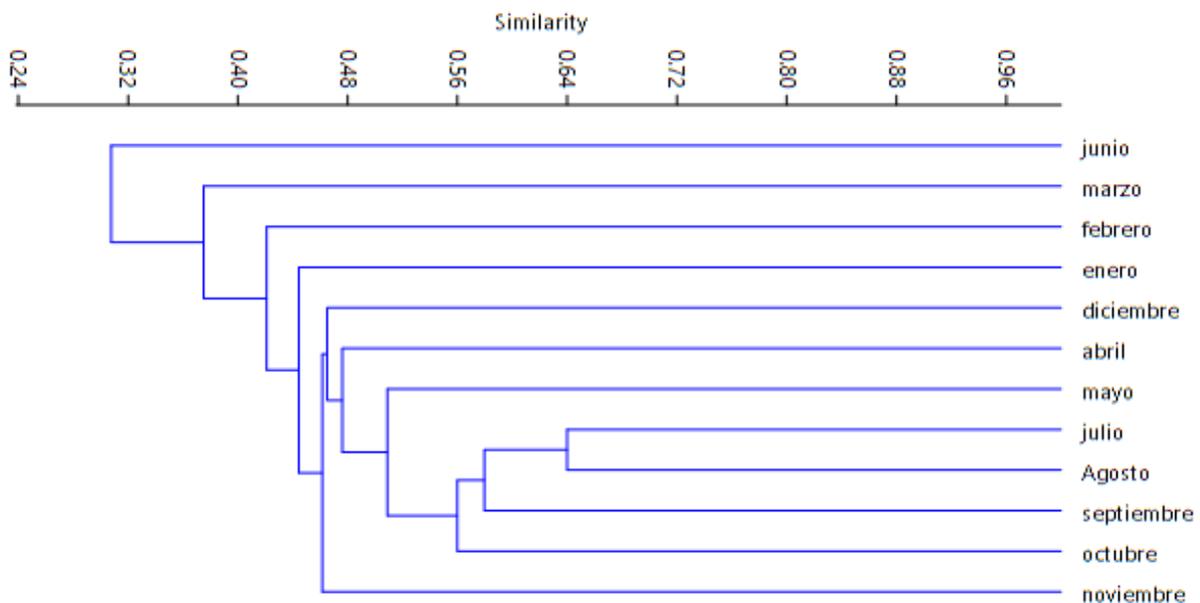


Figura 11. Similitud de la composición de la comunidad de coleópteros entre los meses. Chapa de Mota, Estado de México.

Respecto al recambio entre sitios, los mayores valores se hallaron al comparar la zona reforestada con cipreses (Cipreses) y la zona reforestada con pinos intercalada con cultivos de maíz (Cultivos). El menor valor de reemplazo se encontró en la comparación entre los valores del bosque de encino (Bosque) y el pastizal natural con tierra de cultivo (Pastizal). Cabe mencionar que los dos sitios con los mayores valores, no son los que poseen la mayor distancia entre sí, ya que esto corresponde a la zona del pastizal y la de cipreses (Figura 12).

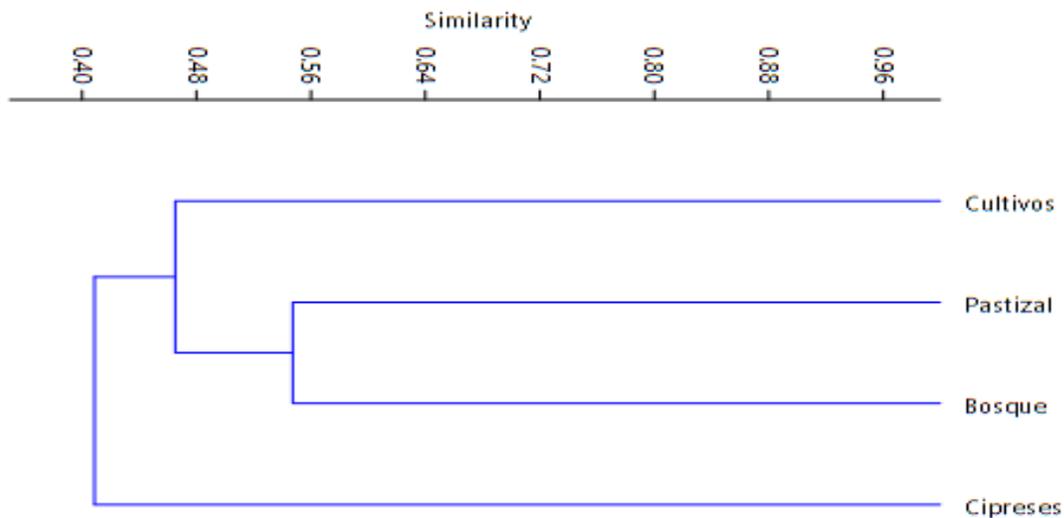


Figura 12. Similitud de la composición de la comunidad de coleópteros entre los distintos tipos de uso de suelo, Chapa de Mota, Estado de México.

5.6 Fenología

Todas las familias que estuvieron presentes en la temporada de lluvia y sequía, fueron más abundantes durante las lluvias, durante este periodo se encontró más del 66% de los ejemplares de cada una, y tuvieron su mayor pico de abundancia dentro de los tres primeros meses de mayor precipitación, excepto Cleridae que tuvo el mayor pico de abundancia durante diciembre, en la temporada de sequía.

En relación con las familias con mayor presencia durante las lluvias, Carabidae, Silphidae, Scarabaeidae y Curculionidae tuvieron su mayor abundancia durante agosto, Staphylinidae y Nitidulidae en septiembre, Leiodidae en octubre y Cucujidae en junio. Cabe mencionar que algunas familias tuvieron un pico

importante de abundancia durante la temporada de sequía, como fue el caso de Latridiidae, Staphylinidae, Leiodidae y Chrysomelidae, esto en el mes de enero.

Se presentaron dos organismos de Cryptophagidae y dos de Telegeusidae, uno por cada temporada respectivamente (Figura 13).

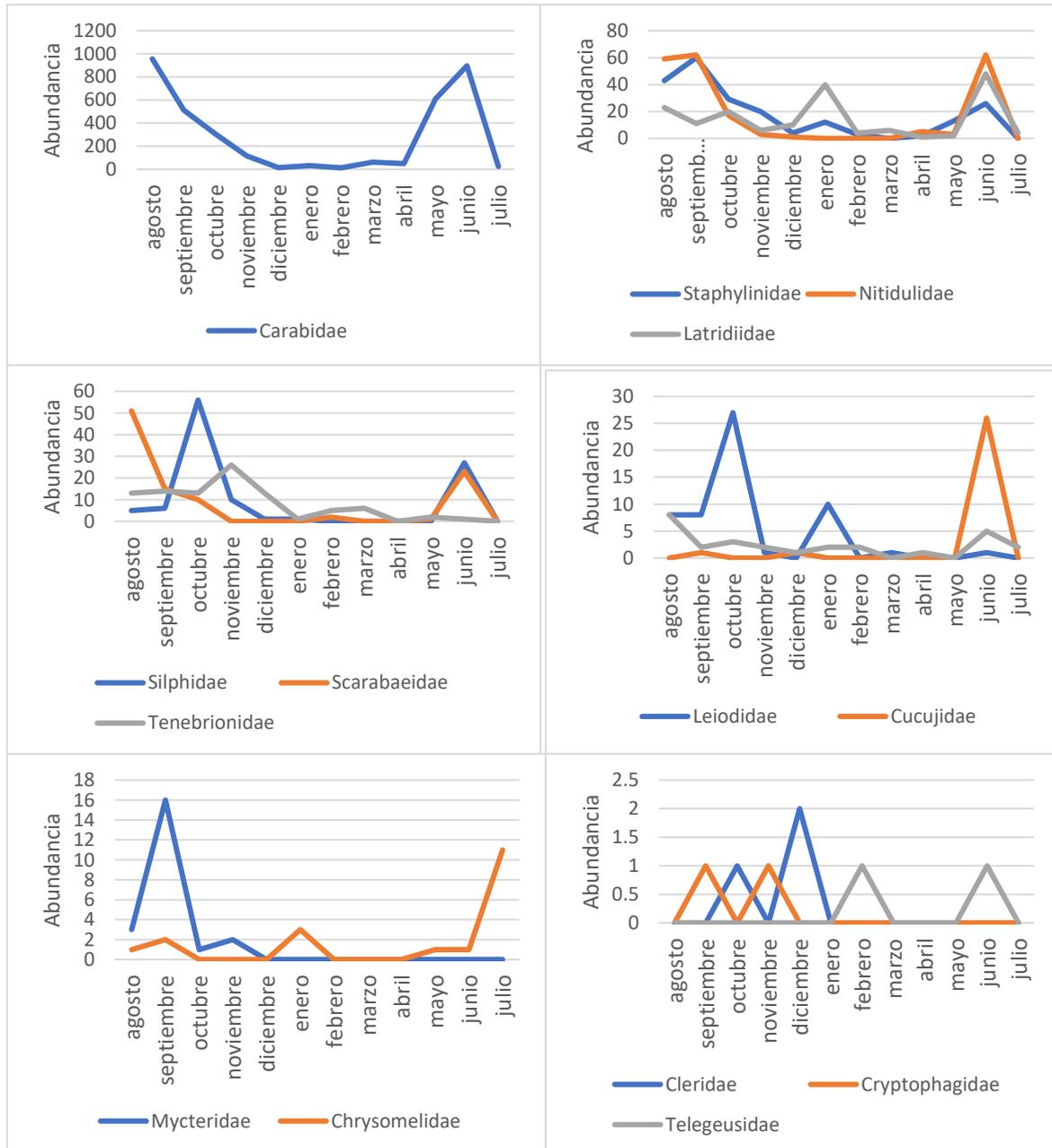


Figura 13. Variación en la abundancia de las familias de coleópteros recolectados en la temporada de lluvias y sequía, en Chapa de Mota, Estado de México.

5.7 Distribución

El 70.8% de los carábidos, se halló en el bosque de encino, el 18.6% en la zona de pastizal con cultivos y el 15.18% en la zona de cipreses. El 2.2% restante se encontró en la zona reforestada con pinos y tierras de cultivo (Figura 14).

Staphylinidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae y Curculionidae, se hallaron principalmente en el bosque de encino, mientras que Nitidulidae, Latridiidae, Cucujidae y Ptiliidae prefirieron el pastizal con tierras de cultivo.

Hydrophilidae y Chrysomelidae dominaron en la zona reforestada con cipreses, y las familias Silphidae, Cleridae, Leiodidae y Mycteridae dominaron en la zona reforestada con intercalada con cultivos (Figura 15).

Las familias restantes fueron específicas de alguno de los cuatro sitios, y se mencionan en el Cuadro 1.

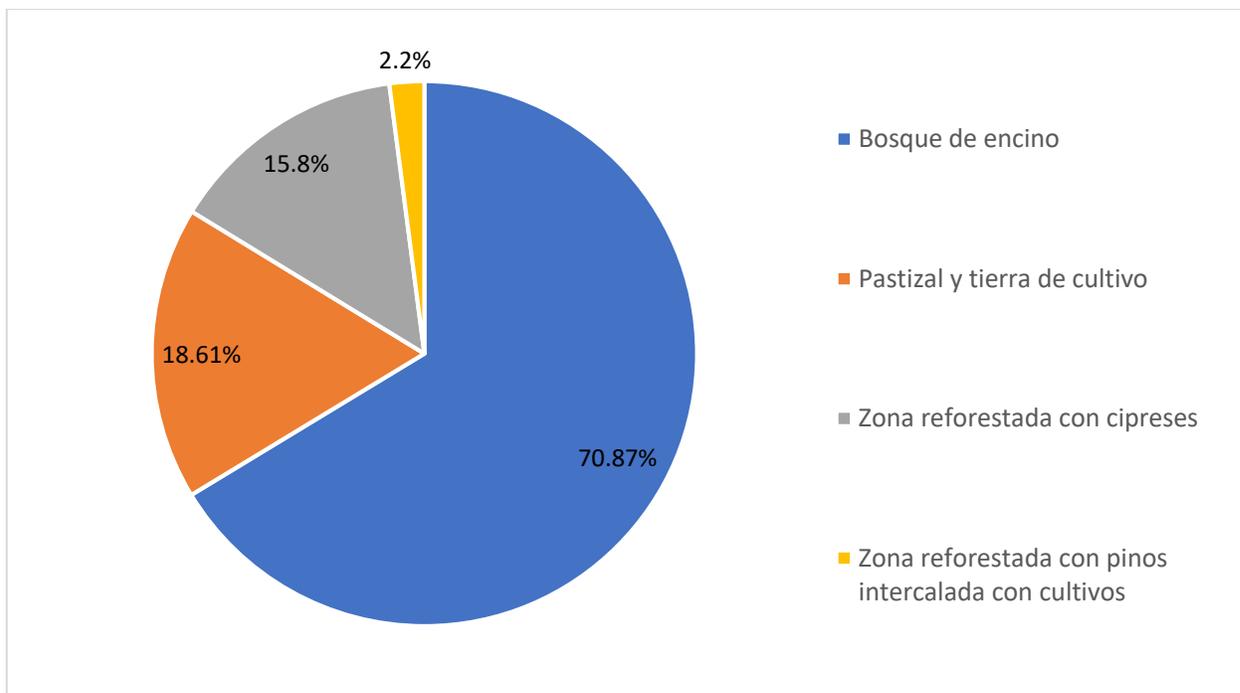


Figura 14. Porcentaje de ejemplares de Carabidae por sitio, Chapa de Mota, Estado de México.

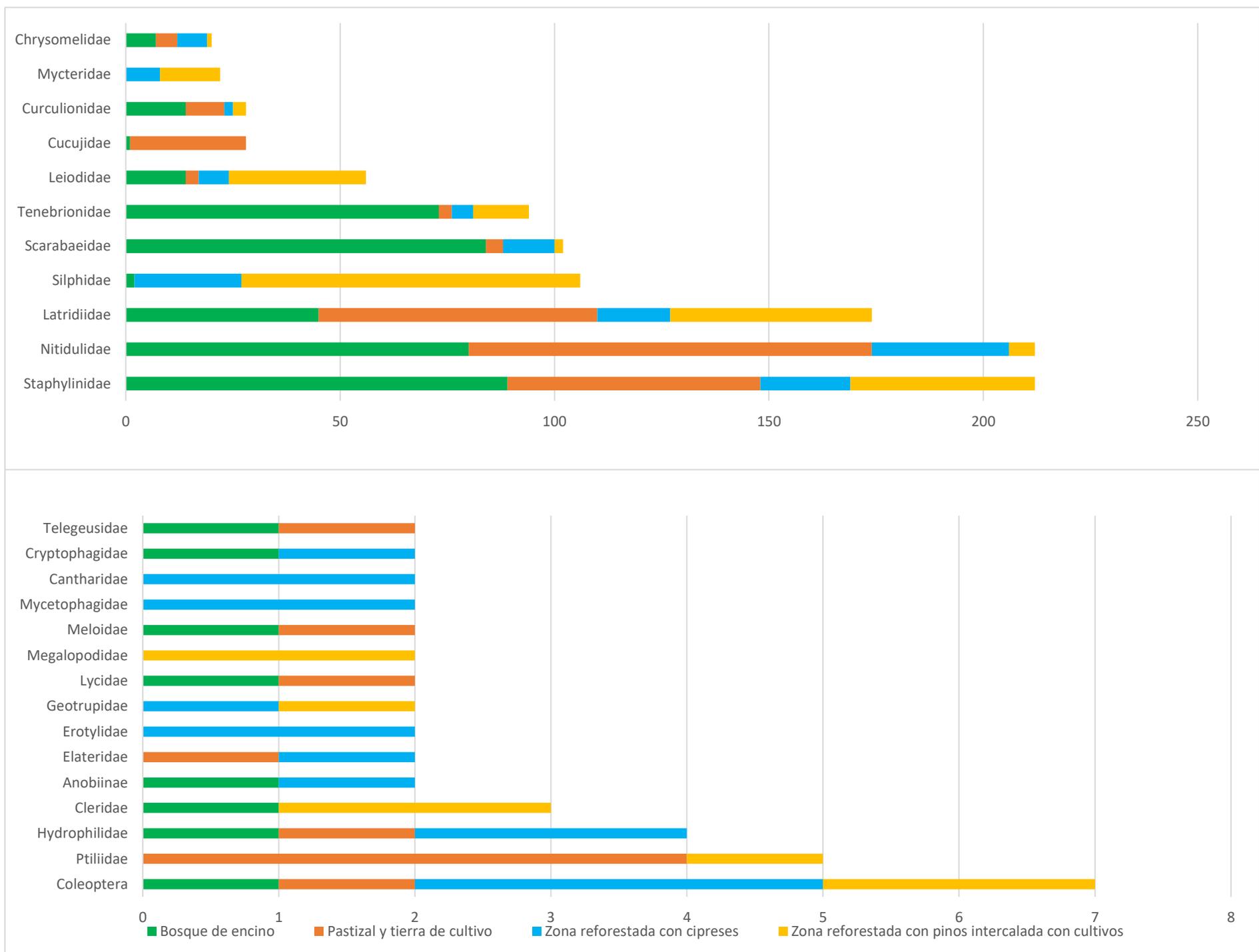


Figura 15. Número de ejemplares de las familias más abundantes presentes en cada sitio, excepto familias exclusivas por sitio.

5.8 Gremios tróficos

La coleopterofauna obtenida se agrupó en siete gremios alimentarios, los depredadores fueron el grupo más abundante con el 81.7%, le siguieron los fungívoros con el 5.6%, el de los saprófagos 4 con el 4.77% y los omnívoros 4.2%, los gremios restantes (necrófagos, fitófagos, xilófagos) suman 7.6% (Cuadro 3)

También hubo mayor número de ejemplares de algunos gremios en los distintos tipos de vegetación: en el bosque de encino, dominaron los gremios depredadores, fitófagos y omnívoros, en la zona de pastizal dominaron los saprófagos, en la zona con cipreses, los fungívoros y necrófagos, y en la zona reforestada con pinos, fue la única donde se encontró a los xilófagos (Cuadro 3).

En cuanto a las temporadas, todos los gremios aumentaron durante la temporada de lluvias, la única excepción fue el de los xilófagos, que está representada por una sola familia, y se presentó durante la época de sequía.

Cuadro 3: Número de familias (e individuos por gremio) que componen los gremios tróficos en los que se agruparon los coleópteros de Chapa de Mota, Estado de México.

Gremios	Bosque de encino	Pastizal y tierra de cultivo	Zona reforestada con cipreses	Zona reforestada con pinos intercalada con cultivos	Total, y porcentaje	
Depredadores	5(2,472)	4(727)	4(519)	3(119)	3,837	81.74%
Fungívoros	4(61)	3(73)	6(37)	4(94)	265	5.64%
Saprófagos	4(83)	4(97)	4(36)	3(8)	224	4.77%
Omnívoros	3(158)	2(7)	3(18)	2(15)	198	4.21%
Necrófago	1(2)	0	2(26)	1(79)	107	2.27%
Fitófagos	4(23)	4(16)	3(10)	3(6)	55	1.17%
Xilófagos	0	0	0	1(1)	1	0.02%

Respecto a las familias más abundantes dentro de cada gremio trófico, Silphidae, Nitidulidae y Carabidae, abarcaron más del 93% del total del gremio al que pertenecen (necrófagos, saprófagos y depredadores, respectivamente). Por su parte, Latridiidae, Scarabaeidae y Curculionidae representaron más del 50% de su

gremio (fungívoros, omnívoros y fitófagos). La familia Bostrichidae representó en su totalidad a los xilófagos, ya que fue la única familia del gremio (Cuadro 4).

Cuadro 4: Distribución de las familias en gremios tróficos, agrupados de mayor a menor, con sus respectivas abundancias por sitio, no se incluyen los siete organismos que se dejaron a nivel de orden.

Familia	Gremio	BPE	PTC	RC	RPC
Carabidae	Depredadores	2380	640	494	74
Staphylinidae	Depredadores	89	59	22	43
Cucujidae	Depredadores	1	27	0	0
Cleridae	Depredadores	1	0	0	2
Cantharidae	Depredadores	0	0	2	0
Coccinellidae	Depredadores	0	1	0	0
Histeridae	Depredadores	1	0	0	0
Melyridae	Depredadores	0	0	1	0
Latridiidae	Fungívoros	45	66	17	47
Leiodidae	Fungívoros	14	3	7	32
Mycteridae	Fungívoros	0	0	8	14
Ptiliidae	Fungívoros	0	4	0	1
Erotylidae	Fungívoros	0	0	2	0
Mycetophagidae	Fungívoros	0	0	2	0
Cryptophagidae	Fungívoros	1	0	1	0
Trogossitidae	Fungívoros	1	0	0	0
Nitidulidae	Saprófagos	80	94	32	6
Hydrophilidae	Saprófagos	1	1	2	0
Geotrupidae	Saprófagos	0	0	1	1
Lycidae	Saprófagos	1	1	0	0
Telegeusidae	Saprófagos	1	1	0	0
Anthribidae	Saprófagos	0	0	1	0
Dermestidae	Saprófagos	0	0	0	1
Scarabaeidae	Omnívoros	84	4	12	2
Tenebrionidae	Omnívoros	73	3	5	13
Anobiidae	Omnívoros	1	0	1	0
Silphidae	Necrófago	2	0	25	79
Trogidae	Necrófago	0	0	1	0
Curculionidae	Fitófagos	14	9	2	3
Chrysomelidae	Fitófagos	7	5	7	1
Elateridae	Fitófagos	0	1	1	0
Megalopodidae	Fitófagos	0	0	0	2
Meloidae	Fitófagos	1	1	0	0
Sphaeriusidae	Fitófagos	1	0	0	0
Bostrichidae	Xilófagos	0	0	0	1

Discusión

6.1 Riqueza

Las 36 familias obtenidas en este estudio equivalen al 38% de las 108 registradas para el orden Coleoptera en México (Navarrete-Heredia y Fierros-López, 2001).

Este alto porcentaje de familias obtenidas es de esperarse, ya que se trata del orden más rico del reino animal y son organismos que se pueden hallar en prácticamente cualquier tipo de ambiente (Triplehorn y Johnson, 2005), además, se ha demostrado que la estructura heterogénea que tienen los sistemas agrosilvopastoriles y el dinamismo de los elementos presentes en ellos, permiten la entrada y permanencia de especies vecinas de coleópteros y otros insectos, lo que puede derivar en un aumento en la riqueza de éstos grupos en la zona (Arellano *et al.* 2013).

Por otra parte, el número de familias hallado durante este estudio es diferente al registrado en estudios donde fueron empleadas las trampas de caída (algunas con cebo), por ejemplo, Grez *et al.* (2003), que utilizaron trampas de caída sin cebo en un bosque de pino-encino, hallaron 30 familias, Fagundes *et al.* (2011), usaron trampas pitfall sin cebo en cinco tipos de vegetación, solamente hallaron 14 familias, y Deloya y Ordoñez-Reséndiz (2008), quienes emplearon necrotrampas y otros métodos de captura en un cafetal, obtuvieron 50 familias en el suelo. Como se puede observar, a pesar de que el número de familias halladas en los estudios varía enormemente, además del tipo de vegetación, la composición de las familias no es tan diferente.

En este trabajo se han encontrado las mismas familias o la mayor parte de los estudios antes mencionados, principalmente aquellas que fueron halladas en los cuatro tipos de vegetación, y que fueron: Carabidae, Staphylinidae, Chrysomelidae, Tenebrionidae, Curculionidae, Leiodidae, Nitidulidae y Scarabaeidae. Éstas familias han sido halladas independientemente del sitio donde se realizaron los muestreos, del esfuerzo de captura y del tipo de vegetación del área (Kutasi *et al.* 2001., Grez *et al.* 2003., Deloya y Ordoñez-Reséndiz, 2008., Fagúndez *et al.* 2011 y Durán,

2013), por lo que se puede considerar que la composición taxonómica de los coleopteros epígeos es similar en muchas regiones del mundo, esto se puede deber a que son familias muy activas, y generalmente solo los coleopteros que tienen una gran actividad en el suelo son capturados en trampas de caída, es decir, no significa necesariamente que sean las familias dominantes en el sustrato (McColl, 1974., 1975).

El orden en que fue representada la riqueza, donde Staphylinidae fue la familia más rica (19%), seguida de Curculionidae (12%) y Carabidae (11%), coincide con algunos trabajos de coleopterofuna epiedáfica. El que mayor coincidencia tuvo fue el realizado en una sabana de Tanzania por (Andersen *et al.* 2003), en donde hallaron que el 26% de las especies corresponde a los estafilínidos, seguido de los curculiónidos con el 17% y los carábidos con el 15%. En otros estudios similares, Staphylinidae también fue la familia más rica (Durán, 2013., Alvarez-Duarte & Barrera-Cataño, 2007 y Kenneth, 1968).

La riqueza de los estafilínidos (19 morfoespecies) es relativamente alta si se consideran otros trabajos realizados con trampas de caída (sin cebo) y en distintos tipos de vegetación. El valor más alto fue el de Bohác y Bezdek (2004), quienes hallaron 15 morfoespecies en un bosque República Checa. El que sea la familia más rica con una mezcla de géneros que acuden comúnmente a la carroña (*Platydracus*, *Belonuchus*, *Philonthus*) y otros saprófagos habitantes de la hojarasca (*Ischnosoma*, *Toxidium*, *Oxytelus*) se puede explicar por que durante la recolecta, accidentalmente cayeron vertebrados, como ratones y lagartijas, que al no poder salir de las trampas morían, y en su proceso de descomposición atrajeron a las especies que comúnmente acuden a la carroña, así como otras familias, tales como histéricidos, derméstidos y sílfidos.

La temporalidad con la que se presentaron las familias, evidenció que durante la época de lluvias hubo más riqueza que en la sequía, esto se debe a que la precipitación pluvial induce procesos de crecimiento vegetal, y permite la fructificación de hongos, lo que aumenta la disponibilidad de alimento para diversos insectos fitófagos e insectos micófagos, que, a su vez, pueden funcionar como

sustento para los depredadores (Nicholls, 2008). Además, a esto se le puede sumar que en la zona se aprovecha la temporada de lluvias para el cultivo de maíz, los árboles frutales son cosechados, y aumenta la producción de gramíneas para pastoreo directo, lo que incrementa aún más la variedad de alimento disponible para la coleopterofauna de la zona, e induce la entrada de especies aledañas.

La distribución de la riqueza entre los distintos tipos de vegetación siguió un gradiente hacia la zona más conservada, ya que más del 50% de todas las morfoespecies se concentró en la zona menos perturbada, que fue el bosque de encino, seguida del pastizal, la zona reforestada con cipreses y el cultivo de maíz. Los hábitats que “a ojo” registraron la mayor cobertura arbórea albergaron un mayor número de especies exclusivas. Esto se explica tomando en cuenta que la complejidad estructural de la vegetación y las condiciones microclimáticas de estos hábitats, proporcionan a las especies mayor estabilidad ambiental, debido a la presencia de una cobertura arbórea más densa y a una mayor cantidad de hojarasca que retiene mayor humedad sobre el suelo (Álvarez-Duarte & Barrera-Cataño, 2007). Por último, también se sabe que la riqueza de la hojarasca tiene mayor influencia que la cantidad de la misma (Fandiño *et al.* 2009).

6.2 Abundancia

La abundancia en los cuatro sitios varió mucho entre sí y entre temporadas, muy probablemente debido a diversos factores ambientales, como las características de los hábitats, el grado de perturbación, y la humedad, sin embargo, la familia Carabidae se mantuvo como la más abundante, representó más del 75% de los ejemplares capturados. Esto se debe principalmente a sus hábitos edáficos, además de que son depredadores muy activos de moluscos y larvas de otros insectos, organismos muy comunes de la materia orgánica del suelo (Triplehorn y Johnson, 2005, Gerlach *et al.* 2009). De igual forma, es muy común su captura en éste tipo de trampas, y ha sido reportado como la familia más abundante en numerosos trabajos (Kenneth, 1968., Kutasi *et al.* 2001., Zerbino, 2005., Álvarez-Duarte & Barrera-Cataño, 2007 y Montero *et al.* 2011), también se caracteriza por

ser muy diverso en zonas templadas, y su presencia se interpreta como indicador de complejidad de las interacciones de estos organismos en su hábitat.

Dentro de la familia Carabidae se encontraron las tres morfoespecies más abundantes, que fueron Carabidae sp.1, Carabidae sp.4 y *Calosoma* sp. éste último género también es registrado por Uribe y Vallejo (2013) como el más abundante en un bosque tropical, esto es atribuido igualmente a sus activos hábitos depredadores.

Es importante mencionar que la mayor parte de los organismos fueron capturados durante la temporada de lluvias, este patrón coincide con otros estudios, por ejemplo, se han reportado cambios estacionales en la abundancia de las especies, con un pico durante la estación lluviosa y un notable descenso durante la estación seca (Caballero, 2007., Moreno, 2015 y Trujillo-Miranda *et al.* 2016). Esto gracias a que se ha visto que, generalmente la precipitación pluvial provoca cambios en el desarrollo, reproducción y conducta de los artrópodos, ya que aumenta la disponibilidad de alimento que la lluvia trae consigo (Cifuentes, 2009). De igual forma, la humedad que se acumula en la hojarasca, favorece la presencia de los coleópteros (González, 2007).

Es interesante hacer notar, que la abundancia siguió la misma tendencia de la riqueza, a concentrarse en el sitio menos perturbado (bosque de encino) y disminuir gradualmente hacia las zonas más perturbadas. Esta similitud entre ambos valores puede estar relacionada con la complejidad estructural de la vegetación y con las condiciones microclimáticas que estos hábitats proporcionan a las especies, ya que como se había mencionado anteriormente, la cobertura del dosel provee mayor humedad a nivel del suelo, lo que a su vez permite el desarrollo de alimento (Musálem-Santiago, 2002).

Otro factor que puede influir para que la riqueza y el número de individuos sean mayores en el bosque de encino, es la extensión de éste y al poco daño que han recibido por las actividades pastoriles y silvícolas, ya que el grado de perturbación al que han estado sometidos los otros sitios, ha dejado como resultado un menor número de especies y abundancias, que reflejan una baja cantidad de recurso espacial y alimenticio disponible (Menéndez y Cabrera-Dávila, 2014), sobre

todo en la zona reforestada con pinos y cultivos de maíz, el sitio más manipulado por la mano del hombre.

La zona degradada exhibe una riqueza y abundancia baja en relación con las otras áreas, por lo que se puede decir que las diferencias del número de especies e individuos entre los sitios, como entre las temporadas, depende principalmente de la calidad de la vegetación y la cobertura del dosel (Fagúndez *et al.* 2011). Los insectos exhiben la mayor representatividad entre las clases de la macrofauna edáfica de los sistemas agrosilvopastoriles (Fandiño *et al.* 2009) y la fragmentación de los hábitats conduce a la reducción de especies sensibles a los cambios en su ambiente, que se traduce en la pérdida o el desplazamiento de la biodiversidad, como es el caso de los coleópteros.

6.3 Curva de acumulación y diversidad

Con base en los estimadores, se puede decir que a pesar del alto esfuerzo de recolecta (10 trampas x 4 sitios x 12 meses =480 muestras), se encontraron poco más de la mitad de las especies del sitio (Badii *et al.* 2012). Para poder aumentar el porcentaje de especies capturadas se debería aumentar el esfuerzo, sin embargo, éste podría ser muy alto, y por ende, aumentaría el costo para las poblaciones de escarabajos, dado principalmente al pequeño tamaño del sitio y la cantidad de ejemplares capturados presentes en éste (Ibarra-Polezel *et al.* 2015). Arellano *et al.* 2013 e Ibarra-Polezel *et al.* 2015 mencionan que para poder aumentar en un 5% el porcentaje de coleópteros, es necesario utilizar otros tipos de trampas, principalmente de intercepción de vuelo, trampas con cebo y captura manual.

La intensidad de uso del suelo fue un factor determinante en los resultados obtenidos en este estudio. Al considerar el nivel en el uso de suelo, hubo un gradiente en los valores de diversidad, desde la zona de cultivos (la de mayor dominancia y equidad) hasta el bosque de encino (la de menor dominancia y equidad). La intensidad en la producción de un agroecosistema puede provocar cambios en la vegetación (composición y cobertura) y en los residuos generados por el manejo (cantidad y calidad) y producir importantes variaciones en el microclima y la disponibilidad de recursos (Zerbino, 2005). Los altos valores de

diversidad en la zona reforestada con pinos y cultivos de maíz, indican, además, que las diferentes especies disponen de aproximadamente la misma cantidad de recursos para sí mismas, por lo que existe una abundancia y riqueza equitativa entre ellas (Campo y Duval, 2014).

Respecto a la similitud, los valores inferiores al 60% entre los sitios indican un nivel moderado de recambio de especies, esto se debe a que en cada sitio se lleva a cabo un tipo especial de manejo: el bosque funciona como relicto de la vegetación original y por ende no es explotado, el pastizal es utilizado para pastoreo y posee poca cobertura del dosel, la zona de cipreses para retener la humedad, y en la zona de cultivos se plantan diversos vegetales. A pesar de esto, la mayor similitud la poseen el bosque y el pastizal, los dos sitios menos perturbados y más cercanos entre sí. También se sabe que los cambios en el sustrato, producidos por el incremento de la materia orgánica a través de la caída de hojarasca, la descomposición de raíces y los residuos de cosecha, aportan nutrientes que pueden ser aprovechados por la macro fauna edáfica, ya sea de forma directa o consumiéndola de las plantas que la absorben (Mendieta y Rocha, 2010), de igual forma, la variedad de plantas cultivadas y malezas en sistemas agrosilvopastoriles, mantienen condiciones microclimáticas, lo que beneficia a los insectos que habitan allí (Brown *et al.* 2006).

6.4 Fenología y distribución

Se pudo observar que es más fácil hallar a ciertos grupos de coleópteros en algunos sitios, esto se podría relacionar con la disponibilidad y diversidad de recursos, es por lo anterior que hay que destacar la importancia del papel que jugó el tipo de manejo agrosilvopastoril en las comunidades de coleópteros. El manejo del sistema silvopastoril, en el que hay una integración simultánea de cultivos anuales y perennes, árboles maderables, frutales y ganadería, puede acelerar algunos aspectos en el flujo de nutrimentos (Musalém-Santiago, 2002). El problema de éste tipo de manejo es que si la carga animal es alta, la compactación de los suelos puede afectar el crecimiento vegetal. Sin embargo, entre las ventajas

ambientales, se puede mencionar que los árboles proporcionan un microclima favorable para los animales.

También es importante mencionar que en la zona de cultivo de maíz intercalado con pino, se han utilizado fertilizantes, principalmente superfosfato de calcio simple y cloruro de potasio (Casas, 2001). Estos fertilizantes pueden afectar directamente a las poblaciones de insectos de la zona, ya que los fertilizantes químicos, producen efectos tóxicos en la cadena alimenticia y un empobrecimiento paulatino del suelo al ir perdiéndose los microorganismos que aseguran su composición y sus nutrientes naturales (Mataix, 1999). Dichos efectos podrían explicar por qué la zona de cultivo fue un sitio con dominancia de pocas familias.

Carabidae mostró su mayor abundancia durante la temporada de lluvias, principalmente en agosto de 2014, seguido de junio y mayo de 2015, esto coincide con estudios similares donde Carabidae también fue muy abundante en la temporada lluviosa (Keneth, 1968., Grez *et al.* 2003., Perez, 2009., Rainio, 2009., Durán, 2013 y Uribe y Vallejo, 2013). Estos hallazgos se han relacionado con el ciclo vital de esta familia, ya que la mayoría de estos coleópteros se reproducen a finales de la temporada de lluvias y las larvas se desarrollan en invierno, por lo que es muy probable que pasen las temporadas de mayor temperatura y humedad en estado adulto (Zaballos, 1986). De igual forma, se ha documentado que algunas especies de éste grupo poseen afinidad por ambientes húmedos (Rainio, 2009).

Así mismo, se encontró que esta familia prefirió las zonas mejor conservadas, principalmente el bosque de encino y la zona de pastizal, lo que concuerda con numerosos autores (Work *et al.* 2008., Rainio, 2009., Avgin y Luff, 2010., Beese, 2013 y Porrini, 2014) quienes explican que los ensambles de carábidos responden negativamente a las perturbaciones ejercidas sobre el ambiente a causa de la actividad del hombre, ya que los sitios perturbados provocan una disminución en la riqueza específica, abundancia y estructura de estos ensambles, esto se debe principalmente a la pérdida de condiciones ambientales específicas que requieren algunas especies, a una baja tasa de eclosión de huevos depositados en suelo contaminado, y los cambios en las características morfológicas que pueden

presentar algunos organismos al ser expuestos a algunos tipos de insecticidas (Avgin y Luff, 2010).

Al igual que Carabidae, Staphylinidae presentó una clara preferencia por los sitios menos antropogenizados y las lluvias. Este patrón coincide con otros trabajos realizados con diversas formas de captura en donde se adjudican el aumento poblacional a la mayor disponibilidad de recursos generados por la precipitación (Cejudo-Espinoza y Deloya, 2005., Brown *et al.* 2006., Jiménez-Sánchez *et al.* 2009, 2011., Durán, 2013., Méndez-Rojas *et al.* 2012 y Suárez, 2016). Lo anterior también podría explicar la mayor abundancia de la familia Tenebrionidae, durante la temporada de mayor precipitación y en las zonas mejor conservadas.

Los curculiónidos tuvieron una tendencia muy parecida, tanto en el bosque de encino como en el pastizal ya que tuvieron su máxima abundancia en junio y agosto. En un estudio previo en el mismo municipio de nuestro estudio, González (2007) obtuvo resultados similares, ya que encontró que la mayoría de los curculiónidos adultos se alimentan en el follaje de la planta, polen o néctar que se producen durante las lluvias. Los curculiónidos se pueden considerar un grupo con importancia económica, ya que algunas especies pueden volverse plagas de la agricultura y la silvicultura (González, 2007).

Por otra parte, Silphidae (*Nicrophorus mexicanus* Matthews, 1888) tuvo su mayor abundancia en octubre, con un pico en junio, lo cual ya ha sido descrito en otros estudios (Navarrete-Heredia, 2001; Pérez-Villamares *et al.* 2016 y Trevilla-Rebollar *et al.* 2010). Hay que hacer notar que no es una familia común para trampas de caída sin cebo, y su presencia se debió a que en algunas trampas cayeron accidentalmente pequeños vertebrados, que al morir atrajeron a este tipo de fauna; esto también explica porque destacó el grupo en la zona de cultivos, ya que aquí se observó un mayor número de trampas con cadáveres de ratones y lagartijas en las trampas.

En el pastizal y en la zona reforestada con pino, se pudo observar que durante el muestreo fueron colocados pequeños montículos de paja y restos de cosecha, así como materia orgánica animal, lo que propició el desarrollo de hongos.

Esto pudo haber atraído a insectos especialistas en explotar esos recursos, como los nitidúlidos, latrídidos, ptílidos y myctéridos, familias que, aunque comúnmente se desplazan mediante el vuelo, son comunes en estos sitios y su alimento se encuentre a nivel del suelo.

Por último, se pudo observar que la única familia con un comportamiento completamente diferente a las otras, fue Bostrichidae, pues solamente se encontró durante la época de sequía y en la zona más perturbada. Durante la sequía, la vegetación sufre de estrés hídrico, lo que la hace susceptible a los ataques de plagas (Chapela, 2012), ésta condición podría favorecer a los bostrichidos, ya que perforan la madera y en ella viven sus estadios juveniles y se alimentan de granos almacenados (Jean-Michel, 1996), ambos sustratos comunes en éste sitio.

6.5 Gremios tróficos

La dominancia de los depredadores coincide con los estudios realizados en otras regiones con diversos tipos de vegetación (Kutasi *et al.* 2001., Deloya y Ordoñez-Resendiz, 2008., Fagúndez *et al.*, 2011 y Durán, 2013), sin embargo, con base en la similitud en el uso de suelo del presente estudio y el realizado por Zerbino (2005), quien analizó un agro sistema, la dominancia de los depredadores es algo anormal, ya que en sus resultados señaló que los depredadores fueron el gremio menos abundante, y esto es relacionado al grado de perturbación del sitio, es decir, mientras más perturbado el sitio, halló menos depredadores.

Es importante hacer notar que Fagúndez *et al.* (2011), mencionaron que Carabidae fue la única familia de carnívoros en las zonas antropogenizadas, y esta familia fue muy abundante, lo que podría explicar la dominancia de este gremio.

El que los fungívoros fuesen el segundo grupo funcional más abundante, se puede deber a la fuerte asociación entre *Quercus* y hongos micorrizicos, ya que se sabe que existen más de 30 especies de éstos hongos en éste tipo de bosques (Moreno *et al.* 2005).

Los saprófagos en el presente estudio ocuparon el tercer lugar de riqueza y abundancia lo cual ocurre en varios estudios con distintos tipos de uso de suelo y

en sistemas agropastoriles. (Zerbino, 2005., Alvarez-Duarte & Barrera-Cataño, 2007., Trevilla-Rebollar, 2010., Montero *et al.* 2011., Durán, 2013 e Ibarra-Polezel, 2015) Su abundancia se debe a que tienen una mayor capacidad de respuesta ante la falta de recursos en relación a otros grupos, ya que pueden utilizar materia orgánica vegetal u animal en descomposición. De igual manera tuvieron un número de individuos similar al de los omnívoros, grupo con importancia debido a que también poseen una amplia gama de recursos para aprovechar (Ibarra-Polezel, 2015).

Por último, el gremio de los fitófagos fue el de menor abundancia y riqueza (sin incluir xilófagos), esto se debe a que estos organismos dependen directamente de la vegetación y al eliminar parte de las plantas del lugar, disminuyen los coleópteros asociados a éstos (Campo y Duval, 2014), además de que viven sobre la vegetación y no en la hojarasca, por lo que su presencia en las trampas de caída es escasa.

El gremio omnívoro incluye a las familias cuya diversidad de hábitos es muy variada, y a falta de identificaciones más específicas, no se pudo agrupar en algún otro gremio.

7. Conclusiones

- Las 36 familias registradas representan una alta riqueza en la zona, por constituir casi el 40% del total reportado para México y haberse encontrado en un área de una extensión no mayor a 140 ha y con alta antropogenización.
- Las familias Carabidae, Staphylinidae, Nitidulidae, Latridiidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae y Leiodidae, fueron familias que se encontraron más frecuentemente debido a su gran actividad epigea.
- Los valores más altos de riqueza y abundancia de coleópteros, corresponden a las zonas mejor conservadas, y los valores fueron disminuyendo conforme fue aumentando el grado de perturbación.
- Más del 90% de los individuos fueron capturados durante la temporada de lluvias, además el mayor número de familias y morfoespecies exclusivas se presentaron durante esta época.
- El valor de diversidad más alto se encontró en la zona reforestada con pinos y cultivos de maíz.
- Se estima que solamente se encontró un 60% de todas las especies esperadas de la zona.
- La familia Carabidae fue la más abundante, representando más del 76% de todos los organismos recolectados, y fue hallada principalmente en el bosque de encino.
- La familia Staphylinidae fue la de mayor riqueza y se encontró que su distribución se concentra en el bosque de encino, y su presencia, así como el de las otras familias necrófagas como el caso de Silphidae, se debió a la atracción generada por pequeños vertebrados que murieron en las trampas.
- Los distintos tipos en el uso de suelo y la incorporación de prácticas como el pastoreo y el cultivo, podrían favorecer la entrada de grupos que viven fuera del sitio y aumentar el número de especies de la zona, además, las lluvias y la cobertura densa del dosel fueron los factores que provocaron un aumento en la abundancia y la riqueza en la comunidad de coleópteros.

8.Literatura citada

1. Álvarez-Duarte, A. & J. I. Barrera-Cataño. (2007). Estudio comparativo del ensamblaje de coleópteros en diferentes áreas de la cantera soratama, localidad de Usaquén, Bogotá. *Universitas Scientiarum*. 12(2): 47-56.
2. Álvarez, T. A. A., Sarabia, M. S., & Rosales, M. D. L. L. M. (2013). Alimentación del coatí *Nasua narica*, en la comunidad de las Ánimas, Municipio de Chapa de Mota, Estado de México, México. *Revista de Zoología*. (24): 16-26.
3. Andersen, A. N., G. D. Cook, & R. J. William-s. (2003). Fire in tropical savannas: the Kapalga experiment. Springer Science & Business Media. 169: 108-113.
4. Arellano, L., J. L. León-Cortés., G. Halffter & J. Montero. (2013). Matorrales de Acacia, vacas y escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeinae) en un paisaje silvopastoril mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84(2): 650-660.
5. Arnett, R. H., M. C. Thomas., P. E. Skelley & Frank, J. H. (2002). American Beetles, Volume II: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. CRC press. 861.
6. Avgin, S. & Luff, M. L. (2010). Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators of human impact. *Munis Entomology & Zoology*. 5(1): 209-215.
7. Badii, M. H., Guillen, A., Landeros, J., Cerna, E., Ochoa, & Valenzuela, J. (2012). Muestreo por Métodos de Captura-Recaptura. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*. 7(1): 97-31.
8. Benest, G. (1989). The sampling of a carabid community. I: The behaviour of a carabid when facing the trap. *Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol*, 26(2): 205-211.
9. Beese, W.J. (2013). Variable retention harvesting in North Pacific temperate rainforests. En G.H. Orians y J.W. Schoen (Eds.), North Pacific temperate rainforests: Ecology and conservation. Seattle: University of Washington Press. 227-252.

10. Boháč J. & A. Bezděk. (2004). Staphylinid beetles (Coleoptera, Staphylinidae) recorded by pitfall and light trapping in Mrtvý luh peat bog. *Silvia Gabreta*. 10:141-150.
11. Bouchard, Y., A. E. Bousquet., M. A. Davies., J. F. Alonso-Zarazaga., C.H.C. Lawrence., A.F. Lyal., C.A.M. Newton., M. Reid., S.A. Schmitt & A.B.T. Smith. (2011). Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*. 88: 1-639.
12. Borror, D. J. y R. E. White. (1998). A field guide to insects: America north of Mexico. Houghton Mifflin Harcourt. 80-336.
13. Brown, G. G; J. Römbke; H. Höfer; M. Verhaagh; K.D. Sautter y D. L. Q. Santana. (2006). Biodiversity and function of soil animals in Brazilian agroforestry systems. *Sistemas Agroflorestais: Bases Científicas para o desenvolvimento sustentável*. UENF, Campos dos Goytacazes, 217-242.
14. Caballero P. U. (2007). La complejidad del hábitat determina la diversidad y los patrones de la comunidad de un grupo de insectos altamente diversificado (Coleoptera: Staphylinidae) en el sur de México. Tesis de maestría. Colegio de la frontera sur. México. 3-25.
15. Campo, A. M., & V. S. Duval. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía*. 34(2): 25-42.
16. Casas, P. V. M. (2001). Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agro Silvo Pastoril, FMVZ UNAM. Informe 2001, Programa 2002.
17. Ceballos, G., R. List., G. Garduño., R. López-Cano., M. J. Muñozcano-Quintanar., E. Collado & J. Elvin-San Román. (2009). Diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Colección Mayor, Estado de México. 527.
18. Cejudo-Espinosa, E., & C. Deloya. (2005). Coleoptera necrófilos del bosque de *Pinus hartwegii* del Nevado de Toluca, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 44(1): 67-73.

19. Centro Nacional de Desarrollo Municipal (CNDM). (2001). Los municipios del Estado de México. Colección: Enciclopedia de los Municipios de México, México. Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de México. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/index.html>
20. Chapela, F. (2012). Estado de los Bosques de México. Estado de los bosques de México. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible AC México, 116-143.
21. Cifuentes, R. P. (2009). Distribución temporal de Tenebrionidae (Insecta: Coleoptera) en una localidad de bosque tropical caducifolio en la reserva de la biosfera sierra de Huautla, Morelos. Tesis de maestría. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 105.
22. Colwell, R. K. (2013). EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software).
23. Delgado, L. y J. Márquez. (2006). Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeoidea (Insecta) del estado de Hidalgo. *Acta Zoológica Mexicana*. 22(2): 57-108.
24. Deloya, C; M. & M. Ordoñez-Resendiz. 2008. Escarabajos (Insecta: Coleoptera). 123-134. En: Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S. y Mehlreter K. (editores). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, 348 p.
25. Diodato, L., O, Buben., A. Fuster & M. Damborsky. S.A. (2011). Contribución al conocimiento de los escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) de bosques del chaco semiárido, Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste. 13.
26. Durán, A. G. (2013). Familias de Coleoptera capturadas con trampas de caída en un bosque de pino-encino, un matorral xerófilo y un bosque tropical caducifolio del Estado de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 25-48.

27. Durán, A. D., A. E. Cisneros y V. A. Vargas (2010). Bioestadística. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 1-34, 190-198.
28. Eben, A. (2012). ¿Por qué Amargarse la Vida? La Asociación de los Escarabajos Diabroticina (Coleóptera: Chrysomelidae) con Plantas de la Familia Cucurbitaceae, 193-216. En: J. C. Rojas y E. A. Malo (eds.). *Temas Selectos en Ecología Química de Insectos*. El Colegio de la Frontera Sur. México. 446.
29. Emeljanov, A.F. y A. L. Lobanov (2002) Beetles (Coleoptera) and coleopterists / distribution and feeding (En línea): Zoological institute RAS, ST- Petesburg, Rusia. (Fecha de consulta 20/11/2016. Disponible en: <https://www.zin.ru/animalia/coleoptera/eng/distr.htm>)
30. Escalante E. T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. Benemerita Universidad Autónoma de Puebla. Elementos: *Ciencia y Cultura*. 52: 53-56.
31. Fagundes, C.K., R.A. Di-Mare., C. Wink & D. Manfio. (2011). Diversity of the families of Coleoptera captured with pitfall traps in five different environments in Santa Maria, RS, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 71(2): 381-390.
32. Fandiño, B. R; J. B. Henríquez; R. R. Bonilla; J. Murillo & R. Del Toro. (2009). Evaluación de arreglos agrosilvopastoriles en explotaciones ganaderas de la microrregión Bajo Magdalena. *Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 10(1): 60-69.
33. F.M.V.Z. (2005). Centro de enseñanza, investigación y extensión en producción agro silvo pastoril, fmvz unam. Informe 2005.
34. García, D. A. (2013). Familias de Coleoptera capturadas con trampas de caída en un bosque de pino-encino, un matorral xerófilo y un bosque tropical caducifolio del Estado de México, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 59.
35. Gerlach A., K. Voigtländer & C. M. Heidger (2009): Influences of the behaviour of epigeic arthropods (Diplopoda, Chilopoda, Carabidae) on the efficiency of pitfall trapping. *Soil organisms* 81 (3): 773-790.

36. Gómez-Beda, S. (2013). Importancia de los Scarabeinae (Insecta: Coleoptera) como bioindicadores del estado de conservación en vegetación fragmentada de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz, México. Tesis de Maestría. Facultad de ciencias biológicas y agropecuarias. Universidad Veracruzana. 1:20-22.
37. González, J. P. (2007). Insectos filófagos y carpófagos asociados a *Quercus laeta* (liemb.) y *Q. dysophylla* (benth.) en Chapa de Mota, Estado de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 19-46.
38. Greenslade, P. J. M. (1964). Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *The Journal of Animal Ecology*, 301-310.
39. Grez, A. A., Moreno, P. & Elgueta, M. (2003). Coleópteros (Insecta: Coleoptera) epígeos asociados al bosque maulino y plantaciones de pino aledañas. *Revista Chilena Entomologica*. 29, 9-18.
40. Hammer, D.A.T. Harper y P.D. Ryan (2001). *PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis*. Palaeontologia Electronica. Disponible en: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
41. Hernández, S. y M.A. Gutierrez. (1999). Manejo de sistemas agrosilvopastoriles. Universidad de Edinburgo y Universidad de San Carlos Guatemala. 70-120.
42. Ibarra-Polesel, M. G; M. P. Damborsky & E. Porcel. (2015). Escarabajos copronecrófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Reserva Natural Educativa Colonia Benítez, Chaco, Argentina. *Revista mexicana de biodiversidad*. 86(3): 744-753.
43. IIGCEM. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México. (1993). Atlas General del Estado de México. Secretaría de Finanzas y Planeación, Gobierno del Estado de México, Toluca.
44. INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. (1976). Carta de Uso de Suelo. Tepeji del Río. Escala 1: 50000.
45. Jiménez-Sánchez, E; S. Zaragoza-Caballero & F. A. Noguera. (2009). Variación temporal de la diversidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) nocturnos

- en un bosque tropical caducifolio de México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 80(1): 157-168.
46. Jiménez-Sánchez, E; O. M. Juárez-Gaytán & J. R. Padilla-Ramírez. (2011). Estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) necrófilos de Malinalco, Estado de México. *Dugesiana*, 18(1): 73-84.
47. Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J., (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8: 151–161.
48. Kenneth L. E. (1968). Carabidae (Coleoptera) and other arthropods collected in pitfall traps in Iowa cornfields, fencerows and prairies. *Retrospective Theses and Dissertations*. 3734. 64-4232.
49. Kramarz, P. & R. Laskowski. (1997). Effect of zinc contamination on life history parameters of a ground beetle, *Poecilus cupreus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 59: 525–530.
50. Kutasi, C., V. Markó & A. Balog. (2001). Ground dwelling Coleoptera fauna of commercial apple orchards. *Integrated Fruit Production wprs Bulletin*. 24 (5): 215-219.
51. Levesque, C. & G. Levesque. Y. (1992). Epigeal and flight activity of Coleoptera in a commercial raspberry plantation and adjacent sites in southern Quebec (Canada): introduction and Nitidulidae. *Great Lakes Entomologist*. 25(4): 271-285.
52. Luff, M.L. (1996). Use of carabids as environmental indicators in grassland and cereals. *Annales Zoologici Fenicci*. 30: 185-195.
53. Luff, M. L. (1975). Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia*, 19(4): 345-357.
54. Mas, J.F., A. Velázquez., J.R. Díaz-Gallegos., R. Mayorga-Saucedo., C. Alcántara., G. Bocco., R. Castro., T. Fernández & A. Pérez-Vega. (2004). Assessing land use/cover changes: a nationwide multivariate spatial data base for

- Mexico. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 5(4): 249-261.
55. Magurran, A.E. (2003). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing Inc.
56. Mataix Solera, J. (1999). Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales: contribución a su conservación y regeneración. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante. 330.
57. Mc.Coll, H.P. (1974) The arthropods of the floors of six forest types on the West Coast, South Island: a preliminary report. *New Zealand Ecological Society*. 21: 11-16.
58. McColl, H. P. (1975). The invertebrate fauna of the litter surface of a *Nothofagus truncate* forest floor, and the effect of microclimate on activity. *New Zealand Journal of Zoology*. 2(1): 23-27.
59. Menéndez, Y.I. & G. Cabrera-Dávila. (2014). La macrofauna de la hojarasca en dos sistemas con diferente uso de la tierra y actividad ganadera en Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 48(2): 181-188.
60. Méndez-Rojas, D. M; M. M. López-García & R. García-Cárdenas. (2012). Diversidad de escarabajos (Coleoptera, Staphylinidae) en bosques altoandinos restaurados de los Andes centrales de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*. 38(1): 141-147.
61. Mendieta L., M. & L. R. M. Rocha. (2007). *Sistemas agroforestales*. Universidad Nacional Agraria. 30-103.
62. Missa O., Y. Basset., A. Alonso., S. E. Miller., G. Curletti., M. De Meyer., C. Eardley., M. W. Mansell & T. Wagner. (2009). Monitoring arthropods in a tropical landscape: relative effects of sampling methods and habitat types on trap catches. *Journal of Insect Conservation*. 13(1): 103-118.
63. Montero, G. A., N. J. Carnevale & G. Magra (2011). Ensamblajes estacionales de artrópodos epigeos en un bosque de quebracho (*Schinopsis balansae*) en el Chaco Húmedo. *Revista Colombiana de Entomología*. 37(2): 294-304.

64. Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T—Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza: 43-46.
65. Moreno, R. D., José G. Marmolejo M., & Valenzuela, R. (2005). Flora micológica de bosques de pino y pino-encino en Durango, México. *Ciencia UANL*. 8 (3): 362-369.
66. Moreno O. M. L. (2015). Coleópteros (Coleoptera Insecta) necrófilos de sitios con diferentes usos de suelo en una región semiárida en el nororiente del Estado de México, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 13-37.
67. Morón, M. A. (2004). Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología y Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza España. 206.
68. Musálem-Santiago, M. Á. (2002). Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 8(2): 91-100.
69. Naskrecki, P. 2008. Mantis v. 2.0 - A Manager of Taxonomic Information and Specimens.
70. Navarrete-Heredia, J. L., & H. E. Fierros-López. (2001). Coleoptera de México: situación actual y perspectivas de estudio. 1-21. En:triple Navarrete-Heredia, J.L., H.E. Fierros-López & A. Burgos-Solorio. (Eds.). Tópicos sobre Coleoptera de México. Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Guadalajara, Jalisco.
71. Nicholls E. C. I. (2008) Control biológico de- insectos: un enfoque agroecológico / Clara Inés Nicholls Estrada. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. 282.
72. Niemelä, J., J. R. Spence & D. H. Spence. (1992). Habitat associations and seasonal activity of ground-beetles (Coleoptera, Carabidae) in central Alberta. *The Canadian Entomologist*, 124(3): 521-540.
73. Oyarzún, C., L. Nahuelhual & D. Núñez (2005). Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica. *Ambiente y Desarrollo*. 20(3): 88-95.

74. Pérez, H. C.X. (2009). La familia Carabidae (Insecta: Coleoptera) en Quilamula, reserva de la biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 86.
75. Pérez-Villamares, J. C., E. Jiménez-Sánchez & J. Padilla-Ramírez. (2016). Escarabajos atraídos a la carroña (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae, Hybosoridae, Trogidae y Silphidae) en las cañadas de Coatepec Harinas, Estado de México, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87(2): 443-450.
76. Pineda, J.N.B., S.J. Bosque., D.M. Gómez & R.W. Plata. (2009). Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante sistemas de información geográfica y técnicas de regresión multivariantes: Una aproximación a los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas*. Instituto de Geografía. (69): 33-52.
77. Pita, F. S. y D. S. Pértega. (1997). Relación entre variables cuantitativas. *Cad Aten Primaria*. 4: 141-4.
78. Pla, L. (2006). Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Inferencia*. Vol. 31. 8: 583-590.
79. Porrini, D. P; A. V, Castro & A. C. Cicchino. (2014). Los carábidos (Coleoptera: Carabidae) asociados a los remanentes de bosque nativo en la Reserva Natural Municipal Laguna de los Padres, Buenos Aires. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 73 (2): 35-48.
80. Rainio, J. (2009). Carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of environmental change in Ranomafana National Park, Madagascar. *Faculty of Biosciences of the University of Helsinki*. 7-21.
81. Rzedowski, J. (1992). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. México. *Ciencias número especial*. (6): 47-56.
82. Sackmann, P. (2006). Efectos de la variación temporal y métodos de captura en la eficiencia de un muestreo de coleópteros en la Reserva Natural Loma del Medio, El Bolsón, Río Negro. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. (65): 35:50.

83. Smn.cna.gob.mx. (n.d.). Normales Climatológicas, Estación 00015196 Chapa de Mota. [online] Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Normales5110/NORMAL15196.TXT> [2 Mayo 2016].
84. Suárez Á. V. Á. (2016). Utilización de coleópteros como indicadores ecológicos en gradientes urbanos de Gijón y León (NO Península ibérica).(Coleoptera: Carabidae, Cholevidae, Histeridae, Silphidae y Staphylinidae). Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. 216.
85. Trevilla-Rebollar, A; C. Deloya y J. Padilla-Ramírez (2010). Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) capturados con trampas pitfall en Malinalco, Estado de México, México. *Entomología Mexicana*. (7): 273-278.
86. Triplehorn, C.A. y N.F Johnson. (2005). Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Thomson Brooks/Cole, Estados Unidos, 864.
87. Trujillo-Miranda, A. L., H. Carrillo-Ruiz., S. P. Rivas-Arancibia., & A. R. Andrés-Hernández. (2016). Estructura y composición de la comunidad de escarabajos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en el cerro Chacateca, Zapotitlán, Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87(1): 109-122.
88. Uribe, M. y L. Vallejo. (2013). Diversidad de escarabajos Carabidae y Scarabaeidae de un bosque tropical en el Magdalena medio Colombiano. Colombia. *Boletín Científico*. Centro de Museos. Museo de Historia Natural 17(2): 174-196.
89. Villareal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina & A.M. Umaña. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 187-190, 198-199.
90. Work, T. T; M. Koivula; J. Klimaszewski; D. Langor; J. Spence Sweeney; y C. Hébert. (2008). Evaluation of carabid beetles as indicators of forest change in Canada. *The Canadian Entomologist*. 140(4): 393-414.

91. Young, A. (1987). Soil productivity, soil conservation and land evaluation. *Agroforestry Systems*. 5: 277-291.
92. Zaballos, J. P. (1986). Notas fenológicas sobre los Carabidae (Coleoptera) de la Península Ibérica. *Anales de Biología*. 7 (2): 11-15.
93. Zerbino, M. S. (2005). Evaluación de la densidad, biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de producción. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales. Universidad de la Republica Montevideo, Uruguay. 2-65.
94. Zhang, Z.Q. (2013). Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*. (3148): 100-101

Apéndice 1: Abundancia y riqueza mensuales de Coleóptera, agrupado por familia, subfamilia y morfoespecie.

Familia	Subfamilia	Morfoespecies	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	Total
Carabidae		Carabidae sp. 1	117	55	19	1	26	4	52	0	239	319	0	877	1709
		Carabidae sp. 4	206	185	75	3	2	3	9	0	224	177	0	53	937
	Carabinae	Calosoma sp. 1	67	23	7	2	3	5	0	48	134	339	25	9	662
		Calosoma sp. 2	66	23	14	8	0	0	0	0	11	26	0	0	148
		Carabidae sp. 2	50	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	85
		Carabidae sp. 6	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	22
		Carabidae sp. 7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	15
		Carabidae sp. 3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	Harpalinae	Amara (Amara) sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
		Carabidae sp. 5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Loricinae	Loricera sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Staphylinidae	Aleocharinae	Aleocharinae sp. 1	13	1	7	1	3	3	0	2	11	7	0	5
Staphylininae		Philonthus sp. 1	16	11	2	0	3	0	0	0	1	7	0	10	50
Tachyporinae		Tachinus sp.	14	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	23
Staphylininae		Chroaptomus sp.	3	5	5	0	0	0	0	0	0	6	0	0	19
Tachyporinae		Lordithon sp.	2	0	3	1	0	0	0	0	1	2	0	6	15
Staphylininae		Philonthus sp. 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	9	13
		Belonuchus sp. 2	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	10
		Belonuchus sp. 1	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9
		Platydracus sp. 1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
		Philonthus sp. 3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
Scaphidiinae		Toxidium sp. 1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Staphylininae		Platydracus sp. 2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tachyporinae		Ischnosoma sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Pselaphinae		Pselaphinae sp.1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Staphylininae	Xantholinini sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	

Continuación de apéndice 1

Familia	Subfamilia	Morfoespecies	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	Total
Staphylinidae	Staphylininae	Phloeonomus sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Philonthus sp. 4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Oxytelus sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Tachyporinae	Sepedophilus sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nitidulidae		Nitidulidae sp. 1	33	1	3	0	0	0	0	5	2	62	0	26	132
		Nitidulidae sp. 2	26	16	0	1	0	0	0	0	1	0	0	33	77
		Nitidulidae sp. 3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Latridiidae		Latridiidae sp. 1	11	20	6	10	40	3	6	1	2	48	4	23	174
		Latridiidae sp. 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Silphidae	Nicrophorinae	Nicrophorus mexicanus	6	56	10	1	1	0	0	0	0	27	0	5	106
Scarabaeidae	Scarabaeinae	Onthophagus sp. 1	9	10	0	0	0	0	0	0	1	19	0	50	89
		Scarabaeidae sp. 2	6	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	9
	Melolonthinae	Melolonthinae sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		Melolonthinae sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		Melolonthinae sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		Melolonthinae sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Tenebrionidae	Tenebrioninae	Eleodes sp. 1	2	13	26	13	0	5	6	0	0	1	0	11	77
		Eleodes sp. 2	12	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	16
		Eleodes sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Leiodidae		Leiodidae sp. 1	8	27	1	0	10	0	1	0	1	0	8	56	
Cucujidae		Cucujidae sp.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	26
		Cucujidae sp.1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Cucujidae sp.2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Curculionidae		Curculionidae sp.7	1	2	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	6
		Curculionidae sp.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
		Curculionidae sp.2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5

Continuación de apéndice 1

Familia	Subfamilia	Morfoespecies	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	Total	
Curculionidae		Curculionidae sp.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	
		Curculionidae sp.4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Curculionidae sp.9	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Curculionidae sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		Curculionidae sp.5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		Curculionidae sp.6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		Curculionidae sp.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
		Curculionidae sp.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		Curculionidae sp.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Mycteridae		Mycteridae sp. 1	16	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	22	
Chrysomelidae	Bruchinae	Bruchinae sp. 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		Chrysomelidae sp. 1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	5	0	8
		Chrysomelidae sp. 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6
		Chrysomelidae sp. 3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
		Chrysomelidae sp. 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Coleoptera		Coleoptera sp.1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
		Coleoptera sp.2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
		Coleoptera sp.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Coleoptera sp.4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ptiliidae		Ptiliidae sp. 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	
Hydrophilidae		Hydrophilidae sp. 1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	4	
Cleridae		Cleridae sp.2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Cleridae sp.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cryptophagidae		Cryptophagidae sp. 1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Elateridae	Denticollinae	Neotrichophorus sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	

Continuación de apéndice 1

Familia	Subfamilia	Morfoespecies	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	Total	
Geotrupidae	Geotrupinae	Ceratotrupes sp. 1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Lycidae		Lycidae sp. 1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
Megalopodidae		Megalopodidae sp. 1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	
Anobiinae		Anobiinae sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
		Anobiinae sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cantharidae		Cantharidae sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
		Cantharidae sp. 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Meloidae		Meloidae sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		Meloidae sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Telegeusidae		Telegeusis moroni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		Telegeusidae sp. 1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Anthribidae		Anthribidae sp. 1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Bostrichidae		Bostrichidae sp. 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Coccinelidae		Coccinelidae sp.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Dermestidae		Dermestidae sp.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Histeridae	Saprininae	Hypocaccus sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
Melyridae		Melyridae sp. 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Sphaeriusidae		Sphaerius sp. 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Trogidae		Trox sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Trogossitidae		Trogossitidae sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Abundancia			722	488	189	49	102	29	78	57	635	1121	44	1179	4694	
Riqueza			42	27	23	16	20	11	8	5	19	32	8	33		
Morfoespecies exclusivas			9	5	2	4	2	4	2	0	4	10	4	6		