

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Órdenes y Familias de Insectos del Jardín Botánico “Ing. Gustavo Aguirre Benavides” en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Por:

ABIGAIL GONZÁLEZ RAMIREZ

TESIS

Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2019

Órdenes y Familias de Insectos del Jardín Botánico "Ing. Gustavo Aguirre Benavides" en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Por:

ABIGAIL GONZÁLEZ RAMIREZ

TESIS

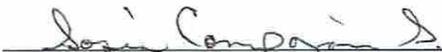
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



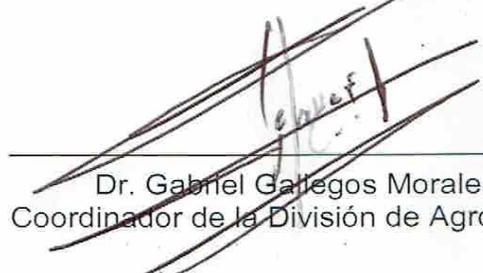
Dr. Mariano Flores Dávila
Asesor principal



M.C. Sofía Comparán Sánchez
Coasesor



Dr. Fidel A. Cabezas Melara
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2019

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A DIOS

Gracias Dios por prestarme vida, estoy muy feliz por culminar una etapa mas en mi formación profesional, no tengo palabras para agradecerte todo lo que has hecho por mi, por que se que sin tu ayuda no hubiera logrado mi meta, gracias por estar en todo momento conmigo y ser mi fortaleza te agradezco por la familia que me ha prestado mis papas y mis hermanos que son mi apoyo y motivación para seguir adelante.

A MI UNIVERSIDAD UAAAN

La vida me puso retos y metas, uno de ellos la universidad gracias a mi ALMA TERRA MATER que me formo estos 5 años,y le agradezco que haber sido una base hacia el éxito, y enseñarme que en esta vida todo lo que desees con esfuerzo y dedicación se puede lograr.

Le agradezco a mi institución y a mis maestros que formaron parte en en esta etapa de mi vida y lograr conocimientos para vencer mis retos.

A MI ASESOR PRINCIPAL DE TESIS

Dr.Mariano Flores gracias por aceptarme como su tesista, y resolver dudas en mi investigación por sus criticas constructivas y por apoyarme para culminar mi trabajo.

A MIS COASESORES

Al Dr. Fidel A. Cabezas y MC. Sofia Comparan por sus aportaciones y correcciones a este trabajo muchas gracias por su paciencia y por su tiempo aportado, les agradezco en grande manera por apoyarme a terminar y corregir mi trabajo.

A MI PADRE: CELEDONIO GONZALEZ CORTES

Gracias papa por tus consejos y apoyo en esta estancia en mi linda institución de prestigio “MI UAAAN ALMA TERRA MATER”, gracias a tu apoyo pude lograr mi preparación.te dedico esta nota solo para decirte que eres el mejor papa del mundo y que gracias a mi esfuerzo y dedicación logre terminar mi carrera.

A MI MAMA: MARIA DEL CARMEN RAMIREZ HERNANDEZ

Gracias mama que a pesar de todas las adversidades y retos en esta etapa de vida recibí tu apoyo, y que a pesar de todas las cosas soy tu mayor tesoro, hoy culmino la universidad que con gran esfuerzo y dedicación logre terminar.

A MIS HERMANOS

Agradezco por su apoyo moral a mis hermanos Ilse Ivonne y Edwin Eduardo que a pesar, que la vida nos puso retos, hemos podido salir adelante, y sabemos que no hay metas que no podamos lograr con mucha fuerza y valentía, y aprendimos afrontar todos los obstáculos los quiero.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Hoy me entristece saber que nos alejamos, pero los llevare en el corazón, compartí muchos momentos con ustedes en la universidad que exámenes, desvelos retos que afrontábamos como estudiantes, hoy le doy gracias a Dios que logramos culminar nuestra preparación les deseo éxito ingenieros.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE GRÁFICAS Y FIGURAS	v
INTRODUCCIÓN	1
Justificación	2
Objetivo.....	2
Hipótesis	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Antecedentes históricos de los insectos	3
Los insectos y las interacciones con las plantas.....	3
Clasificación de los insectos de acuerdo a su alimentación.	4
Adaptaciones de los insectos	5
Morfología y características generales	6
Metamorfosis de los insectos.....	7
Clasificación de insectos.....	8
Descripción general de los órdenes en insectos mas sobresalientes.....	10
Orden Coleópteros	10
Orden Lepidópteros.....	10
Orden Orthópteros.....	11
Orden Phasmida.....	11
Orden Hemípteros	12
Orden Dermápteros.....	13
Orden Neuropteros.....	13
Orden Homópteros	14
Orden Himenóptera	14
Orden Díptera.....	15
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Materiales	16
Métodos	16
Distribución y ubicación del área de investigación.....	17
Diseño del Jardín y diseño experimental	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
CONCLUSIONES	27
LITERATURA CITADA	28

ÍNDICE DE TABLAS

Total de insectos colectados por orden y familia	19
--	----

ÍNDICE DE GRÁFICAS Y FIGURAS

Morfología externa de un insecto	6
Familias del Orden Orthoptera	20
Orden Orthoptera familia acrididae	20
Familias del orden Phasmida	21
Phasmido asociado a acacia	21
Familias del orden Hemíptera	22
Hemíptero asociado a asteraceae	22
Familias del orden Coleóptera	23
Familias del orden Neuróptera	23
Familias del orden Hímenoptera	24
Himenoptero asociado a <u>Dalea bicolor</u>	24
Familias del orden Lepidóptera	25
Orden lepidoptera familia cambridae <i>palpita quadristigmalis</i>	25
Familias del orden Díptera	26
Díptero asociado a agaves.....	26

Resumen

Para realizar una investigación sobre insectos es primordial llevar un orden y sistema estandarizado para facilitar a los estudiantes y especialistas mejor comunicación. La presente investigación se llevo a cabo con el objetivo de conocer los órdenes y las familias de insectos que se encuentran en el jardín Botánico “Ing. Gustavo Aguirre Benavides” de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Los insectos se identificaron de acuerdo a la clasificación de Donald J. Borror and Richard E. White (1970). Los datos obtenidos en el trabajo de investigación fueron los siguientes, se colectaron 152 insectos, registrándose 23 familias en el periodo agosto-diciembre 2016 de las cuales, 5 familias son del orden Lepidóptera, 3 familias del orden Orthoptera, 4 familias del orden Coleóptera, 1 familia del orden Phasmida, 4 familias del orden Hemíptera, 3 familias del orden Díptera, 2 familias del orden Himenóptera y 1 una familia del orden Neuróptera. De todas las familias mencionadas anteriormente el orden Lepidóptera fue la que obtuvo el mayor número de familias identificadas (Nymphalidae, Pieridae, Noctuidae, Papilionidae, Cambridae) y en las diferentes colectas se pudo determinar que la familia noctuidae y pieridae fueron las que tuvieron el mayor número de insectos colectados. Y las dos órdenes de insectos que obtuvieron el menor número de familias identificadas fueron phasmida pues solo identifico una familia phasmatidae y el orden neuróptera solo se identificó una familia crysopidae.

Palabras clave: Insectos, jardín botánico, orden, familia

INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo un estudio sobre insectos es esencial realizar una identificación, el tener un sistema internacional estandarizado es para facilitar la comunicación entre los especialistas (Vázquez, 2007).

Se sabe que los insectos abundan, en todo el mundo solo se conocen aproximadamente 1 millón de especies y todavía quedan muchas que no se han descubierto (Díaz, 2016).

El jardín botánico “Ing. Gustavo Aguirre Benavides” de la UAAAN cumple con la función de investigación, enseñanza, conservación y da servicios al público. Tiene una colección de plantas vivas que pueden agruparse teniendo los siguientes criterios, taxonómicos, ecológicos, biogeográficos utilitarios entre otros (Linares & Hernández, 2003). Este se utilizará como el área de estudio para la colecta de insectos en esta investigación.

Guzmán (2010) menciona que los insectos se encuentran insertos en papeles ecológicos clave dentro de los ecosistemas. Pueden ser carnívoros, parásitos, carroñeros, fitófagos, frugívoros, polinívoros, coprófagos, fungívoros, etc; es decir, poseen un amplio espectro de hábitos alimenticios. También establecen relaciones bióticas estrechas con otros organismos, por ejemplo, el mutualismo entre plantas con flor (angiospermas) e insectos, ha generado un proceso de coevolución (evolución paralela entre dos o más especies), que ha dado como resultado, el aumento en la diversidad biológica en ambos grupos de organismos.

Encontrar una explicación de los patrones de distribución de especies (insectos) a mayor escala es un tema de suma importancia en ecología. Existen infinidad de trabajos que han mostrado correlaciones entre factores del medio abiótico, latitud y/o altitud y la distribución de especies (Schilman & De la Vega, 2015).

La presente investigación se realizará con la finalidad de conocer orden y familias de insectos que se asocian a la vegetación del Jardín Botánico “Ing. Gustavo Aguirre Benavides” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el periodo agosto-diciembre 2016.

Justificación

Los insectos se asocian en los ecosistemas, y es de gran importancia el orden y familia en los que están clasificados por que así se da a conocer los beneficios o daños que efectúan sobre la vegetación del Jardín botánico.

Conocer la diversidad especies de insectos en el jardín botánico es la mejor forma de entender su importancia y conocer algunas interacciones que efectúan sobre las vegetación del Jardín botánico.

Objetivo

Conocer e Identificar los ordenes y familias de insectos que se encuentran en el Jardín Botánico “Ing. Gustavo Aguirre Benavides” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Hipótesis

Al realizar esta investigación conoceremos los órdenes y familias de los insectos que se encuentran en el Jardín Botánico “Ing. Gustavo Aguirre Benavides de la UAAA” ya que se asocian por que tienen interacción sobre la vegetación del jardín.

REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes de la clase insecta

La clase insecta representan un componente que domina la biodiversidad en los ecosistemas terrestres, sin embargo, existen pocos estudios sobre el papel que estos desarrollan, en el ciclo de nutrientes en general la función que desempeñan en los ecosistemas (Weisser & Siemann, 2004).

Los insectos ocupan, alrededor del 74% de un millón de especies conocidas del reino animal y el 93% de artrópodos. Cada año se están descubriendo y describiendo más de 700 nuevas especies de insectos. El orden Coleóptera (escarabajos) son de los insectos que está conformado por 370,000 especies, con la familia curculionidae (los picudos) que cuenta con alrededor de 60,000 especies. El verdadero número de insectos se ha calculado y estimado a más de 2 millones de especies, esto significa que tan solo un 50% de las especies de los insectos han podido ser descubiertos e identificados (Roog, 2001).

Los insectos y las interacciones con las plantas.

En general se sostiene que los insectos y las plantas tienen fuertes efectos sobre la evolución y ecología entre ellos mismos. Así también los herbívoros han sido considerados que tienen influencia importante en cómo se distribuyen y abundan las plantas en los ecosistemas contemporáneos, la coevolución es invocada en común para explicar la radiación adaptativa de las plantas y los insectos, en sí como especializan huésped en insecto, así como la variedad en la morfología y química observada en la planta (McEvoy, 2002).

Se dice que las plantas terrestres son una fuente de alimento para una cantidad calculada en más de un millón de las especies de insectos entre los diferentes grupos taxonómicos, que utilizan varias estrategias para su alimentación para

obtener los nutrientes en cada parte de la planta. se calcula aproximadamente que dos tercios de todas las especies de insectos herbívoros usan las hojas como alimento; Los escarabajos (coleópteros) y las orugas (lepidópteros) les causan daño con sus partes bucales desarrolladas para masticar (Camarena, 2009).

Infinidad de especies de plantas han estado evolucionando en grupo con algunos insectos, esto lo hacen estableciendo una asociación mutua para beneficiarse ambos (Del Val & Dirzo, 2005).

En la actualidad durante más de 20 años las relación llevada entre los insectos y las plantas tienen un brillo en estudios de la ecología y la evolución. La importancia que tienen los insectos en temas tratados como plaga de los cultivos y el gran potencial de los insectos para control biológico de las malezas (malas hierbas) han impulsado al trabajo en esta área (Bernays & Chapman, 2007).

Los insectos considerados en escala plaga, son de importancia estudiarlos en árboles frutales, vegetación del bosque, plantas ornamentales leñosas y plantas de invernadero, ya que en estos pueden señalar efectos de daño sobre diferentes tipos de cultivos y vegetación silvestre (Kosztarab & Kozár, 2012).

Las especies de plantas exóticas comprenden muy a menudo una gran proporción de floras urbanas. Debido a que los insectos herbívoros dependen de la presencia de plantas huésped adecuadas para mantener sus poblaciones, es relativo destacar la importancia de anfitriones nativos y exóticos para comprender la respuesta de los gremios herbívoros a la urbanización (Perre *et al.*, 2011).

Clasificación de los insectos de acuerdo a su alimentación

Los insectos tienen una alimentación muy variada y cada especie de insecto tiene diferentes hábitos alimenticios, pueden comer desde hojas, madera en descomposición, cadáveres y otros. Existen insectos con hábitos alimenticios muy especializados como la mantis, que esta especializada para cazar otro insecto o la

carcoma que se alimenta exclusivamente de madera muerta. Según el tipo de alimentación los insectos serán beneficios o perjudiciales tales como:

Insectos herbívoros: estos se alimentan de distintas partes de plantas como hojas, tallo, fruto, granos raíces o savia.

Insectos parásitos: estos se alimentan de otros insectos o bien parasitan a otros, como insectos parásitos tenemos dípteros (moscas) e Himenopteros (avispas).

Insectos saprofitos: se alimentan de materiales vegetales, animales en descomposición, como hojarasca, raíces muertas, frutos caídos y otros. Estas especies son muy útiles en los jardines, ya que aceleran la descomposición de la materia orgánica y son importantes para enriquecer el suelo.

Los insectos hematofagos: Estos se alimentan de sangre como tábanos y zancudos (botanical,sf).

Adaptaciones de los insectos

Se tienen cada vez mayores indicios que afirman que la distribución de los insectos está cambiando según las pautas sin precedentes. En cuanto las alteraciones climáticas terrestres están proporcionando a las especies de insectos móviles un infinito número de hábitats de hospitalidad, y la intensificación de los intercambios comerciales mundiales ha aumentado las posibilidades de las especies (insectos) móviles de colonizar nuevos hábitats (Régnière, 2009).

La realización de los polinizadores se puede ver afectada por los factores bióticos (densidad floral en el parche, despliegue floral) o por factores abióticos temperatura, velocidad de viento, nubosidad). A pesar de que es notable la variación local, estacional e ínter-anual en la temperatura de las zonas alpinas, las consecuencias de que variación micro climática local sobre la actividad realizada por los polinizadores han recibido escasas atenciones en cuanto al ambiente de alta montaña (Torres-Díaz *et al.*, 2007).

Doria-Bolaños (2009) menciona que la importancia de los insectos se detalla, en que no todos los insectos son perjudiciales, pues existen en su mayoría insectos que son benéficos o simplemente pasan sin importancia para el hombre. Muchas veces, la actividad de los insectos viene condicionada por el clima que les rodea.

Se menciona que no debemos olvidar que la capacidad de adaptación de estos animales (los insectos, se debe en parte, al constante movimiento por eso tienden a obtener nuevas formas de vida) (Gámez, 2009).

El enfoque del estudio de los insectos en las bajas temperaturas es un campo comparativamente ahora. Recientemente, la criobiología de los insectos ha empezado a madurar, ya que la investigación pasa de un enfoque descriptivo a una búsqueda de mecanismos subyacentes a diversos niveles de organización que van desde el gen, la célula hasta la ecológica y evolutiva relaciones (Lee, 2012).

Morfología y características generales

El cuerpo básico de los insectos está dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen. Y en cada una de estas estructuras están constituidas de forma general por 4 placas o escleritos: un dorsal o tergum, uno ventral o sternum y dos laterales o pleuras; las pleuras del abdomen están un poco faltas esclerotizadas que las otras partes (Asturnatura, 2016).

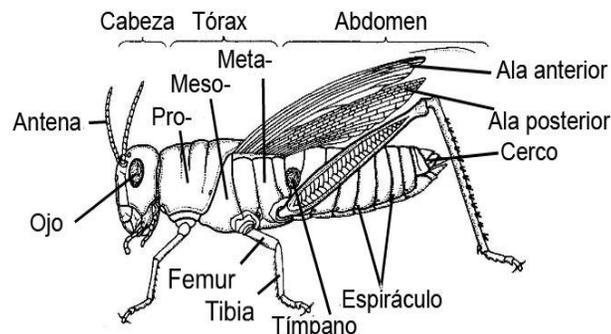


Figura 1. Morfología externa (asturnatura DB ®)

A inicio hablando de esta diversidad de contextos biológicos y de grupos sistemáticos, encontramos estructuras adhesivas en varios tagmatas del cuerpo, principalmente en la cabeza, el abdomen y las patas, sin embargo, en el tórax en forma de glándulas metapleurales (Betz, 2010).

Metamorfosis de los insectos

Extertronic (2015) menciona que los insectos son organismos fascinantes que maravillan y sorprenden al hombre, por sus distintas formas, tamaño, color, como también por las adaptaciones físicas, morfológicas y reproductivas que realizan para hacer frente a cambios medio ambientales a lo largo del tiempo. Una de estas estrategias que adoptan los insectos es la metamorfosis, un cambio de forma a través de distintos ciclos durante su vida. Los estadios o ciclos por los que pasan los insectos durante la metamorfosis son: huevo, larva, pupa y adulto. En ocasiones los cambios son muy pequeños desde el ciclo joven al adulto, principalmente el cambio significativo es el tamaño. A este fenómeno se le conoce como metamorfosis simple y se da, entre otros, en chinches y pulgones de las plantas. En otros casos, los individuos jóvenes y los adultos son muy diferentes, tanto en forma como en tamaño y hábitos. Esto se conoce como metamorfosis completa y puede ser observado en las moscas, mosquitos y mariposas.

Los insectos tienen dos modelos como metamorfosis, uno el hemimetábolo, o crecimiento gradual, en el que las ninfas asemejan a los adultos, y el otro es el holometábolo, en el que sufren transformaciones bruscas, en el que las larvas son considerablemente diferentes respecto a los adultos, y en los que hay una fase intermedia, pupal, entre la larva y el adulto. El origen y la evolución de la metamorfosis de la clase insecta ha sido interpretada de diferentes formas según las épocas (Bellés, 2009).

Clasificación de los insectos

Los hexápodos se dividen en tres subdivisiones y dentro estos se encuentran órdenes que están basados en la estructura de sus alas, sus aparatos bucales, tipo de metamorfosis. Se presenta el siguiente listado que fue mencionado por *Borror et al.* (1989) (citado por Cabezas 1996).

Las ordenes de la clase hexapoda

La subdivisión Entognatha tiene las siguientes ordenes

- 1.-Protura (Myrientomata). Proturos.
- 2.-Collembola (Oligentomata). Colémbolos.
- 3.-Diplura (Ectognatha, Entotrophi, Áptera). Dipluros.

La subdivisión Insecta tiene las siguientes ordenes

- 4.-Microcoryphia (Archaeognatha, Thysanura, Ectonatha Y Ectotrophi en parte). Microcorifidos.
- 5.-Thysanura (Ectognatha, Ectotrophi, Zygentoma). pecesitos de plata, insectos de fuego.

La subdivisión Pterygota tiene las siguientes ordenes

- 6.-Ephemeroptera (ephemerida,plectoptera). Mosca de mayo.
- 7.-Odonata. Libélulas, caballitos del diablo.
- 8.-Grylloblattaria (Grylloblattodea,Notoptera). Grilloblatidos.
- 9.-Phasmida (phasmatida, phasmatoptera, phasmatodea, cheleuroptera, orthoptera en parte). Palitos caminadores.
- 10.-Orthoptera (Saltatoria, Grylloptera). Chapulines y grillos.
- 11.-Mantodea (Orthoptera, Dictyoptera, Dictuopteraen parte). Mantidos
- 12.-Blattaria (Blattodea, Orthoptera, Dictyoptera, dictuoptera en parte). Cucarachas.

- 13.-Isoptera (Dictyoptera, Dictuoptera en parte). Termitas.
- 14.-Dermaptera (Euplexoptera). Tijerillas
- 15.-Embiidina (Embioptera). Embiopteros.
- 16.-Plecoptera. Moscas de piedra.
- 17.-Zoraptera. Zorapteros.
- 18.-Psocoptera (Corrodentia). Piojos de los libros, psocidos.
- 19.-Phthiraptera (Mallophaga, Anoplura, Siphunculata). Piojos.
- 20.-Hemiptera (Heteróptera). Chinchas.
- 21.-Homoptera (Hemíptera en parte). Cigarras, Chicharritas, Afidos, Psilidos, escamas, Mosquitas blancas.
- 22.-Thysanoptera (Physapoda). Trips.
- 23.-Neuroptera (Incluyendo Megaloptera y Raphidioidea). Neurópteros, Mosca dopson, Hormiga de leon, Crisopas).
- 24.-Coleoptera. Escarabajos.
- 25.-Strepsiptera (Coleóptera en parte). Parásitos de alas retorcidas, estrepsiptero.
- 26.-Mecoptera (Incluyendo Neomecoptera). Mosca escorpión.
- 27.-Shiphonaptera. Pulgas.
- 28.-Diptera. Moscas, Mosquitos
- 29.-Trichoptera. Tricopteros, Moscas Caddi
- 30.-Lepidopteros (incluyendo Zeugloptera). Mariposas y Palomillas.
- 31.-Hymenopteras. Mosca sierra, Abejas, Avispas, Hormigas, Ichneumonidos, braconidos.

Descripción general de los órdenes de insectos mas sobresalientes

Orden Coleóptera

La taxonomía compuesta por el orden Coleóptera, esta conformada por 21 familias, 86 géneros y 167 especies. Ubicada Tenebrionidae como la más sobresaliente en diversidad con 23 géneros (Jerez, 2000).

Delgado y Marquez (2006) menciona que se presenta un análisis faunístico enfocado a la conservación de los insectos coleópteros Scarabaeoidea del estado de Hidalgo, México. Se registran para el estado siete familias representadas por 95 géneros y 276 especies, de los cuales cinco géneros y seis especies se consideran introducidas. Se citan por primera vez para el estado 15 especies y los registros previos de 21 especies para esta entidad son considerados erróneos o dudosos. De esta manera, Hidalgo ocupa el quinto lugar entre las entidades federativas del país en cuanto al número de especies de Scarabaeoidea. Con base en estimaciones de diferentes grupos biológicos se calcula que faltan por conocerse para el estado al menos 100 especies. De acuerdo a su distribución geográfica, las especies se agruparon en seis conjuntos (exceptuando a las especies introducidas): Endémicas de Hidalgo (13 spp.), Endémicas de México (104 spp.), Norteamericanas (37 spp.), Centroamericanas (55 spp.), Latinoamericanas (32 spp.) y Americanas (29 spp.).

Orden Lepidóptera

La gran diversidad de especies de mariposas (lepidópteros) tiene determinación principalmente por la disponibilidad de microhábitats y de recursos como plantas hospederas para las larvas, o flores y frutos para los adultos (Ramírez et al., 2007).

Las mariposas conforman un grupo ideal para evaluar la biodiversidad por sus requerimientos ecológicos, sus respuestas a la perturbación del hábitat y a los cambios ambientales (Oñate-Caña & Llorente Bousquets, 2009).

Si resumimos cifras, se estima que México contiene 23 750 especies de Lepidóptera, con cerca de 14 500 descritas y documentadas. La cifra real y la estimada se acercan al 10% de representación en México. Lo mismo ocurre con el porcentaje de Papilionoidea (s.lat.) de México respecto al mundial. Los porcentajes de endemismo en especies de las familias de Papilionoidea para el país fueron: Hesperiiidae 15.83%, Papilionidae 6.3%, Pieridae 12.98%, Lycaenidae 5.27%, Riodinidae 16.29% y Nymphalidae 11.86% (Claudia & Andrew et al., 2014).

Orden Orthóptera

Orthópteros son insectos alados de tamaño mediano a grande, raramente miden menos de 5 mm de longitud; con aparato bucal masticador; se comprenden dos subórdenes: Caelifera, dentro de los cuales se cita a los saltamontes de antenas cortas, langostas, tucuras etc. Ensifera, que incluye los grillos y los saltamontes de antenas largas. Cuando estos son alados el primer par tienen consistencia coriácea y esta recubre las alas posteriores que tienen alas membranosas. Este orden incluye los grillos, tucuras, las langostas los saltamontes, grillos topos, los que no son buenos para el vuelo y cuando se molestan saltan, efectúan un periodo mas corto en volar, y estos posan mas lejos (Bar, 2010).

Orden Phasmida

Si nombramos comúnmente insecto palo nos estamos refiriendo a varias especies de insectos de dos órdenes taxonómicos distintos; el orden Dytioptera, que incluye a las familias Mantidae (mantis-religiosas) y Empusidae (empusas) y el orden Phasmida en este se incluyen verdaderos insectos palo (naturaleza-aragonesa, 2011).

Los phasmidos son de apariencia variable, que van desde la forma relativamente generalizada, hay algunos que son de imitación muy significativa de palos y otros aparentan hojas. Entre ellas se muestran diferentes grados de braquipteria, y

pueden ser alas o no alas. Los tarsos presentan tres artículos en Timema Scudder y 5 artículos entre otros phasmidos. Cerci está constituida de un artículo, a excepción de los machos adultos de Timema que tiene un lóbulo en el cerco del derecho (Tilgner, 2002).

Orden Hemíptera

Se menciona que hay siete nuevas especies y nuevos registros para 14 especies y una subespecie de cigarras (heteropteras) de México (Sanborn - Zootaxa, 2007).

Se revisa una perspectiva histórica del uso y producción de especies de Dactylopius (Hemiptera: Dactylopiidae) y Opuntia (Cactaceae: Opuntioideae), se analizo su origen, diversidad y distribución en México y se discuten aspectos de su conservación. El uso y la explotación de ambos géneros forman parte de las culturas mexicanas desde la prehistoria (Chávez-Moreno, 2009).

En los primeros registros de siete especies de las conocidas chicharras de cinco géneros en México. Este el el primer registro de una especie que existe de Beamerica en México (Sanborn, 2006).

El orden Hemíptera cuenta con 22 ejemplares y 13 especies, de los cuales 12 corresponden a la familia Reduviidae y 1 especie a la familia Lygaeidae. Sobresale la especie Zirta hirticornis (Reduviidae) una de la mas abundante, siendo un nuevo registro para el Eje Cafetero, seguida por Agriocleptes albosparsos y Cryptophysoderes fairchilde (Henaó & Ospina, 2008).

Orden Dermáptera

Herrera (2015) “menciona que los dermápteros (Dermaptera, del griego derma, piel y pteron, ala; textura suave del segundo par de alas) son un orden de insectos de unas 2000 especies, conocidos como tijeretas o cortatijeras, debido a la impronta que producen los cercos en forma de pinza o tijera que estos insectos tienen en el

extremo posterior del cuerpo. Son insectos de cuerpo alargado, ligeramente aplanado, de tamaño mediano a pequeño, de color negro a castaño-oscuro ciertas especies exóticas presentan reflejos metálicos, con un par de cercos posteriores. Las alas anteriores tienen aspecto elitroide y recubre las posteriores que son membranosas. Normalmente viven bajo piedras, en las frutas o en la corteza de los árboles”.

Estos insectos son discretos, que generalmente pasan desapercibidos a pesar de su ubicuidad, que en poco habitan en los jardines y en los huertos. Las tijeretas son importantes depredadoras ya que se alimentan de otros insectos, especialmente de pulgones y cochinillas, por lo que son importantes aliados para la agricultura (García-París, 2015).

Orden Neuróptera

Los neurópteros son un orden pequeño con una fauna (entomofauna) mundial de cada 5 750 especies. Está considerado como un grupo antiguo de cuales familias tienen rasgos distintivos bien definidos. Se han registrado en México el 6% de la fauna mundial, representado por 349 especies incluidas en 10 familias (número de especies entre paréntesis): Myrmeleontidae (102), Chrysopidae (100), Hemerobiidae (50), Coniopterygidae (40), Mantispidae (26), Ascalaphidae (21), Sisyridae (3), Ithonidae (3), Berothidae (3) y Dilaridae (1) (Ramos & Rosas, 2014).

Orden Homóptera

Un componente de importancia en los ecosistemas son los homópteros, algunas especies también son consideradas como plagas primarias en diversos cultivos en alrededor del mundo. Se registra que en el estado de Tamaulipas, México, homópteros que pertenecen a 22 familias, 98 géneros y 133 especies (121

identificadas), es decir, un 51% de las familias registradas para México y cerca del 5% del total de especies de este orden (Blanco et al., 2000).

por otro lado, se ha planteado la posible influencia de las hormigas y su interacción con homópteros, en la presencia de nectarios extraflorales en las plantas, de tal manera que éstos nectarios funcionen como un mecanismo para evitar el cuidado de los homópteros por parte de las hormigas y así reducir el daño que causan a las plantas (Meneses, 2015).

Orden Himenóptera

Los ichneumonídeos agrupan una de las familias con mayor diversidad de las especies en el orden Himenóptera y una de las más diversas en la clase Insecta. Para México se registran 1 291 especies (5.3% del total mundial) de 300 géneros y 28 subfamilias, con 43 géneros por identificar sus especies, para un total de 343 géneros. Se calcula que entre 3 215 y 4 544 especies para el país, esto ha considerado la necesidad de más estudios en las regiones norte, centro, occidente y sureste. El 59% (760) de las especies son neotropicales, el 29% (371) son neotropicales y neárticas, el 10% (127) son neárticas y el 2% restante (33) tiene una distribución diferente. De momento, 45% (580) de las especies se les ha considerado endémicas, situación causada a la descripción reciente de muchas especies nuevas y a la falta de más estudios en Centroamérica (Ruíz-Cancino et al., 2014).

Orden Díptera

(Ibañez-Bernal) El autor hace mención que el orden díptera esta constituidos por los insectos que tienen dos alas distribuidos en 138 familias, con alrededor de 85,000 especies conocidas con nombres diversos, como moscas, mosquitos jejenes, rodadores, zancudos, tábanos y otros. El tamaño de estos organismos varia de medio milímetro a 5 centímetros. En la cabeza, el segmento del insecto, tiene un aparato bucal de tipo chupador o suctopificador, ojos compuestos y de tamaño grande y antenas que varían de forma (largas, cortas, filiformes, plumosas).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

- 1.-Libreta para hacer anotaciones
- 2.-Cámara fotográficas
- 3.-Red entomológica
- 4.-Cámara letal para lepidópteros
- 5.-Frasco con alcohol para echar los insectos recolectados.

Métodos

- 1-Se llevó a cabo una colecta de insectos muestreando las áreas del jardín botánico de la UAAAN una vez por semana en los meses agosto-diciembre 2016.
- 2-Se tomaron fotos a algunos insectos no colectados.
- 3-Tambien se realizó un muestreo con red a los insectos dípteros, lepidópteros y otros.
- 4-Despues de realizarse los muestreos se identificaron a que orden, suborden y familia pertenecían los insectos de acuerdo a la clasificación de Donald J. Borror and Richard E. White (1970).

Distribución y ubicación del área de investigación

El Jardín Botánico “Ing. Gustavo Aguirre Benavides” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro reconocido desde los años 1967, cuenta con superficie de 4 hectáreas, Las coordenadas geográficas donde se localiza son: 25°22’41” de longitud w y 101°00’00” de altitud N, a mil setecientos cuarenta y tres metros sobre el nivel del mar. Precipitación promedio anual de 170-635mm. El clima es BWhw (w’)(e) según el sistema de Koppen. La temperatura media anual es de (15°c)18°c-22°c(38°c). Clima extremoso (además de muy seco y cálido).

El Jardín Botánico está dedicado principalmente a representar la flora silvestre del Estado de Coahuila. El Jardín cuenta con una colección de aproximadamente 600 especies de plantas.

Las familias con mayor número de especies son las siguientes: cactaceae (75), agavaceae (24), y leguminosae (12), la flora del estado de Coahuila está representada por 3207 especies.

El conocimiento de la distribución de especies endémicas de Coahuila es información valiosa para el establecimiento de estrategias de conservación y manejo de esta región. El estado de Coahuila cuenta con aproximadamente 370 especies endémicas, en el Jardín Botánico se tienen 20 especies endémicas en las diferentes categorías de peligro extinción.

Una de las funciones más importantes del Jardín es que los estudiantes y público en general encuentran información, orientación y fuente de estudio, para llevar a cabo investigaciones, al mismo tiempo proteger y propagar plantas en peligro de extinción así como mantener vivos genotipos raros, endémicos, tener un banco de semillas, en donde también el aficionado encuentra ideas para mejorar la reproducción de plantas ornamentales de la región y conoce nuevas especies.

Diseño del Jardín

El arreglo de las secciones del Jardín representa cada uno de los diferentes tipos de vegetación del estado de Coahuila.

- | | |
|-------------------------------------|---|
| A.-Especies en peligro de extinción | L.-Matorral submontano |
| B.-Cactáceas | M.-Área de agaváceas |
| C.-Matorral rosetófilo | N.-Matorral crasicaule |
| D.-Pastizal gipsófilo | O.-Pinetum |
| E.-Plantas de importancia económica | P.-Plantas medicinales |
| F.-Pastizal mediano abierto | Q.-Área de introducción de especies |
| G.-Bosque de montaña | R.-Plantas forrajeras |
| H.-Izotal | S.-Célula vegetal |
| I.-Matorral desértico micrófilo | T.-Gramíneas |
| J.-Pastizal halófito | U.-Agricultura biointensiva |
| K.-Área de leguminosas | V.-Macrotunel propagación de especies en peligro. |



Figura 2. Diseño del Jardín Botánico.

Diseño experimental.

La colecta de insectos fue al azar se respetó el arreglo de secciones del jardín botánico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

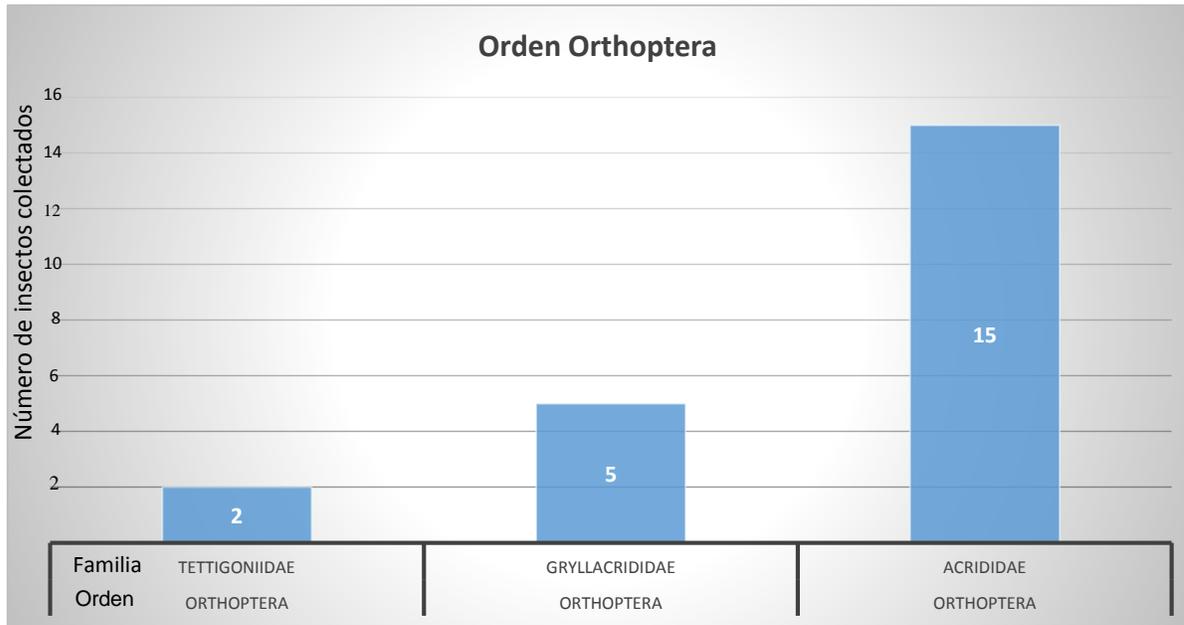
Se realizó el muestreo de los insectos asociados al Jardín Botánico “Ing. Gustavo Aguirre Benavides” de la UAAAN en el período agosto-diciembre del 2016, algunos insectos se colectaron y a otros solo se les tomó fotografías para su identificación. Se identificaron de acuerdo a la clasificación de Borror & White (1970).

De acuerdo a los datos obtenidos se colectaron 152 insectos, registrándose 23 familias de insectos de las cuales, 5 familias son del orden Lepidóptera, 3 familias son del orden Orthóptera, 4 familias del orden Coleóptera, 1 familia del orden Phasmida, 4 familias del orden Hemíptera, 3 familias del orden Díptera, 2 familias del orden Himenóptera y 1 una familia de orden Neuróptera (tabla 1).

Tabla 1. Total de insectos colectados por orden y familia

Orden	Suborden	Familia	Número de insectos colectados por orden.	Total de insectos
Orthoptera	Ensifera	Tettigoniidae	2	
Orthoptera	Ensifera	Gryllacrididae	5	
Orthoptera	Ensifera	Acrididae	15	22
Phasmida		Phasmododea	3	3
Hemíptera	Heteroptera	Coreidae	4	
Hemíptera	Heteroptera	Pentatomidae	3	
Hemíptera	Sternorrhyncha	Aphidae	15	
Hemíptera	Heteroptera	Miridae	5	27
Coleóptera	Polyphaga	Scarabaeidae	5	
Coleóptera	Adephaga	Carabeidae	2	
Coleóptera	Polyphaga	Tenebrionidae	3	
Coleóptera	Polyphaga	Coccinellidae	4	14
Neuroptera		Chrysopidae	2	2
Himenóptera	Apocrita	Vespidae	7	
Himenóptera	Apocrita	Apidae	10	17
Lepidóptera	Heteroneura	Nymphalidae	10	
Lepidóptera	Heteroneura	Pieridae	12	
Lepidóptera	Heteroneura	Noctuidae	13	
Lepidóptera	Heteroneura	Papilionidae	4	
Lepidóptera	Heteroneura	Cambridae	9	48
Díptera	Cyclorrhapha	Tachinidae	8	
Díptera	Cyclorrhapha	Tabanidae	7	
Díptera	Cyclorrhapha	Calliphoridae	4	19

El orden Orthoptera se distribuía de gran manera en el área de agaváceas, opuntias y pastizal (figura 3). Se observó que la familia Acrididae fue la que más individuos colectados obtuvo con 15 ejemplares colectados, y en la familia de orthópteros que menos individuos colectados obtuvo fue Tettigoniidae con 2 ejemplares (gráfica 1).

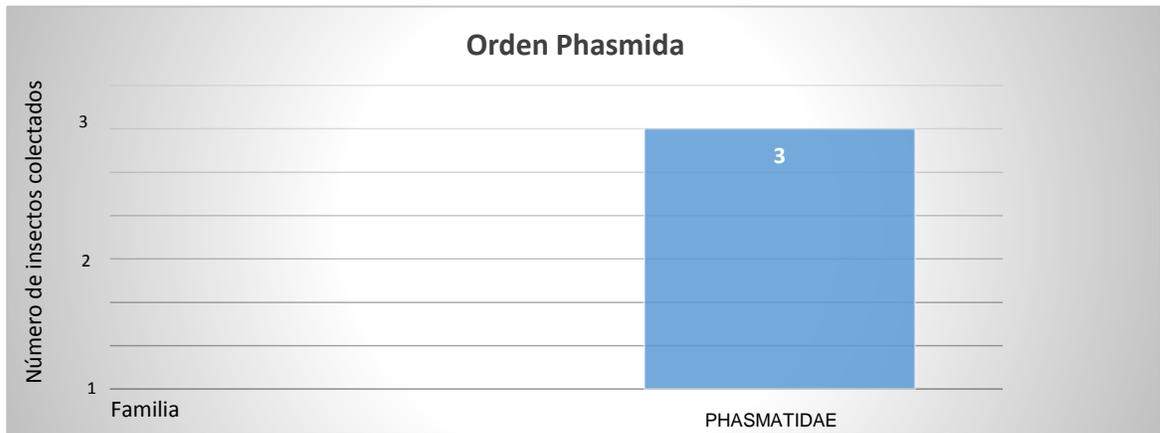


Gráfica 1. Familias del orden Orthoptera.



Figura 3. Orden Orthoptera familia acrididae.

El orden Phasmida fue encontrada en plantas del género *acacia farnesiana* (figura 4) Solo se encontraron 3 individuos colectados y se identificó una familia Phasmatidae (gráfica 2).

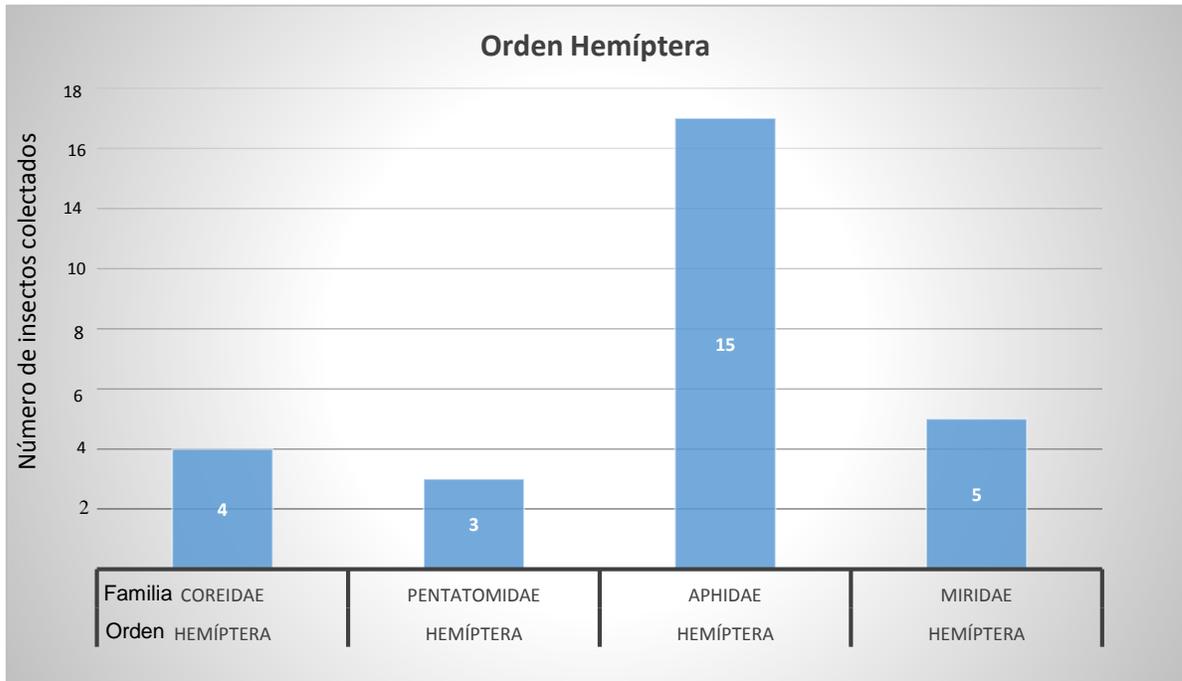


Grafica 2. Familias del orden phasmida.



Figura 4. Phasmido asociado a *Acacia farnesiana*.

El orden Hemíptera se asoció a plantas de malezas de la familia asteraceae (figura 5). La familia que tuvo el mayor de individuos colectados fue *Aphidae*, esta es la familia a la que pertenecen los pulgones (gráfica 3).

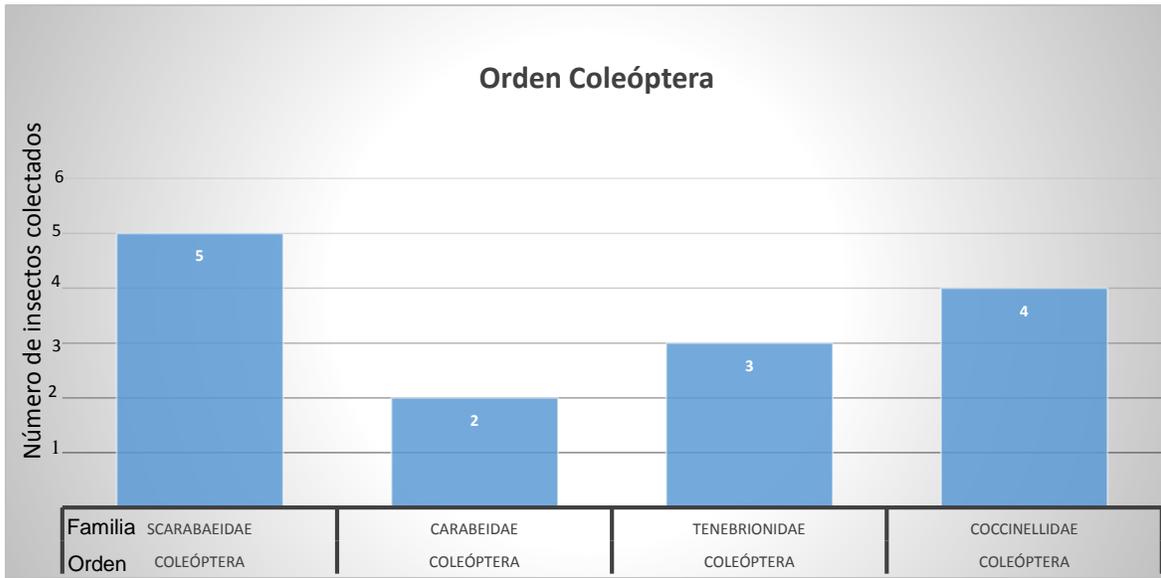


Grafica 3. Familias del orden Hemíptera.



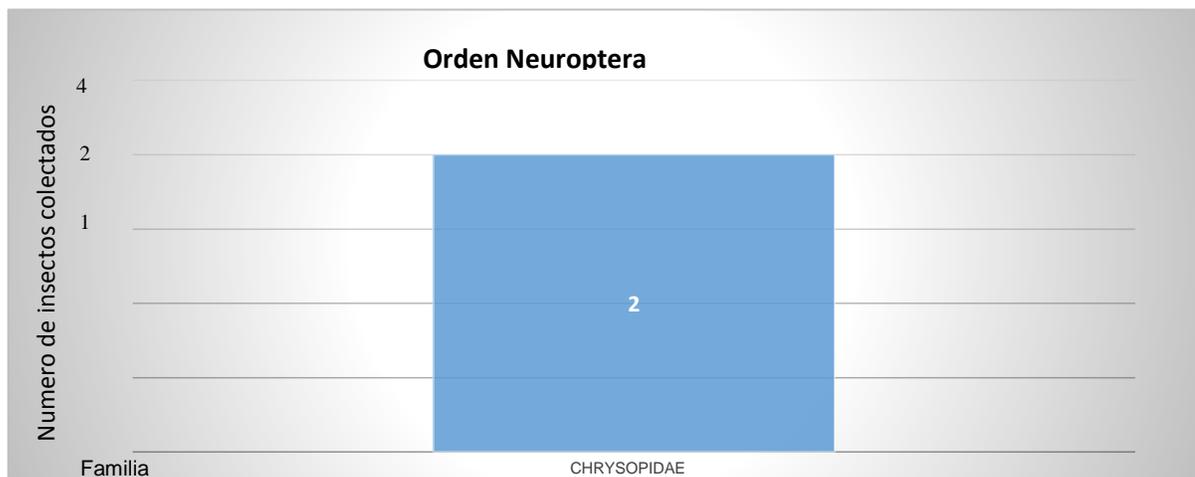
Figura 5. Hemíptera asociado a asteráceas.

Del orden Coleóptera se obtuvieron un total de 14 ejemplares de los cuales los coccinélidos fueron los que más encontramos con 5 individuos colectados (gráfica 4). Se pudo observar que estos se distribuían en gran manera en esta temporada del año y que siempre estarán presentes ya que son de los insectos que mas abundan.



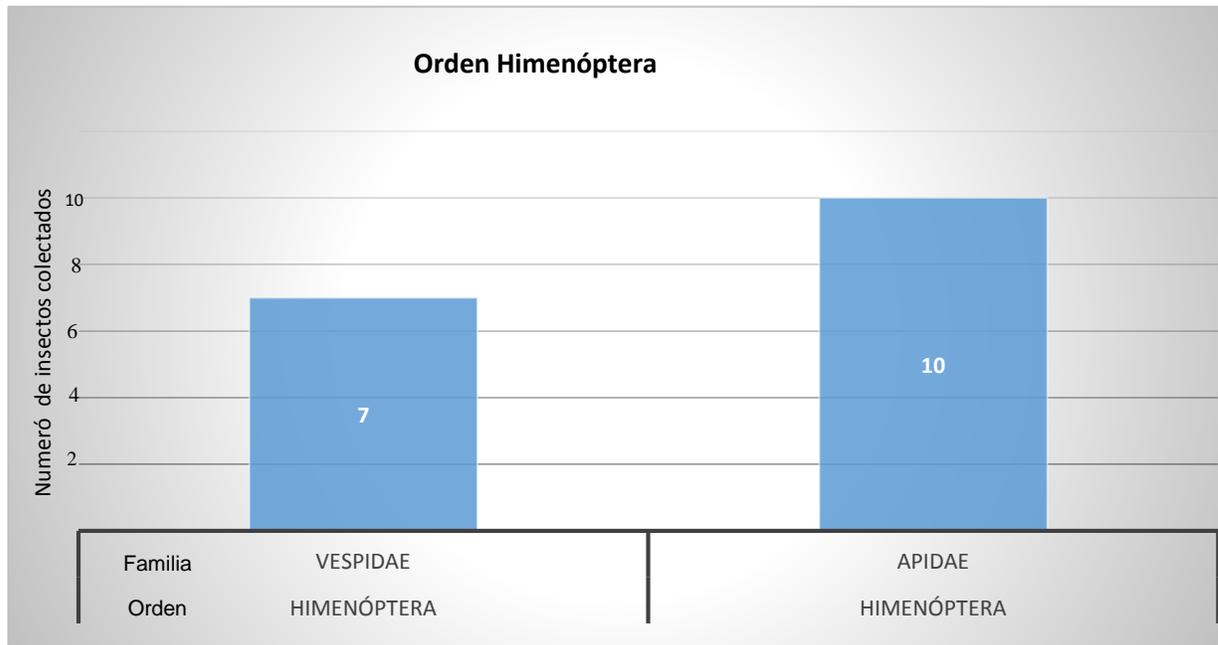
Gráfica 4. Familias del orden Coleóptera.

El orden Neuroptera se encontro asociada al género de plantas *Ligustrum japonicum* y arboles del género *Quercus*, solo se encontró una familia chrysopidae estas se encuentran en la entrada del Jardín, este insecto es de suma importancia ya que puede controlar plaga de afidos pulgones (gráfica 5).



Gráfica 5. Familias del orden Neuróptera. Fueron identificados 2 insectos.

Del orden Himenóptera, la familia que más se encontró fue Apidae al que pertenecen las abejas. Y en la familia Vespidae (grafica 6) al que pertenecen las avispas solo colectamos 7 individuos siendo la de segundo lugar, este orden de insectos se encontró en el género de planta *Dalea bicolor* (engorda cabra), en el género *Rosmarinus officinalis* (romero), *Prosopis glandulosa* (mezquite) se asociaron ya que estas plantas estaban en periodo de floración.

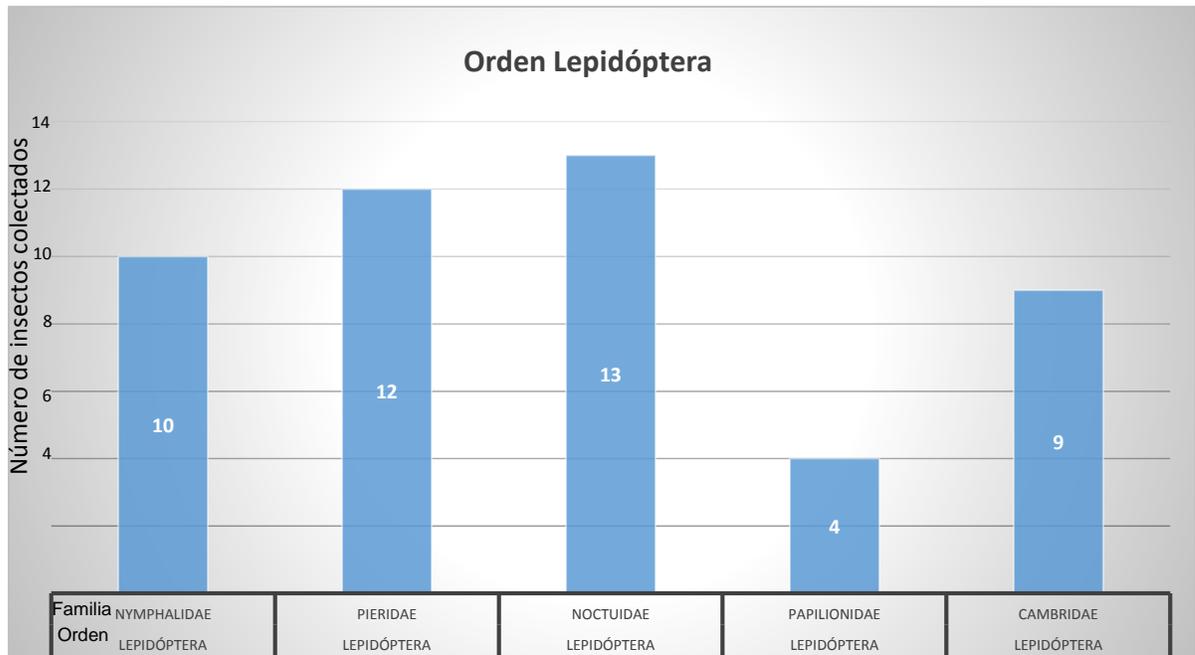


Gráfica 6. Familias del orden Himenóptera.



Figura 6. Himenóptero asociado a *Dalea bicolor*.

En el orden Lepidóptera se pudo observar que las familias con el mayor número de individuos colectados fueron Noctuidae y Pieridae, la que menos individuos colectados obtuvo fue Papilionidae (gráfica 7). Se identificó un Lepidoptero del género *Palpita quadristigmalis* este asociado en el área de pino-encino.

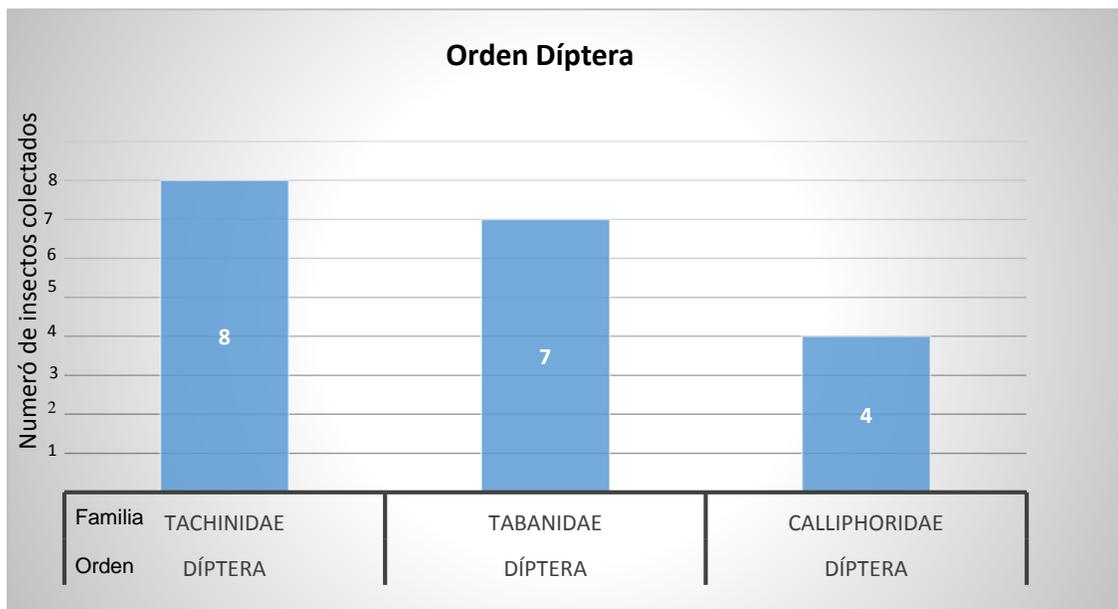


Gráfica 7. Familias del orden Lepidóptera.



Figura 7. Orden Lepidóptera familia Cambridae *Palpita quadristigmalis*.

Los insectos del orden Díptera se asociaron a las plantas como es *agaves* y *opuntias* (figura 8). Del orden Díptera la familia que mas sobresalió con 8 ejemplares fue la tachinidae y la que menos individuos colectados obtuvo fue la familia Calliphoridae (gráfica 8).



Gráfica 8. Familias del orden Díptera.



Figura 8. Dípteros asociados a agaves.

CONCLUSIONES

La distribución de insectos en el jardín botánico es muy representativa, ya que este cuenta con una gran diversidad de especies de plantas con la que los insectos pueden interactuar, se pudieron identificar 23 familias de insectos en el periodo agosto-diciembre del 2016 de las cuales el orden Lepidóptera fue el que obtuvo el mayor número de familias identificadas, en las diferentes colectas se pudo determinar que la familia Noctuide y Pieridae fueron las que tuvieron el mayor número de insectos.

Las dos órdenes de insectos que obtuvieron el menor número de familias identificadas fueron Phasmida pues solo identifique una familia Phasmatidae y del orden Neuróptera solo se identificó una familia Crysopidae. Los insectos tienen unas características muy variadas por eso se clasifican en diferentes órdenes y familias, es de importancia conocer su taxonomía y con ello, que insectos son benéficos (ayudan a la polinización de plantas) y otros insectos que son plagas (que causan un daño en la población de plantas).

Debido a las condiciones ambientales se observó que en el mes de agosto fue cuando se colectaron la mayoría de insectos y en el mes de diciembre disminuyeron por la temperatura baja.

LITERATURA CITADA

- Anónimo,(s.f) . Alimentacion de los insectos. Consultado 12/12/2018 en Botanical online. https://www.botanical-online.com/animales/alimentacion_insectos.htm.
- Anónimo, (2011). Insectos palo Mantis y empusas (ordenes phasmida y Dytioptera.consulta 2/11/ 2016. En Naturaleza Aragonesa. parrafo 1. <http://www.naturalezaaragonesa.com/2011/01/insectos-palo-mantis-y-empusas-ordenes.html>
- Anónimo, (2015). Los insectos utilizan la metamorfosis para adaptarse a la naturaleza. Consultado el 10/12/2018 en extertronic. https://www.extertronic.com/shop/es/blog/40_los-insectos-y-la-metamorfosis.html
- Anónimo, (2016). Los insectos morfología externa. Fecha de consulta 29/10/2016 en Asturnatura. Parrafo 2. <http://www.asturnatura.com/insectos/morfologia-externa.html>.
- Bar. M. E. (2010). Párrafo 1 . Fecha de consulta 29/10/2016. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/artropodos/Orden%20Orthoptera.pdf>.
- Bellés, X. (2009). Origen y Evolución de la Metamorfosis de los Insectos. P. 191.
- Bernays, E. A., & Chapman, R. F. (2007). *Host-plant selection by phytophagous insects* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Betz, O. (2010). Adhesive exocrine glands in insects: morphology, ultrastructure, and adhesive secretion. In *Biological adhesive systems* (p. 111-152). Springer Vienna.
- Blanco, J. M. C., Cancino, E. R., García, G. G., & Crespo, J. R. M. Homoptera (insecta) de Tamaulipas, México.
- Cabello, R. R. (2007). Microbiología y parasitología humana/Microbiology and Human Parasitology: Bases etiologicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias/Etiological Basis of Infectious and Parasitic Diseases. Ed. Médica Panamericana.
- Cabezas Melara, F. A. (1996). *Introduccion a la entomología*.México. Editorial Trillas.
- Camarena Gutiérrez, G. (2009). Señales en la interacción planta insecto. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, 15(1),p. 81-85.
- Chávez-Moreno, C. K., Tecante, A., & Casas, A. (2009). The Opuntia (Cactaceae) and Dactylopius (Hemiptera: Dactylopiidae) in Mexico: a historical perspective of use, interaction and distribution. *Biodiversity and Conservation*, 18(13), 3337-3355.

- Claudia, B., & Andrew, D. (2014). Biodiversidad de Lepidóptera en México.
- Del Val, E., & Dirzo, R. (2004). Las plantas con ejército propio. P. 673
- Delgado, L., & Márquez, J. (2006). Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeoidea (Insecta) del estado de Hidalgo, México. *Acta zoológica mexicana*, 22(2), 57-108.
- Díaz, Z. M. R. (2016). Insectos como fuente de alimento. *BIOZ Revista de Divulgación.UACB*,1(1).
- Doria-Bolaños, M. S. (2009). Características generales e interrelaciones de los Insectos. (Morfología, anatomía, fisiología, metamorfosis y ecología).
- Games.L.R. 2009. INBio. Párrafo 14. “Los insectos se adaptan”. consulta 29/10/2016. <http://blog.inbio.ac.cr/rodrigogamez/?p=199>
- García-París, M. (2015). Tijeretas, animales sorprendentes. http://digital.csic.es/bitstream/10261/129527/1/2015%20Naturalmente_tijeretas.pdf
- Guzmán Mendoza. R. (2010). Los insectos: antiguos constructores del mundo. *Elementos: Ciencia y Cultura*, 79, 29-33.
- Henao, E. R., & Ospina, K. A. (2008). Insectos benéficos asociados a cultivos de heliconias en el eje cafetero colombiano. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 12, 157-166.
- Herrera-Mesa L. (s.f). *Insecta, C. Orden Dermaptera. Revista IDE@ - SEA*, nº 42 (30-06-2015): 1–10. http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_42.pdf
- Ibáñez-Bernal, S. 2013. Moscas y mosquitos (dípteros). pp. 253-257. En: *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio) y Gobierno del Estado de Chiapas, México.*
- Instituto de Biología (México). (2003). Actividades prácticas para alumnos del bachillerato en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM. UNAM. Pag. 45
- Jerez, V. (2000). Diversidad y patrones de distribución geográfica de insectos coleópteros en ecosistemas desérticos de la región de Antofagasta, Chile. *Revista chilena de historia natural*, 73(1), 79-92.
- Kosztarab, M., & Kozár, F. (2012). *Scale insects of central Europe (Vol. 40). Springer Science & Business Media.*
- Lee, R. (Ed.). (2012). *Insects at low temperature. Springer Science & Business Media.*

- McEvoy, P. B. (2002). Insect- plant interactions on a planet of weeds. *Entomologia experimentalis et applicata*, 104(1), 165-179.
- Meneses, G. C. (2015). Las Hormigas y sus relaciones con homópteros y plantas. *Dugesiana*, 3(1), 21-31.
- Oñate-Caña, L. y J. Llorente-Bousquets. 2009. El uso de bases de datos curatoriales para reconstruir la historia del conocimiento taxonómico: un ejemplo con papilioníidas y piéridas mexicanas (Insecta: Lepidóptera). *Revista Mexicana de la Biodiversidad*, 81(2): 343–362.
- Perre, P., Loyola, R. D., Lewinsohn, T. M., & Almeida-Neto, M. (2011). Insects on urban plants: contrasting the flower head feeding assemblages on native and exotic hosts. *Urban Ecosystems*, 14(4), 711-722.
- Ramírez, L., Chacón, P. & Constantino, L.M., (2007).- Diversidad de mariposas diurnas (Lepidóptera: Papilionoidea y Hesperioidea) en Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. *Rev. Colomb. Ent.* 33 (1): 54-63.
- Ramos, A. C., & Rosas, M. V. (2014). Biodiversidad de Neuroptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 55.
- Régnière, J. (2009). Predicción de la distribución continental de insectos a partir de la fisiología de las especies. *Unasylya: revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, (231), 37-42. (párrafo 1).
- Rogg, H. W. (2001). Manual: manejo integrado de plagas en cultivos de la Amazonía Ecuatoriana. IICA Biblioteca Venezuela. Pag 29.
- Ruíz Cancino, E., Rafaelevich-Kasparyan, D., González-Moreno, A., Khalaim, A. I., & Coronado-Blanco, J. M. (2014). Biodiversidad de Ichneumonidae (Hymenoptera) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 385-391.
- Sanborn, A. F. (2006). New records of cicadas from Mexico (Hemiptera: Cicadoidea: Cicadidae). *The Southwestern Naturalist*, 51(2), 255-257.
- Sanborn, A. F. (2007). New species, new records and checklist of cicadas from Mexico (Hemiptera: Cicadomorpha: Cicadidae). *Zootaxa*, 1651, 1-42.
- Schilman, P. E. (2015). La importancia de la fisiología en la distribución geográfica de los insectos. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 74(3-4).
- Tilgne E., (2002). Párrafo 1. Phasmida". (Consultado el día 1 de nov del 2016). <http://tolweb.org/Phasmida>.
- Torres-Díaz, C.r.i. s. t. i. a. n., Cavieres, L. A., Muñoz-Ramírez, C. a. r. l. o. s., & Arroyo, K. (2007). Consecuencias de las variaciones microclimáticas sobre la visita de insectos polinizadores en dos especies de *Chaetanthera* (Asteraceae) en los Andes de Chile central. *Revista chilena de historia natural*, 80(4), 455-468.

Vazquez. A. (2007). Clasificación de los insectos . Consulta 30/10/2016. Párrafo 2. <https://entomologiajalapa.wordpress.com/2007/12/29/muy-interesante/>

Weisser, W. W., & Siemann, E. (2004). The various effects of insects on ecosystem functioning. In *Insects and ecosystem function* (pp. 3-24). Springer Berlin Heidelberg.