

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



Contribución al conocimiento de la fenología reproductiva y
polinización de *Echinocereus poselgeri* Lem. y *Mammillaria heyderi*
Mühlenpfordt

Tesis

Que como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en
Ciencias Forestales

Presentado por:

Ing. Adela Valentina García Beraza

Linares, Nuevo León, México

Agosto de 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Contribución al conocimiento de la fenología reproductiva y
polinización de *Echinocereus poselgeri* Lem. y *Mammillaria heyderi*
(Mühlenpfordt)

Tesis
Que como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en
Ciencias Forestales

Presentado por:

Ing. Adela Valentina García Beraza

Comité de Tesis



Dr. César M. Cantú Ayala

Director



Dr. José I. Uvalle Saucedo

Co-Director



Dr. Fernando N. González Saldívar

Asesor

AGRADECIMIENTOS

A mi comité de tesis

Dr. Cesar Cantú por brindarme el apoyo, sus conocimientos, su asesoría y consejos en la creación de este gran proyecto, Dr. Fernando González por siempre atender las dudas, ser un excelente asesor, dar sus críticas de la mejor manera posible y al Dr. José Uvalle por su esmero en las revisiones para lograr terminar de la mejor manera posible este gran trabajo y sus valiosos conocimientos.

A mi familia

Mis padres, Víctor y Ene quienes me apoyaron en la toma de decisiones más difíciles, antes, durante y en la conclusión de mis estudios de posgrado, brindándome su amor y cariño en cada momento. A mis hermanos, Karla y Hugo, quienes estuvieron acompañándome durante estos largos dos años de trabajo en campo brindando su apoyo y a mi novio David, quien compartió gran parte de su tiempo, me aporta su conocimiento y ayudó para llevar a cabo los primeros pasos de trabajo en laboratorio.

Amigos y colegas

Colega y amigo Erick Pérez, por compartir una etapa más en nuestro crecimiento, trabajando en conjunto para lograr finalizar este gran proyecto y cumplir nuestras metas. Así mismo agradezco al equipo de trabajo, Ing. Carlos García, Ing. Eliseo Rdz. y Francisco Silva, que brindaron su apoyo y conocimientos, siendo muy cordiales y serviciales para realizar la labor de campo. Agradezco a mis compañeros de laboratorio Emiliano, Aron, Cervando y Daniel que apoyaron en el montaje de los ejemplares capturados.

¡Gracias!

Contenido

AGRADECIMIENTOS	3
1. RESUMEN.....	6
2. ABSTRACT.....	7
3. INTRODUCCIÓN.....	8
4. HIPÓTESIS	11
5. OBJETIVOS.....	12
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
6. ANTECEDENTES	13
6.1. Fenología Reproductiva de Cactáceas.....	13
6.2. Diversidad de insectos asociados a las plantas en zonas áridas.....	15
6.3. Descripción de Cactáceas bajo estudio.....	16
6.3.1. <i>Echinocereus poselgeri</i> Lem.	16
6.3.2. <i>Mammillaria heyderi</i> Mühlenpfordt.....	17
7. MATERIALES Y MÉTODOS	18
7.1. Área de estudio.....	18
7.2. Descripción geográfica.....	18
7.3. Características del Medio en el Jardín Botánico Efraín Hernández Xolocotzy Linares, N.L.....	20
7.4. Características del Medio en el Centro de Acopio “Huertas” Montemorelos, N.L. 23	
7.5. METODOLOGIA.....	26
7.5.1 Riqueza de insectos asociados a las trampas de colores.....	26
7.5.2 Estado fenológico de <i>E. poselgeri</i> y <i>M. heyderi</i>	27
7.5.3 Diversidad de insectos asociados a las flores de las cactáceas	27
7.5.4 Análisis estadístico	29
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
8.1 Fenología reproductiva de las especies de cactáceas	31
8.1.1. <i>M. heyderi</i> en Jardín Botánico EHX, Linares, N.L.....	31
8.1.2. <i>M. heyderi</i> en Centro de Acopio Huertas, Montemorelos, N.L.....	34
8.1.3 <i>E. poselgeri</i> en Jardín Botánico EHX, Linares, N.L.....	37
8.1.4 <i>E. poselgeri</i> en Centro de Acopio Huertas, Montemorelos, N.L.....	39
8.2. Insectos Asociados a las Flores de las Cactáceas	42

8.2.1.	<i>M. heyderi</i> en el Centro de Acopio Jardín Botánico EHX en Linares, N.L.	42
8.2.2.	<i>M. heyderi</i> en el Centro de Acopio Huertas Montemorelos, N.L.....	44
8.2.3.	<i>E. poselgeri</i> en Centro de Acopio Jardín Botánico EHX en Linares, N.L.	50
8.2.4.	<i>E. poselgeri</i> en Centro de Acopio Huertas, Montemorelos, N.L.....	50
8.3.	Índices de Diversidad de los Insectos Asociados a las Flores de <i>M. heyderi</i> y <i>E. poselgeri</i> en el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L. y el Vivero “Huertas” en Montemorelos, N.L.....	51
8.4.	Diversidad de Artrópodos Asociados a Método de Frascos Trampa	51
8.4.1	Insectos Asociados a las Trampas de Colores en el Jardín Botánico EHX, Linares, N.L.	53
8.4.2	Insectos Asociados a las Trampas de Colores en Centro de Acopio en Huertas, Montemorelos, N.L.....	62
8.5	Fenología reproductiva de <i>M. heyderi</i> y <i>E. poselgeri</i>	72
8.6	Insectos Asociados a las Flores de <i>M. heyderi</i> y <i>E. poselgeri</i>	73
8.7	Diversidad de Insectos Asociados a las Trampas de Colores.....	78
9.	CONCLUSIÓN.....	81
10.	LITERATURA CITADA	84

1. RESUMEN

En el presente estudio se analizó la fenología reproductiva y diversidad de insectos asociados a las especies de cactáceas *Echinocereus poselgeri* Lem. y *Mammillaria heyderi* (Mühlenpfordt) en dos centros de acopio ubicados en el Jardín Botánico EHX en Linares y en Ejido Huertas, Montemorelos, Nuevo León, dónde se llevó a cabo un registro durante un año de enero a diciembre de 2020, y se evaluó a través de monitoreos quincenales la aparición de estructuras reproductivas en 10 plantas bajo estudio de cada especie, obteniendo como resultado en *M. heyderi* en ambos centros de acopio, sus fenofases de botón, flor intermedia y madura en los primeros meses del año (enero febrero y marzo), posteriormente sus fenofases de fructificación ocurrieron durante los meses restantes del año a través de un proceso paulatino. Mientras que *E. poselgeri* registró la aparición de las fenofases florales durante los primeros meses del año (febrero y marzo) para posteriormente concluir su proceso en junio. Paralelamente se registraron y capturaron los insectos asociados a las flores de ambas cactáceas, obteniendo como resultado un total de cinco ordenes pertenecientes a nueve familias (Halictidae, Apidae, Vespidae, Megachilidae, Buprestidae, Braconidae, Rhopalidae, Bombyliidae y Acrididae) para el centro de acopio en Montemorelos, mientras que en el Jardín Botánico EHX de la FCF. registró artrópodos pertenecientes a la familia Formicidae y Acrididae, realizando actividades de percha, forrajeo y defoliación.

Así mismo, se llevó a cabo un análisis de diversidad de artrópodos mediante el método de frascos trampa para ambos centros de acopio, donde se registraron alrededor de 4,674 ejemplares de artrópodos de los cuales 1,587 corresponden al Jardín Botánico, con un total de 30 familias distribuidas en 80 especies, y 3,087 a Montemorelos N.L, donde se encontraron 35 familias distribuidas en 75 especies. Así mismo, se observó la mayor abundancia en los colores rosa y amarillo durante la primavera y verano, con un porcentaje de similitud mayor entre los colores azul y blanco en ambos centros de acopio.

Palabras clave

Fenofase, Insectos, Polinizadores, Cactáceas, Diversidad

2. ABSTRACT

In the present study, the reproductive phenology and diversity of insects associated with the cacti species *Echinocereus poselgeri* Lem. and *Mammillaria heyderi* (Mühlenpfordt) were analyzed in two collection centers located in the Botanical Garden EHX in Linares and in Huertas, Montemorelos, Nuevo Leon. Where a record was carried out during a year from January to December 2020 and the appearance of reproductive structures in 10 plants under study of each species was evaluated through biweekly monitoring, obtaining as a result in *M. heyderi* in both collection centers, its button, intermediate and mature flower phenophases in the first months of the year (January, February and March), later its fruiting phenophases occurred during the remaining months of the year through a gradual process. While, *E. poselgeri* recorded the appearance of the floral phenophases during the first months of the year (February and March) and then concluded its process in June. At the same time, insects associated with the flowers of both cacti were recorded and captured, resulting in a total of five orders belonging to nine families (Halictidae, Apidae, Vespidae, Megachilidae, Buprestidae, Braconidae, Rhopalidae, Bombyliidae and Acrididae) for the collection center in Montemorelos, while the collection center in Linares, N.L. recorded arthropods belonging to the family Formicidae and Acrididae, performing perching, foraging and defoliation activities. On the other side, an analysis of arthropod diversity was carried out using the trap bottle method for both collection centers, where about 4,674 arthropod specimens were recorded, of which 1,587 correspond to the Botanical Garden, with a total of 30 families distributed in 80 species, and 3,087 to Montemorelos N.L., where 35 families distributed in 75 species were found. Likewise, the highest abundance of pink and yellow colors was observed during spring and summer, with a higher percentage of similarity between blue and white colors in both collection centers.

3. INTRODUCCIÓN

Las cactáceas son un grupo de plantas carnosas capaces de sobrevivir en climas extremos, se encuentran en su mayoría en el continente americano agrupando cerca de 2,000 especies (Sierra, 2011), principalmente distribuidas en México, en zonas áridas y semiáridas (Ortega y Godínez, 2006; Ortega *et al.*, 2010), con 913 taxones, de los cuales el 80 por ciento son endémicos del país (Sierra, 2011).

Cada especie de planta responde a diferentes señales endógenas y ambientales y en su caso producir o no flor. Las cactáceas han desarrollado una gran diversidad en su morfología floral, con el fin de atraer fauna como insectos, mamíferos y aves para lograr su polinización (Pimienta y Del Castillo, 2002; Márquez *et al.*, 2013). Determinar su patrón reproductivo permite explicar la respuesta de los visitantes florales con los que interactúan (Mandujano *et al.*, 2010; Martínez y Mandujano, 2011). Las cactáceas realizan interacciones mutualistas, asociadas a la polinización, la dispersión de semillas o el establecimiento de nuevos individuos, lo que les permite una mayor adaptación y sobrevivencia en la naturaleza (Pimienta y Del Castillo, 2002; Godínez *et al.*, 2003).

Por otra parte, los insectos son el grupo de animales más exitoso del planeta, con 1,004,898 especies formalmente descritas (Adler y Footitt, 2009). En México se conocen cerca de 65 mil especies de invertebrados, en su mayoría insectos (alrededor de 48 mil especies) (CONABIO, 2012).

Sin embargo, se ha visto una importante disminución de polinizadores tanto en zonas de cultivo como en zonas naturales, donde la principal causa que contribuye a esta pérdida y disminución es la fragmentación del hábitat, cambio de uso de suelo, prácticas modernas de agricultura, uso de pesticidas, invasión de plantas y animales no nativos y enfermedades o parásitos propios de los polinizadores (Allen *et al.*, 1998; Ramírez, 2008). Como sucede con las abejas silvestres, las cuales guardan una estrecha relación con las angiospermas, ocupando una posición clave en el mantenimiento y la conservación de los ecosistemas naturales y agrícolas (Dafni y O'Toole, 1994; Buchmann y Nabhan, 1996; Daily, 1997). Por lo que es

alarmante la disminución de sus poblaciones como se ha visto en *Apis mellifera*, siendo los principales causantes el uso de agroquímicos, los monocultivos y la deforestación (Dias *et al.*, 1999).

Las cactáceas son un grupo de plantas de particular interés, debido a que algunas especies están catalogadas en riesgo de extinción. Las razones principales por las que se encuentran en riesgo, es por la pérdida y degradación del hábitat, la colecta ilegal y el cambio climático (Ortega *et al.*, 2010; Goettsch *et al.*, 2015). El tráfico ilegal es una de las principales amenazas para las cactáceas de México, esta actividad ilícita es uno de los negocios más lucrativos del mundo, arroja ganancias superiores a los 20 mil millones de dólares anuales (Interpol, 2008). Se ha reportado, a través de PROFEPA y SEMARNAT, una venta anual aproximada entre 7 y 8 millones de cactáceas, de las cuales en su mayoría son cactus con un valor de mercado que va de 2 a 2,000 dólares por unidad, siendo su mayor exportación hacia los Estados Unidos de América, Japón y la Unión Europea. México cuenta con el atractivo de estas especies, por lo tanto, es objeto de intensa búsqueda para aquellos que realizan actividades como el comercio ilícito, debido a su gran diversidad biológica. Por lo tanto, el impacto ambiental que genera este tipo de actividades es un tema del cual preocuparse, ya que genera una disminución de las poblaciones silvestres o la pérdida total, afectando con ello el hábitat (Enciso, 2001; CCA, 2005 y Karesh *et al.*, 2005).

Con base en lo anterior, se estudiaron dos especies de cactáceas, *Echinocereus posegeri* Lem., que se encuentra Sujeta a Protección Especial (Pr) según la NOM-059-SEMARNAT-2010, indicando que pueden llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad (Denisse, 2010). Esta especie se distribuye en el sur de Texas en los EUA y al norte de Tamaulipas y Coahuila, también se ha señalado que existe en Nuevo León (Bravo y Sánchez, 1978). Por otra parte, *Mammillaria heyderi* (Mühlenpfordt), la cual no se encuentra en riesgo de extinción, se distribuye, desde el sur de EUA (Texas), hasta el norte de México (Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila, Chihuahua, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas) (Briton y Rose, 1963).

Ambas especies se encuentran en diferentes centros de acopio donde se protegen entre otras especies que fueron rescatadas de la construcción de un gasoducto, ubicados en el municipio de Montemorelos y el Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi en la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL en Linares, Nuevo León.

El presente estudio pretende contribuir al conocimiento de la fenología reproductiva de estas cactáceas y sus agentes polinizadores.

4. HIPÓTESIS

- La diversidad y abundancia de insectos recolectados en los centros de acopio de plantas rescatadas, varía con relación a los colores de las trampas y las estaciones del año.
- La mayoría de las especies de insectos asociadas a las flores de las cactáceas estudiadas, son polinizadores.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la diversidad de insectos registrados en frascos trampa de colores y analizar la fenología reproductiva, así como insectos asociados a las flores en las especies *Echinocereus poselgeri* y *Mammillaria heyderi* en Linares y Montemorelos, Nuevo León.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Identificar y analizar la diversidad de insectos asociados a las trampas de colores con respecto a las cuatro estaciones del año.
- 2) Registrar la fenología reproductiva durante un año para las especies *E. poselgeri* y *M. heyderi*.
- 3) Evaluar la diversidad de insectos asociados a las flores de *E. poselgeri* y *M. heyderi* y determinar su función ecológica.

6. ANTECEDENTES

6.1. Fenología Reproductiva de Cactáceas

Dentro de los estudios más recientes sobre fenología reproductiva de cactáceas Garcia (2020) demostró las fases fenológicas en seis especies de cactáceas *Ancistrocactus scheeri*, *Ferocactus hamatacanthus*, *Mammillaria heyderi*, *Mammillaria sphaerica*, *Thelocactus bicolor* y *Thelocactus setispinus*. Las cuales se situaron en un centro de acopio en Montemorelos, N.L., dicho proceso se realizó en el transcurso de un año (abril de 2017 a abril de 2018), donde se evaluaron diferentes estadios fenológicos tales como, flor inmadura, flor intermedia, flor madura, flor muerta, fruto inmaduro, fruto intermedio, fruto maduro y fruto en dispersión. Obteniendo como resultado que la floración de *A. scheeri* y *M. heyderi* son similares, además se observó que *F. hamatacanthus* prolongó durante 10 meses la fenofase de fructificación, mientras que *M. heyderi* se logró observar durante dos meses, así mismo se vio afectada de manera positiva a *A. scheeri* debido a las bajas temperaturas, ya que propició a una mayor producción de frutos.

Las cactáceas son un grupo de especial interés para la conservación ya que se encuentran bajo amenaza, debido a la colecta ilegal o pérdida y degradación del hábitat, por lo tanto, diversos estudios buscan promover su reproducción. Un claro ejemplo para asegurar la producción de frutos y semillas de cactáceas se llevó a cabo en el noroeste de Argentina, donde se experimentó con ocho especies pertenecientes a una tribu *Trichocereeeae*, para evaluar su biología reproductiva analizando sus características fenotípicas y ciclo de floración, su sistema reproductivo y sus visitantes florales además de su efectividad, con el fin de conocer el grado de dependencia de los polinizadores que tienen las cactáceas. Donde los resultados indicaron que las ocho especies estudiadas (*Cleistocactus baumannii*, *C. smaragdiflorus*, *Denmoza rhodacantha*, *Echinopsis albispinosa*, *E. haematantha*, *E. leucantha*, *E. thionantha* y *Gymnocalycium saglionis*) son auto incompatibles, y por lo tanto necesitan de sus polinizadores para la producción de frutos y semillas. Reconociendo a las abejas, aves, mariposas nocturnas y avispa, como sus

visitantes florales, presentando, en la mayoría de los casos, sistemas de polinización generalistas, al menos funcionalmente (Gorostiague P., 2017).

En diferente caso, en áreas xerófitas del norte de Venezuela, se estudió la especie *Melocactus curvispinus*, con el fin de evaluar la fenología reproductiva, los rasgos florales, los visitantes flores y patrones de visita. Obteniendo como resultados que los rasgos florales corresponden a un síndrome clásico de polinización del colibrí (*Leucippus fallax*), sin embargo, comparten la polinización con abejas *Anthophoridae* (*Ceratina* sp.), además, se encontró que la antesis y la secreción de néctar se producen entre el mediodía y puesta de sol, por lo que el colibrí promovió el polen entre plantas, pero las abejas tuvieron una mayor frecuencia de visita que los colibríes, por lo tanto, la especie se considera auto compatible y autógamo. Este cactus posee una estrategia de apareamiento que garantiza la reproducción en condiciones ambientales variables, sosteniendo que, en base a su biología reproductiva, la especie puede considerarse un ejemplo de transición evolutiva hacia el egoísmo (Nassar y Ramírez, 2004).

Analizando la ecología reproductiva de la cactácea *Astrophytum ornatum*, se descubrió, mediante un experimento realizado en la Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México, que la especie tiene un síndrome de polinización melitofilia, así como también sus flores actinomorfas, con una breve antesis diurna alrededor de uno a dos días, además de un contenido de polen amarillo y abundante que se ha sugerido como un atrayente compensatorio para los polinizadores debido a la baja producción de néctar. Dichas características florales fueron una alta atracción de visitantes florales tales como *Augochlorella* sp., *Lasioglossum* sp., *Perdita* sp. y *Apis mellifera*. Se encontró además que, *Astrophytum ornatum* produjo brotes continuamente con un promedio de 46 (\pm 25.6) brotes/individuo/año, así como también la producción promedio de 4 (\pm 2.6) flores/individuo/año y solo 3.5 (\pm 2.7) frutos/individuo/año. No obstante, el 89.2% de los brotes fueron abortados dos o tres semanas después de su aparición. Por lo que se concluyó que la producción constante de botones florales implica una inversión reproductiva constante con poco éxito reproductivo (Palafox, M. L. M, et al., 2017).

6.2. Diversidad de insectos asociados a las plantas en zonas áridas

Una de las publicaciones más actuales, se realizó en 2 localidades del valle del Mezquital en Hidalgo, para analizar la especie columnar endémica de México, *Myrtillocactus geometrizans* o conocido comúnmente como garambullo, en la cual se reportó una interacción con artrópodos como visitantes florares y consumidores de frutos, sitio de refugio, de apareamiento o de captura de presas. Donde se observaron 60 plantas y se recolectaron 560 ejemplares de 93 morfoespecies de artrópodos, agrupadas en 48 familias, donde el orden Hymenoptera registró la mayor cantidad de morfoespecies y de individuos (38 y 400, respectivamente). A través del análisis estadístico se obtuvo la riqueza mediante las morfoespecies, la cual expresó que no existen diferencias entre ambas localidades (Sanjuan *et al.*, 2021).

En el estado de Nuevo León, se trabajó con cactáceas en el área Natural Protegida “Sierra de los Bandidos” con el fin de conocer el periodo de floración de las especies *Neolloydia conoidea*, *Echinocereus stramineus*, *Opuntia engelmannii*, *Stenocactus multicostatus* y *Thelocactus rinconensis*, así como los insectos asociados con ellas durante este fenómeno. Como resultados se obtuvieron que las plantas florecieron durante los meses de enero a junio y la antesis se registró entre las 9:00 a.m. y 4:30 p.m. Registrando un total de 56 organismos diferentes de la clase Insecta, donde los principales visitantes corresponden a los órdenes Hymenoptera y Coleoptera. En cuanto al índice de similitud de Jaccard, se obtuvo que las especies *T. rinconensis* y *N. conoidea* son las más similares en cuanto a sus visitantes florales (Ramírez F. L., 2008)

6.3. Descripción de Cactáceas bajo estudio

6.3.1. *Echinocereus poselgeri* Lem.



Figura 1. *Echinocereus poselgeri* Lem en San Luis Potosí.

Dentro del género *Echinocereus* se pueden encontrar plantas arbustivas bajas, poco o muy ramificadas, su tallo es erecto en forma de cilindro, crece de manera que trepa a otros tallos; su espina es rígida y recta, generalmente bronceada, marrón o negra, a veces amarilla, rosa pálido, blanco o gris; sus flores son diurnas en forma de embudo (infundibuliformes), los tépalos interiores son de color rosa con rayas medias de color rosa oscuro a magenta, las puntas son relativamente delgadas y delicadas; el fruto es color verde oscuro cubierto de espinas y tienen pulpa blanca. Su floración aparece en los meses de marzo a abril, fructificando a los dos, tres o cinco meses después de la floración (Figura 1) (FNA, 2004).

Es un género nativo de las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México (Tamaulipas, Coahuila y Nuevo León) y el sur de los Estados Unidos (Texas) (Sánchez *et al.*, 2013; Anderson, 2001; Bravo y Sánchez, 1978). Se han reconocido alrededor de 44 (Taylor, 1985) y 71 (Blum *et al.*, 1998) especies, sin embargo, el dato exacto varía debido a la poca información recabada que permitan documentar

con precisión en base a métodos objetivos las especies pertenecientes a este género (Sánchez, 2014).

Echinocereus poselgeri Lem también conocida como cola de rata, se encuentra Sujeta a Protección Especial (Pr) según la NOM-059-SEMARNAT-2010, indicando que pueden llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad (Denisse, 2010).

6.3.2. *Mammillaria heyderi* Mühlenpfordt



Figura 2. *Mammillaria heyderi* en Jardín Botánico, Linares, N.L.

Es una planta solitaria sin ramificación, sobresale muy poco entre cinco, siete y 15 cm sobre el suelo; tubérculo de axilas con lana corta, cerdas ausentes; las espinas son de color marrón, más oscuras hacia la punta, glabros; su flor está compuesta por tépalos internos blancos, verdosos o crema a rosa pálido, con rayas medias bronceadas, rosadas, verdosas o marrones; el fruto es color rojo brillante (escarlata, carmín o carmesí), ovoide a clavado, el fruto verde puede durar hasta seis meses o un año en lograr su madurez (Figura 2) (FNA, 2004).

M. heyderi también conocida como biznaga china, no se encuentra bajo ningún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se distribuye, desde el sur de EUA

(Texas), hasta el norte de México (Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila, Chihuahua, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas) (Briton y Rose, 1963).

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Área de estudio

La investigación se realizó en dos áreas ubicados, uno en la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, dentro del Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi en Linares, Nuevo León (Figura 4) y otro en el centro de acopio del Vivero Huertas en el municipio de Montemorelos, Nuevo León.

7.2. Descripción geográfica

El Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi se encuentra ubicado dentro de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, en Linares, hacia el sur del estado de Nuevo León, en las coordenadas 24°47'48" latitud norte y 99°32'19" longitud oeste, colindando con el estado de Tamaulipas (Figura 3).

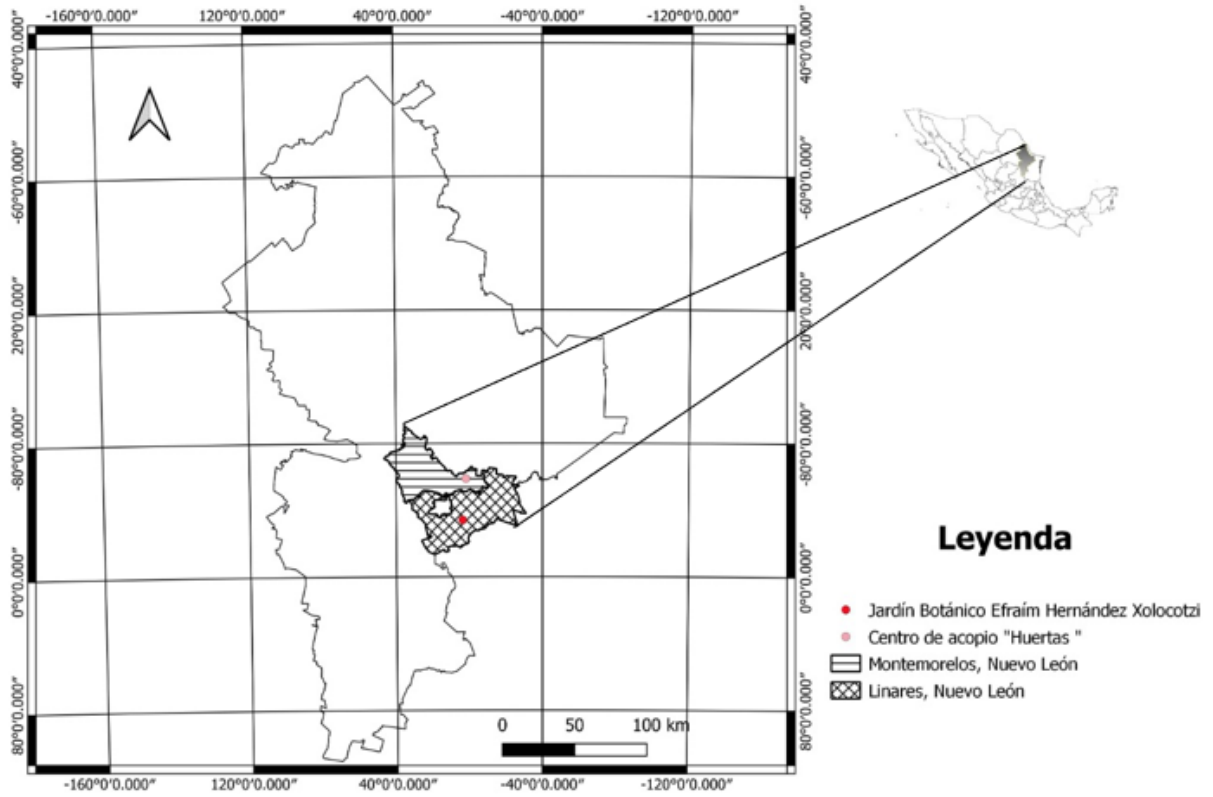


Figura 3. Localización del área bajo estudio en Linares y Montemorelos, Nuevo León.



Figura 4. Fotografías de cuadrantes bajo estudio en JB-Linares, N.L.

7.3. Características del Medio en el Jardín Botánico Efraín Hernández Xolocotzy Linares, N.L.

Clima

El Jardín Botánico Efraím EHX, en Linares N.L. de acuerdo con la clasificación climática de Köppen (1936), modificado por Garcia (2004) para específicamente describir el clima en las diferentes áreas de México, menciona que los tipos de clima que se presentan en el Jardín Botánico son: Seco semicálido (*Bh*) con un régimen de lluvias de verano (*Bs₀*) el más seco, debido a que la temperatura media anual es de 22°C y la precipitación media anual es de 390mm (Figura 5).

Se registra una precipitación anual de 390mm donde los meses de julio y septiembre registran la mayor incidencia de lluvia (220mm y 67mm, respectivamente), la temperatura media anual se encuentra en los 22°C, donde las temperaturas más bajas se registraron durante el mes de diciembre con promedio de 16°C y durante los meses de junio, julio y agosto se registraron las temperaturas más altas con promedio de 29°C (Figura 5).

Paralelamente se llevó a cabo un climograma histórico contemplando los años desde 1990 hasta el 2020 del área bajo estudio, con el fin de determinar si el año bajo estudio fue típico o atípico (Figura 6), donde se refleja una temperatura media anual de 24°C y una precipitación anual de 713mm, durante los meses de junio, julio y agosto se registraron como los meses con las temperaturas más elevadas de 30°C y al mes de septiembre con mayor precipitación (168mm).

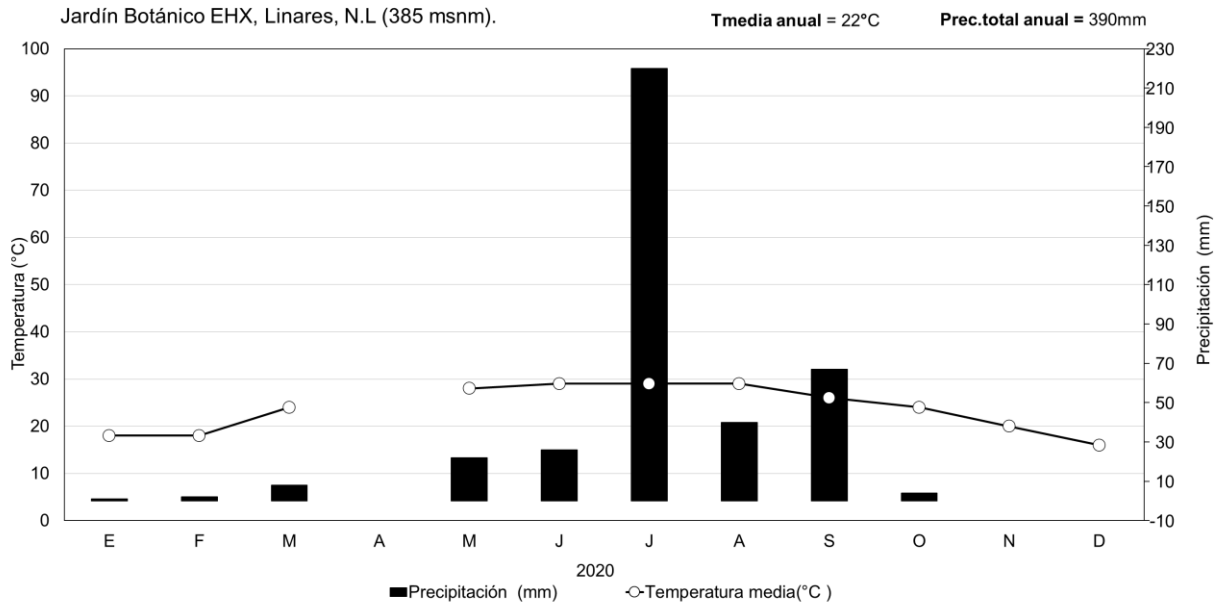


Figura 5. Climograma del Jardín Botánico EHX en Linares N.L. de enero a diciembre de 2020. Datos tomados de la estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Forestales. (En el mes de abril no fue posible tomar los datos, por razones técnicas).

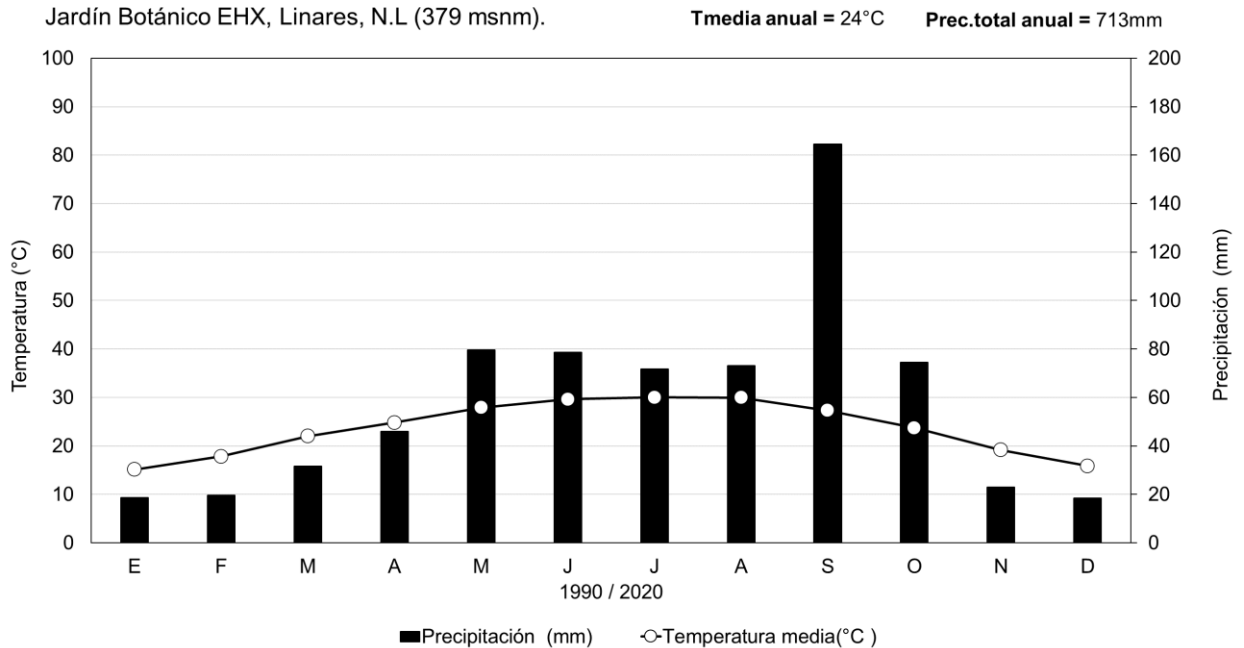


Figura 6. Climograma histórico del Jardín Botánico EHX en Linares, N.L., de 1990 hasta 2019. Datos obtenidos de la estación meteorológica ubicada en la Facultad de Ciencias Forestales con coordenadas 24°47'44.3" N; 99°32'28.01" O.

Fisiografía

El Jardín Botánico EHX se localiza dentro de la Facultad de Ciencias Forestales, en el municipio de Linares N.L., desde el punto de vista fisiográfico el área de estudio se encuentra en la provincia fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Norte ocupando espacio de la subprovincia llanuras y lomeríos, con un sistema de topografía: lomerío, asociada con lomeríos sin fase y con un tipo de topografía baja según la provincia (INEGI, 2013).

Geología

El sitio bajo estudio se encuentra en un cerro a una altura de aproximadamente 400 msnm, caracterizada por estar compuesta de lutitas sedimentarias, así mismo, presenta cuerpos de agua, escorrentías intermitentes cuando ocurre la precipitación y un pozo de agua en producción (INEGI, 2013).

Clasificación de la vegetación

La vegetación se clasifica bajo el criterio de INEGI donde se toman en cuenta los diferentes tipos de vegetación según su composición florística, afinidad ecológica, así como también las especies presentes y el estado de la vegetación. Por lo tanto, el sitio bajo estudio ubicado en el Jardín Botánico en Linares, N.L. comprende el tipo de vegetación denominado matorral submontano con vegetación secundaria y matorral subinermo, sin embargo, alrededor al área de estudio se encuentra agricultura de temporal con cultivos anuales, de igual manera contiguo se encuentra un área de manejo de ganado bovino (INEGI, 2013).

7.4. Características del Medio en el Centro de Acopio “Huertas” Montemorelos, N.L.

El centro de acopio “Huertas” se encuentra ubicado hacia el sur del municipio de Montemorelos, N.L., en las coordenadas 25°40'42" latitud norte y 99°31'06" longitud oeste colindando con el municipio de Linares, N.L. (Figura 3). En la figura 9 se puede observar los cuadrantes que fueron colocados en el sitio bajo estudio, con medidas de un metro cuadrado para cada una de las especies de cactáceas.

Clima

El centro de acopio “Huertas” en Montemorelos, N.L. de acuerdo con la clasificación climática de Köppen en (1936), modificado por Garcia (2004) para específicamente describir el clima en las diferentes áreas de México, menciona que los tipos de clima que se presentan son: seco cálido $B(h)h$ con un régimen de lluvias de verano (Bs_1) el menos seco, debido a que la temperatura media anual es de 23°C y la precipitación media anual es de 739mm (Figura 7).

La precipitación anual se encuentra en los 739mm, donde los meses de mayo, junio y julio, registran la mayor incidencia de lluvia (117mm, 109mm y 342mm, respectivamente), la temperatura media anual se encuentra en los 23°C, donde las temperaturas bajas se registraron durante el mes de diciembre con promedio de 14°C y durante el mes de julio se registró la temperatura más alta con promedio de 29°C (Figura 7). Paralelamente se llevó a cabo un climograma histórico contemplando los años desde 1951 hasta el 2010 del área bajo estudio, con el fin de determinar si el año bajo estudio fue típico o atípico (Figura 8), donde se reflejan los meses de junio, julio y agosto como los meses con las temperaturas más elevadas de 29°C y al mes de septiembre con mayor precipitación (169 mm). Los datos fueron obtenidos de la estación meteorológica cercana al área de estudio.

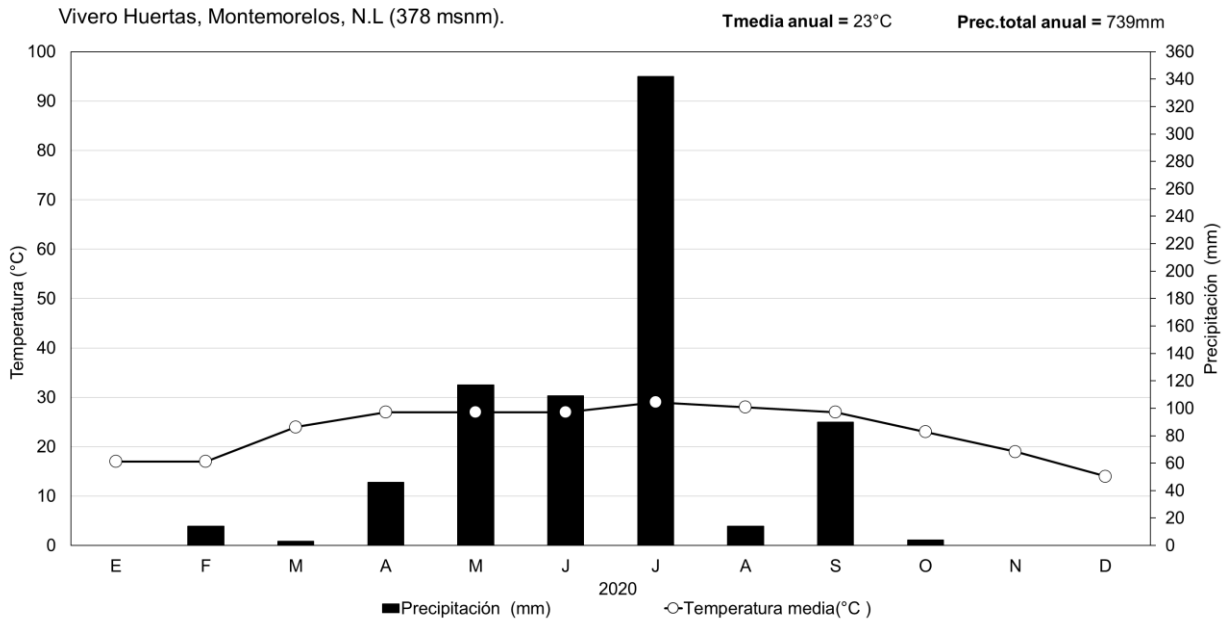


Figura 7. Climograma del centro de acopio “Huertas” en Montemorelos N.L. de enero a diciembre de 2020.

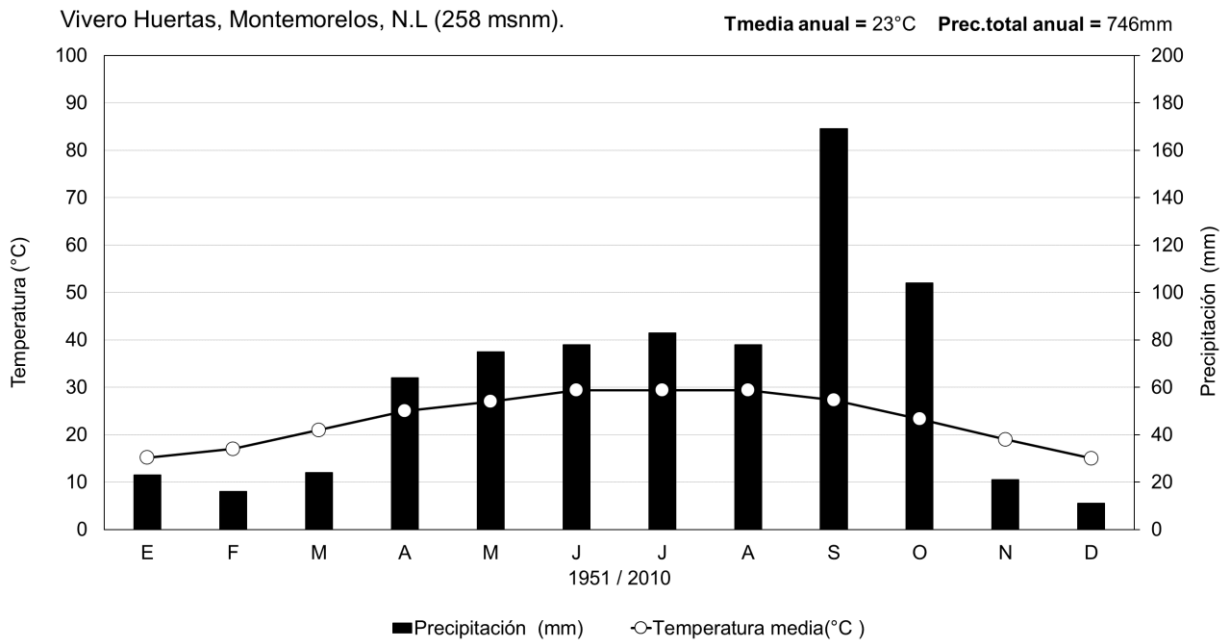


Figura 8. Climograma histórico de Huertas en Montemorelos, N.L., de 1951 hasta 2010. Datos obtenidos de la estación meteorológica Gatos Güeros con coordenadas 25°06'11" N; 99°21'04" O.

Fisiografía

El centro de acopio “Huertas” se localiza hacia el sur del municipio de Montemorelos, N.L. Desde el punto de vista fisiográfico el área de estudio se encuentra en la provincia denominada Llanura Costera del Golfo Norte ocupando espacio de Llanuras y Lomeríos, con un sistema de topoforma: lomerío, asociada con lomeríos sin fase y con un tipo de topoforma: baja según la provincia (INEGI, 2013).

Geología

El sitio bajo estudio se encuentra a una altura de aproximadamente 378 msnm en la parte norte de la provincia fisiográfica: Llanura Costera del Golfo Norte, caracterizada por estar compuesta de rocas sedimentarias de conglomerados (INEGI, 2013).

Clasificación de la vegetación

El sitio bajo estudio ubicado en centro de acopio “Huertas” en Montemorelos N.L., comprende los siguientes tipos de vegetación: matorral submontano, matorral espinoso tamaulipeco, pastizal gipsofilo, pastizal inducido y matorral rosetófilo (INEGI, 2013), predominando el matorral espinoso tamaulipeco (MET).



Figura 9. Fotografías de plantas bajo estudio en centro de acopio “Huertas” en Montemorelos, N.L.

7.5 METODOLOGIA

7.5.1 Riqueza de insectos asociados a las trampas de colores

Se utilizaron 100 recipientes plásticos de boca ancha de 150 ml de diferentes colores (amarillo, azul, blanco y rosa), divididos en cuatro partes iguales, es decir, cada color constó de 25 recipientes, los cuales fueron teñidos con pintura en aerosol fluorescente. Cada frasco contenía solución jabonosa (100 ml de agua y 13gr de jabón en polvo); estos fueron colocados al azar dentro de los centros de acopio en línea recta a una distancia entre recipientes de tres metros intercalando colores (Figura 10).

Los frascos se abrieron durante la mañana y fueron recogidos por la tarde (de 8:00 a.m. a 5:00 p.m.). La captura de insectos fue realizada durante cinco días consecutivos al inicio de cada estación del año. Los insectos atrapados se depositaron en frascos con alcohol etílico al 70%, una vez en laboratorio fueron lavados y montados para proceder a su identificación taxonómica (Ramírez, 2012).



Figura 10. Distribución de frascos trampa en el Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias Forestales, UANL.

7.5.2 Estado fenológico de *E. poselgeri* y *M. heyderi*

Para determinar el tiempo y duración de la etapa fenológica de las plantas, se realizó un análisis durante un año, de enero 2020 a enero 2021, registrando, a través de monitoreos quincenales, el estado fenológico de 10 individuos maduros de dos especies *Echinocereus poselgeri* y *Mammillaria heyderi*, con el propósito de evaluar los estados fenológicos de sus estructuras florales y frutales de los individuos bajo estudio (botón floral, flor intermedia, flor madura, frutos inmaduros, frutos maduros y frutos en dispersión) (Ramírez, 2008). Así mismo, se realizó un conteo de las estructuras reproductivas por individuo y por estado fenológico.

7.5.3 Diversidad de insectos asociados a las flores de las cactáceas

Se seleccionaron 10 plantas de *E. poselgeri* y *M. heyderi*, colocadas en un metro cuadrado por especie, donde se registraron y colectaron los insectos que estuvieran realizando alguna actividad ecológica en las flores (Figura 11). Dicho procedimiento se realizó en cinco horas durante el día, de lunes a viernes, considerando una semana al inicio de cada estación del año, iniciando a las 7:00 a.m., 10:00 a.m., 13:00 p.m., 16:00 p.m. y 18:00 p.m.) durante una hora, cada uno.

La colecta de insectos se realizó dependiendo del tamaño y tipo de organismo; para aquellos de talla de 4 mm en adelante, se colectaron manualmente, es decir, se colocó un frasco vacío con la boca dirigida hacia la flor procurando no dejar espacios por donde el insecto pudiera escapar y se esperó a que el insecto subiera a la base del frasco, tapándolo inmediatamente, para posteriormente vaciarlo en otro frasco con alcohol etílico al 70%. Para insectos de tallas menores a 4 mm se hizo uso de aspiradores o pincel humedecido como lo sugiere Arnett (1985). Para la preservación y el transporte de los insectos, se colocaron en frascos de plástico transparente con alcohol etílico al 70% según lo sugiere White (1983); posteriormente se montaron en alfileres entomológicos aquellos insectos que por su tamaño lo permitieran, mientras que para aquellos más pequeños se utilizaron triángulos de papel donde fueron montados como lo propone Arnett (1985).

Una vez montados los insectos, se procedió a su identificación en el laboratorio de Conservación de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL, utilizando estereoscopio y equipo de disección, así como también claves taxonómicas (Figura 12).



Figura 11. Cuadrante bajo estudio, A) *M. heyderi* en Jardín Botánico y B) *E. poselgeri* en Montemorelos.



Figura 12. Equipo utilizado en laboratorio para identificación de insectos (Estereoscopio y estuche de disección)

7.5.4 Análisis estadístico

Los datos obtenidos mediante el método de frascos trampa y el registro de la fenología reproductiva de ambas especies de cactáceas, fueron analizados a través de índices de diversidad, con el fin de evaluar su riqueza y comparar la similitud entre sitios.

Índice de Margalef

Para cada especie de cactácea se obtuvo la riqueza específica, por lo que se utilizó el Índice de Margalef (1958).

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

Donde:

D_{Mg} = Índice de Margalef

S = número de especies diferentes

N = número total de individuos

ln = Logaritmo natural

Índice de Shannon-Wiener

Para determinar la diversidad de artrópodos asociados a los frascos trampa se utilizó el Índice de Shannon-Wiener (1949).

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i * \ln p_i)$$

Donde:

H' = Heterogeneidad

Pi = Proporción por especie

ln = Logaritmo natural

Índice de similitud/disimilitud de Jaccard

Se realizó el Índice de similitud/disimilitud de Jaccard para medir la diversidad beta, además de comparar la presencia de insectos asociados a las especies de cactáceas, así como también entre los sitios bajo estudio.

Coeficiente de similitud Jaccard

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

- a = número de especies presentes en el sitio A
- b = número de especies presentes en el sitio B
- c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Fenología reproductiva de las especies de cactáceas

8.1.1. *M. heyderi* en Jardín Botánico EHX, Linares, N.L.

En la figura 13 se observa el patrón fenológico de *M. heyderi* en el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L., comenzando a producir botón floral a finales de enero (Figura 14, A), mismo mes que registró un fruto maduro perteneciente al periodo anterior (año 2019), permaneciendo con botón floral durante dos meses hasta finales de marzo. Hubo aparición de flor intermedia a finales de enero y durante marzo (Figura 14, B), mismos meses que se logró observar flor intermedia y madura (Figura 14, B y C).

Se identificó la aparición de fruto inmaduro a finales de marzo con una duración de tres meses hasta mediados de junio (Figura 14, D), procediendo a la producción de fruto maduro de los individuos (Figura, 14, E), evento que permaneció constante desde junio hasta finales de agosto y comenzó a ser paulatino registrando frutos maduros hasta octubre. El primer fruto en dispersión se registró a principios de julio y posteriormente fueron apareciendo paulatinamente a principios de agosto, a mediados de septiembre y finalmente en octubre (Figura 14, F).

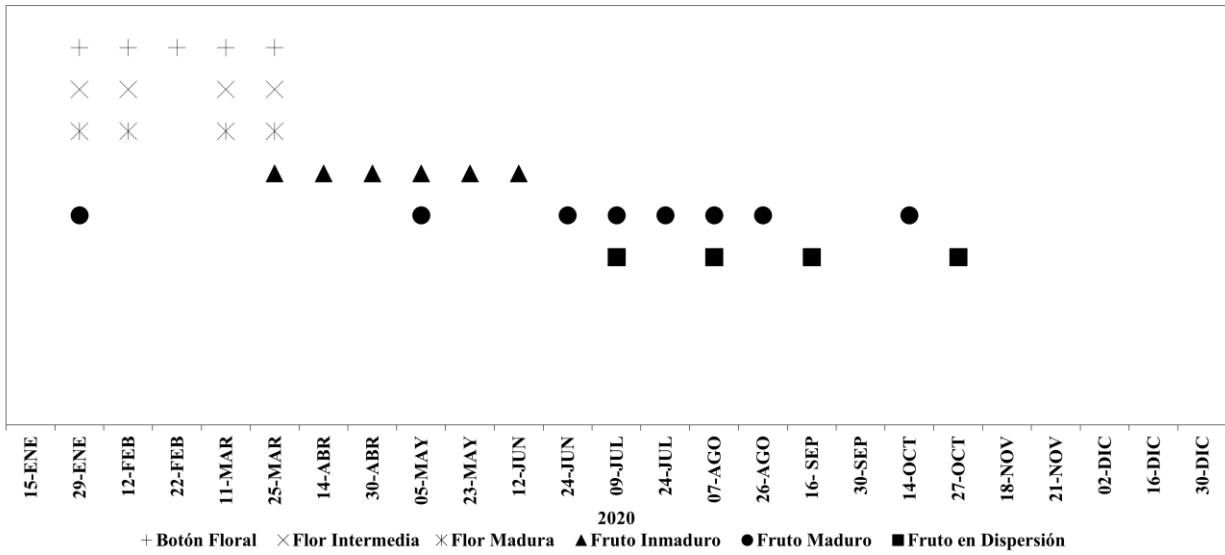


Figura 13. Patrón fenológico de *Mammillaria heyderi* en centro de acopio Jardín Botánico EHX Linares, N. L. durante un año (de enero a diciembre de 2020).

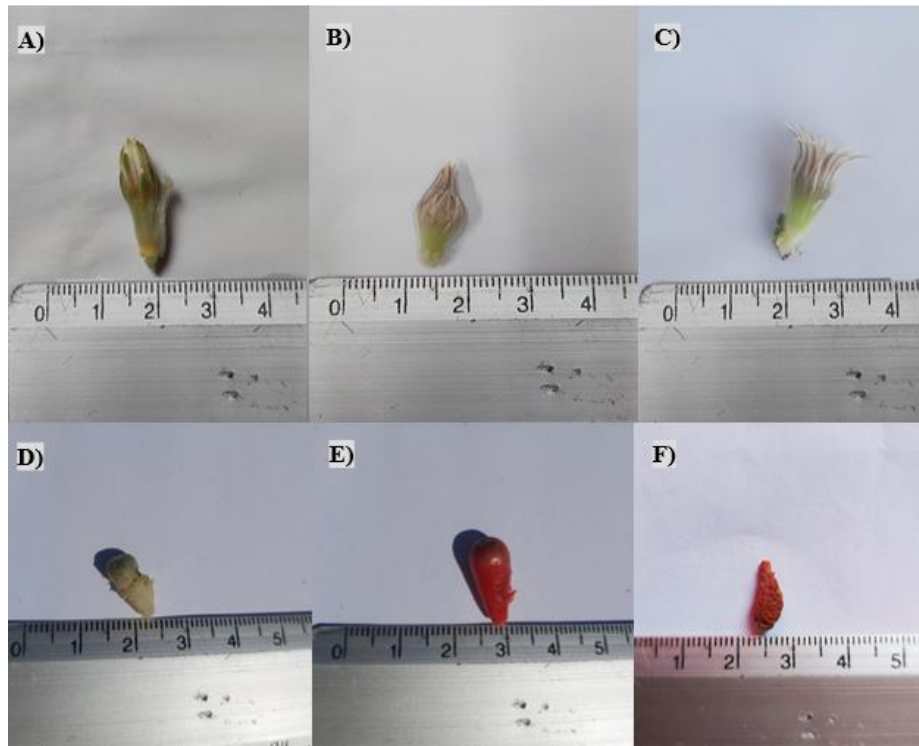


Figura 14. Estados fenológicos de *M. heyderi* en Jardín Botánico. A) botón floral, B) flor intermedia, C) flor madura, D) fruto inmaduro, E) fruto maduro, F) fruto en dispersión.

Posteriormente, se llevó a cabo la evaluación quincenal de 10 individuos en un área de muestreo de un metro cuadrado, donde se contabilizó la presencia de las estructuras reproductivas por individuo, cabe destacar que está basado en observaciones cualitativas o de apreciación, por lo que solo son evaluaciones aproximadas.

Mammillaria heyderi, registró la mayor producción de botones florales en febrero, con un promedio de 17.3[±], siendo el valor más alto de 25 botones en uno de los 10 individuos muestreados, mientras que el estadio de flor intermedia registró un promedio de 9[±] durante febrero, siendo la máxima producción de 21 flores intermedias por individuo, posteriormente el máximo alcance de flores maduras se registró a finales de marzo, con un promedio de 9[±] flores por planta, con una producción máxima de 12 flores maduras por individuo (Tabla 1).

Con respecto al estado de fructificación de *M. heyderi*, se observó la mayor producción de frutos inmaduros durante los meses de abril y mayo con un promedio de 10[±] y una producción máxima de 15 frutos por individuo, posteriormente el valor más alto de frutos maduros se identificó a principios de agosto con un promedio de 3[±] frutos por planta y una producción máxima de 5 frutos por planta. Finalmente, los frutos en dispersión se registraron de manera paulatina siendo el valor más alto a principios de julio con un promedio de 2[±] y la producción máxima de 2 frutos en dispersión por individuo (Tabla 1).

Tabla 1. Tabla de producción de flores y frutos de 10 individuos de *M. heyderi* en JB-EHX en Linares, N.L.

Fecha (2020)	No. Promedio de estructuras reproductivas por planta					
	No. de Flores (n=10)			No. de Frutos (n=10)		
	Botón Floral	Flor Intermedia	Flor Madura	Fruto Inmaduro	Fruto Maduro	Fruto en Dispersión
	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ
29 de ene	14 ± 6.3	7 ± 4.9	3 ± 2.1		1 ± 0.3	
12 de feb	17.3 ± 6.3	9 ± 6	3 ± 1.6			
22 de feb	8 ± 5					
11 de mar	7 ± 3.1	2 ± 0.6	4 ± 3.1			
25 de mar	3 ± 0.9	2 ± 0.6	9 ± 3.9	7 ± 4.3		
14 de abr				10 ± 6		
30 de abr				10 ± 6		
05 de may				10 ± 6	1 ± 0.3	
23 de may				10 ± 6		
12 de jun				10 ± 6		
24 de jun					1 ± 0.5	
09 de jul					2 ± 0.7	2 ± 0.7
24 de jul					2 ± 1	
07 de ago					3 ± 1.6	1 ± 0.4
26 de ago					1 ± 0.4	
16 de sep						1 ± 0.3
14 de oct					1 ± 0.4	
27 de oct						1 ± 0.3

8.1.2. *M. heyderi* en Centro de Acopio Huertas, Montemorelos, N.L.

En la figura 15 se observa el patrón fenológico de *M. heyderi* en el centro de acopio “Huertas” en Montemorelos, N.L., donde se registró un patrón fenológico similar al de Jardín Botánico EHX, comenzando a producir botón floral durante el mes de enero, mismo mes que registró un fruto maduro perteneciente al periodo anterior (año 2019) prolongándose hasta finales de marzo. El estadio de flor intermedia apareció a mediados de febrero hasta finales de marzo, simultáneamente se logró observar flor madura. Posteriormente, se identificó fruto inmaduro a finales de marzo, prolongando el estadio durante cuatro meses concluyendo a finales de

agosto, continuando con fruto maduro a finales de julio permaneciendo hasta agosto, para continuar con una producción paulatina de frutos durante los siguientes cuatro meses, hasta diciembre. Los frutos en dispersión se identificaron a finales de julio, continuamente hasta principios de septiembre, a partir de este mes se observó una aparición paulatina durante los siguientes cuatro meses, siendo los meses de octubre, noviembre y diciembre en los que registraron frutos en dispersión.

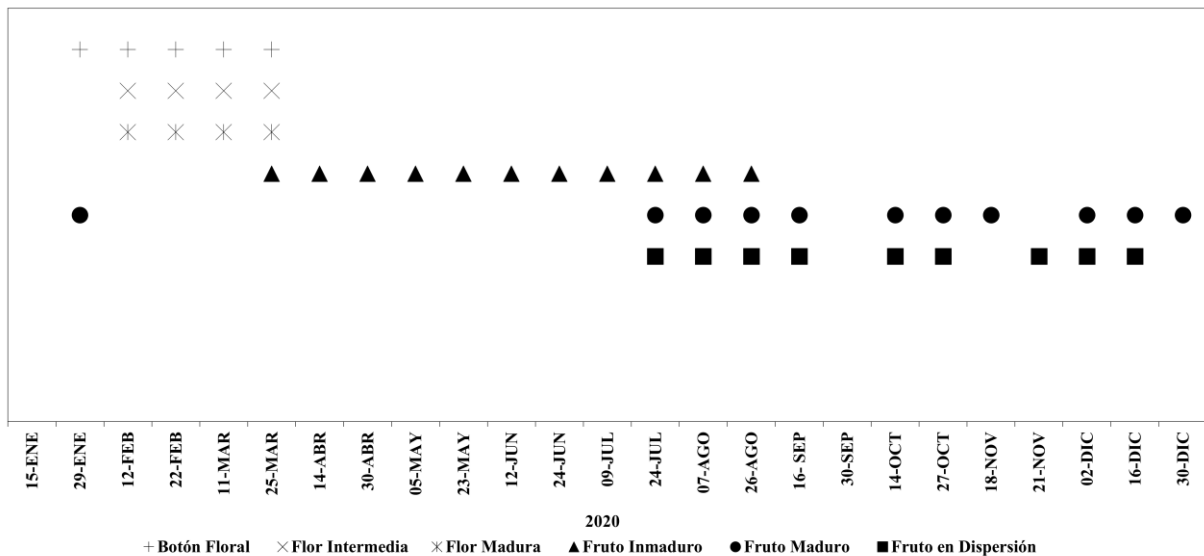


Figura 15. Patrón fenológico de *Mammillaria heyderi* en centro de acopio Huertas Montemorelos, N. L., durante un año (de enero a diciembre de 2020).

Mammillaria heyderi, registró la mayor producción de botón floral en febrero con un promedio de 13[±] siendo el valor más alto de 35 botones en uno de los 10 individuos muestreados, mientras que, en el estadio de flor intermedia se observó en febrero y marzo con un promedio de 3[±], y la máxima producción de 5 flores intermedias por individuo, posteriormente el máximo alcance de flores maduras se registró a finales de febrero con un promedio de 4[±] flores por planta, con una producción máxima de 8 flores maduras por individuo (Tabla 2).

Con respecto al estadio de fructificación de *M. heyderi*, se observó la mayor producción de frutos inmaduros a finales de junio con un promedio de 15[±], y una producción máxima de 31 frutos inmaduros por individuo, posteriormente el valor

más alto de frutos maduros se identificó a finales de agosto y mediados de noviembre con un promedio de 4[±] frutos por planta, con una máxima producción de 4 frutos por planta. Finalmente, los frutos en dispersión se registraron de manera paulatina con un promedio de 2[±], siendo el valor más alto a finales de julio, agosto y principios de septiembre, con una producción máxima de 3 frutos en dispersión (Tabla 2).

Tabla 2. Tabla de producción de flores y frutos de 10 individuos de *M. heyderi* en centro de acopio Huertas, Montemorelos, N.L.

Fecha (2020)	No. Promedio de estructuras reproductivas por planta					
	No. de Flores (n=10)			No. de Frutos (n=10)		
	Botón Floral	Flor Intermedi a	Flor Madura	Fruto Inmaduro	Fruto Maduro	Fruto en Dispersión
	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ
29 de ene	11 ± 8				1 ± 3.1	
12 de feb	13 ± 9	2 ± 1.1	3 ± 1.3			
22 de feb	11 ± 8	3 ± 1.4	4 ± 2.8			
11 de mar	10 ± 7.3	3 ± 1.6	3 ± 2.7			
25 de mar	5 ± 2.8	3 ± 1.4	1 ± 0.8	7 ± 4.5		
14 de abr				5 ± 3.4		
30 de abr				10 ± 7.3		
05 de may				8 ± 6.5		
23 de may				13 ± 8.7		
12 de jun				14 ± 8.8		
24 de jun				15 ± 9.3		
09 de jul				11 ± 8.9		
24 de jul				11 ± 8.6	2 ± 0.8	2 ± 0.6
07 de ago				11 ± 8.4	1 ± 0.3	1 ± 0.3
26 de ago				10 ± 8.2	4 ± 1.3	2 ± 1.3
16 de sep					3 ± 0.9	2 ± 1
14 de oct					1 ± 0.5	1 ± 0.5
27 de oct					1 ± 0.3	1 ± 0.3
18 de nov					4 ± 2	
21 de nov						1 ± 0.3
02 de dic					3 ± 1	1 ± 0.3
16 de dic					3 ± 1	1 ± 0.3
30 de dic					2 ± 0.6	

8.1.3 *E. poselgeri* en Jardín Botánico EHX, Linares, N.L.

En la figura 16 se observa el patrón fenológico de *E. poselgeri* en el Jardín Botánico, EHX en Linares, N.L., comenzando a producir botón floral (Figura 17, A) a mediados de febrero con una duración de un mes, concluyendo a mediados de marzo. Posteriormente, se identificó fruto inmaduro a finales de marzo con una duración de dos meses hasta principios de mayo. El fruto maduro (Figura 17, C) se observó a finales de mayo permaneciendo en este estadio hasta pasar a fruto en dispersión, el cual fue posible identificarlo a principios de junio. Dicho proceso fenológico ocurrió únicamente en un individuo de los 10 bajo estudio.

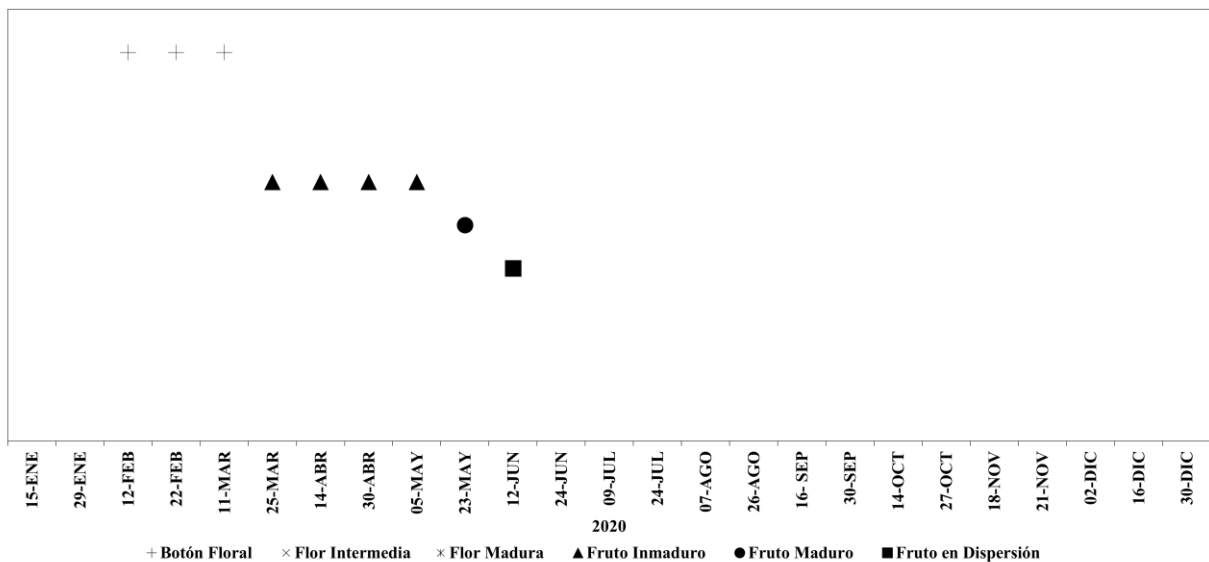


Figura 16. Patrón fenológico de *Echinocereus poselgeri* en centro de acopio Jardín Botánico EHX, Linares N. L. durante un año (de enero a diciembre de 2020).

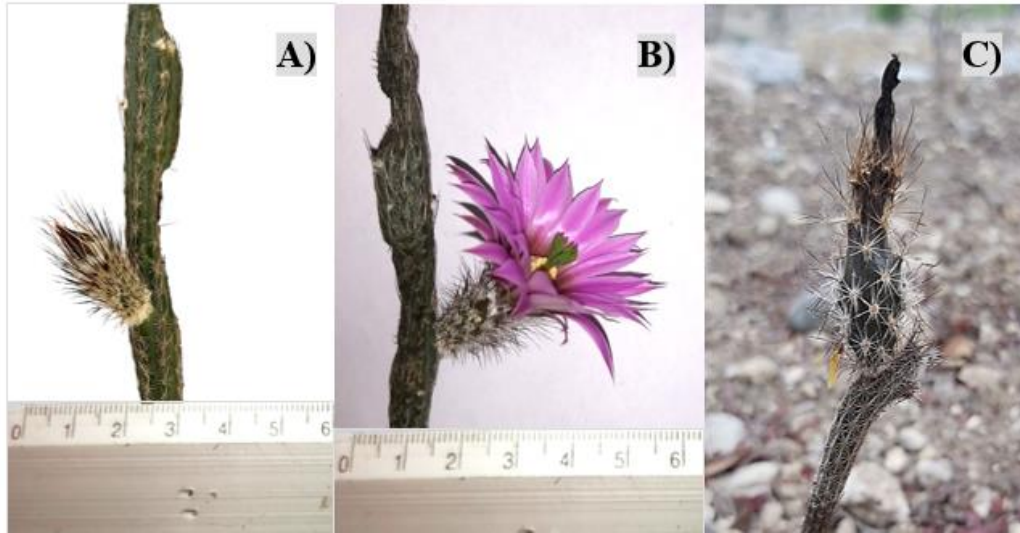


Figura 17. Estado fenológico de *E. poselgeri* en Jardín Botánico. A) botón floral, B) flor madura (fotografías A y B tomadas de un individuo que no estaba bajo estudio) C) fruto maduro.

Echinocereus poselgeri, registró la mayor producción de botones en febrero y marzo con un promedio de 1[±] botón floral, posteriormente el estadio de flor intermedia no se logró observar debido a las condiciones de contingencia sanitaria por la pandemia ocurrida en marzo de 2020. Se observó durante los meses de marzo, abril y mayo la máxima producción de fruto inmaduro, con un promedio de 1[±] fruto inmaduro, así mismo el estadio de fruto maduro se observó a finales de mayo y finalmente el fruto en dispersión se registró a principios de junio, siendo el máximo de 1 fruto en dispersión (Tabla 3).

Tabla 3. Tabla de producción de flores y frutos de 10 individuos de *E. poselgeri* en centro de acopio JB-HEX Linares, N.L.

Fecha (2020)	No. Promedio de estructuras reproductivas por planta			
	No. de Flores (n=10)	No. de Frutos (n=10)		
	Botón Floral	Fruto Inmaduro	Fruto Maduro	Fruto en Dispersión
	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ
12 de feb	1 ± 0.3			
22 de feb	1 ± 0.3			
11 de mar	1 ± 0.3			
25 de mar		1 ± 0.3		
14 de abr		1 ± 0.3		
30 de abr		1 ± 0.3		
05 de may		1 ± 0.3		
23 de may			1 ± 0.3	
12 de jun				1 ± 0.3

8.1.4 *E. poselgeri* en Centro de Acopio Huertas, Montemorelos, N.L.

En la figura 18 se observa el patrón fenológico de *E. poselgeri* en el centro de acopio “Huertas” en Montemorelos, N.L., el cual registró un patrón fenológico similar al de Jardín Botánico. Se identificó la aparición de botón floral a mediados de febrero hasta principios de marzo, posteriormente se registró flor madura a mediados de marzo, continuando con frutos inmaduros a principios de abril, hasta el mes de mayo y finalmente fue posible registrar frutos maduros a finales de mayo. El proceso fenológico fue realizado solo por tres individuos de los 10 bajo estudio, no fue posible registrar los frutos en dispersión, debido a que las plantas se encontraban expuestas a la fauna silvestre del área, por lo que formaron parte de la nutrición de los animales.

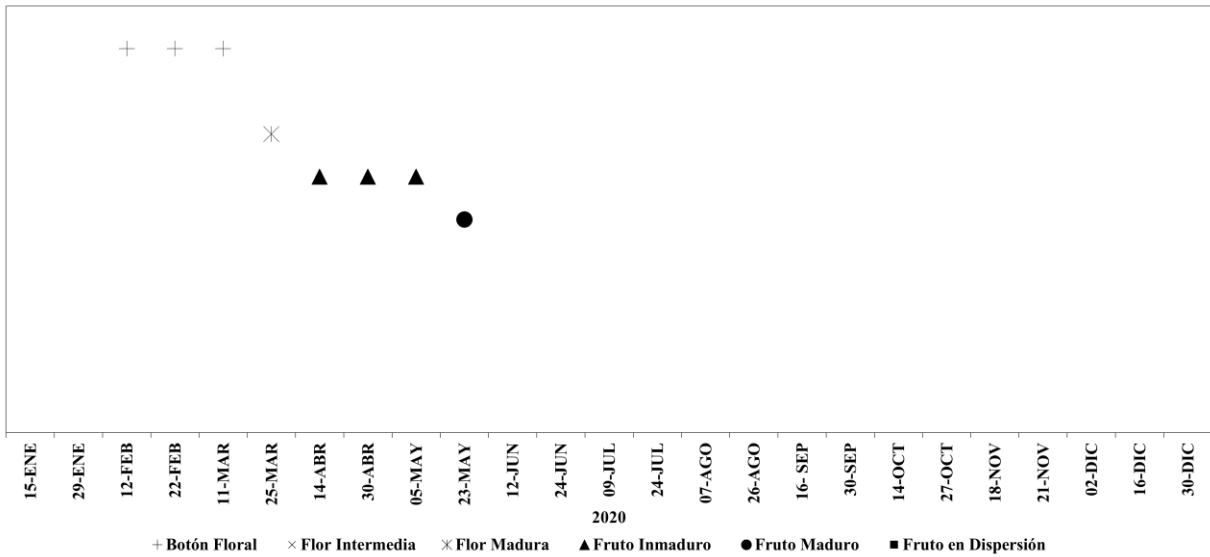


Figura 18. Patrón fenológico de *Echinocereus poselgeri* en centro de acopio Huertas, Montemorelos, N. L durante un año (de enero a diciembre de 2020).

Echinocereus poselgeri, registró la mayor producción de botones florales con un promedio de 1±, en los meses de febrero y marzo, siendo el valor más alto de dos botones en uno de los 10 individuos muestreados, posteriormente las flores maduras se registraron a finales de marzo con un promedio de 1±, siendo la máxima de 2 flores maduras, así mismo, el fruto inmaduro se registró a mediados de abril, con un promedio de 2± frutos inmaduros. Finalmente, el estadio de fruto maduro se registró a finales de mayo con una producción máxima de 1 fruto en una de las 10 plantas muestreadas (Tabla 4).

Tabla 4. Tabla de producción de las estructuras florales y frutales de 10 individuos de *E. poselgeri* en centro de acopio Huertas, Montemorelos, N.L

Fecha (2020)	No. Promedio de estructuras reproductivas por planta			
	No. de Flores (n=10)		No. de Frutos (n=10)	
	Botón Floral	Flor Madura	Fruto Inmaduro	Fruto Maduro
	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ	\bar{x} σ
12 de feb	1 ± 0.4			
22 de feb	1 ± 0.4			
11 de mar	1 ± 0.7			
25 de mar		1 ± 0.7		
14 de abr			1 ± 0.7	
30 de abr			1 ± 0.5	
05 de may			1 ± 0.5	
23 de may				1 ± 0.3

8.2. Insectos Asociados a las Flores de las Cactáceas

8.2.1. *M. heyderi* en el Centro de Acopio Jardín Botánico EHX en Linares, N.L.

En relación con los insectos asociados a las flores, se observó durante la floración de *M. heyderi*, la presencia de artrópodos pertenecientes al orden Hymenoptera, a la especie *Solenopsis xyloni* McCook (Formicidae) a finales de enero. El insecto visitó la estructura floral, es decir el botón floral y flor madura (Figura 19, Tabla 5) por lo que probablemente, pudo fungir como polinizador. Algunas hormigas del género *Solenopsis* son comúnmente conocidas como hormigas de fuego debido a la intensidad de su picadura, suele anidar en áreas húmedas, debajo de troncos o rocas (Hanson, 2016).



Figura 19. Hormigas de la especie *Solenopsis xyloni* McCook, visitando estructuras florales (botón y flor madura) realizando actividad de polinización en *M. heyderi* en Jardín Botánico EHX en Linares, N.L.

Por otro lado, durante el mes de febrero se observaron individuos de la especie, *Atta mexicana*, Fabricius (Formicidae), consumiendo estructuras florales (botones florales) de *M. heyderi*, por lo que se consideró como actividad depredadora (Figura 20 y 21, Tabla 5).

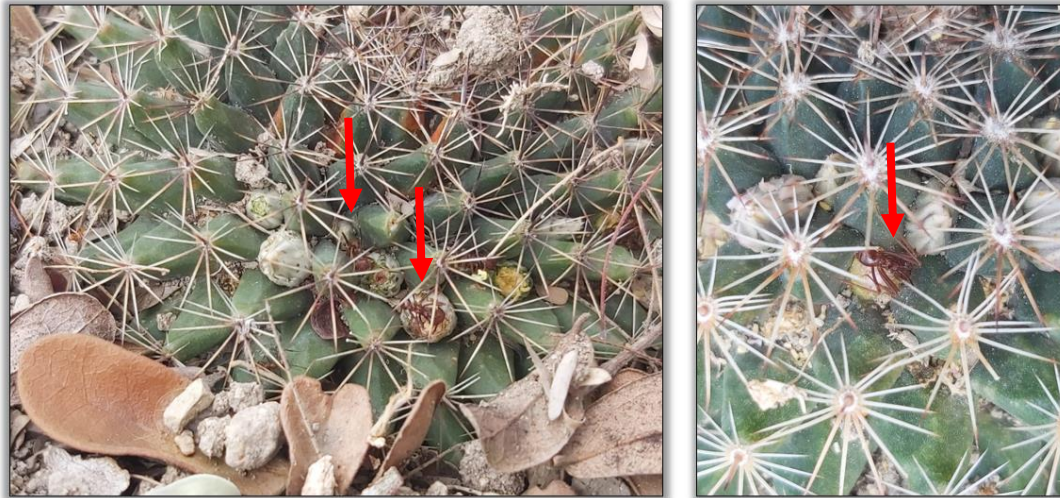


Figura 20. *Atta mexicana* Fabricius, visitando estructuras florales (botón floral) realizando actividad de depredación en *M. heyderi* en Jardín Botánico EHX, Linares, N.L.



Figura 21. *Atta mexicana* Fabricius, registrada durante la floración de *M. heyderi* en Montemorelos, N.L.

Tabla 5. Insectos asociados a las flores de *M. heyderi* en Jardín Botánico EHX, Linares N.L.

Cactácea	Centro de Acopio	Fecha colecta	Especie	Actividad
<i>M. heyderi</i>	JBHEX-Linares, N.L.	29-ene-20	<i>Solenopsis xyloni</i> McCook	Forrajeo
<i>M. heyderi</i>	JBHEX-Linares, N.L.	25-feb-20	<i>Atta mexicana</i> Fabricius	Depredador

8.2.2. *M. heyderi* en el Centro de Acopio Huertas Montemorelos, N.L.

Se observó durante la floración de *M. heyderi*, la presencia de artrópodos pertenecientes a la especie *Lassioglossum sisymbrii*, Cockerel (Halictidae), durante el mes de febrero, realizando actividad de depredación, sin embargo, a finales de marzo se registraron artrópodos de la misma familia realizando actividad de polinización (Tabla 6).

A mediados de febrero se identificó un artrópodo del género *Ancistroserus* Saussure (Vespidae), realizando actividad de depredación (Figura 22, Tabla 6).



Figura 22. Insecto de la familia Vespidae del género *Ancistroserus* registrada durante la floración de *M. heyderi* en Montemorelos, N.L.

A mediados de febrero y marzo se registró la presencia de individuos de los géneros *Ceratina* (Apidae) y *Hoplitis* (Megachilidae), realizando actividad de forrajeo, por lo que se tomó como insectos polinizadores (Figura 23 y 24, respectivamente, Tabla 6).

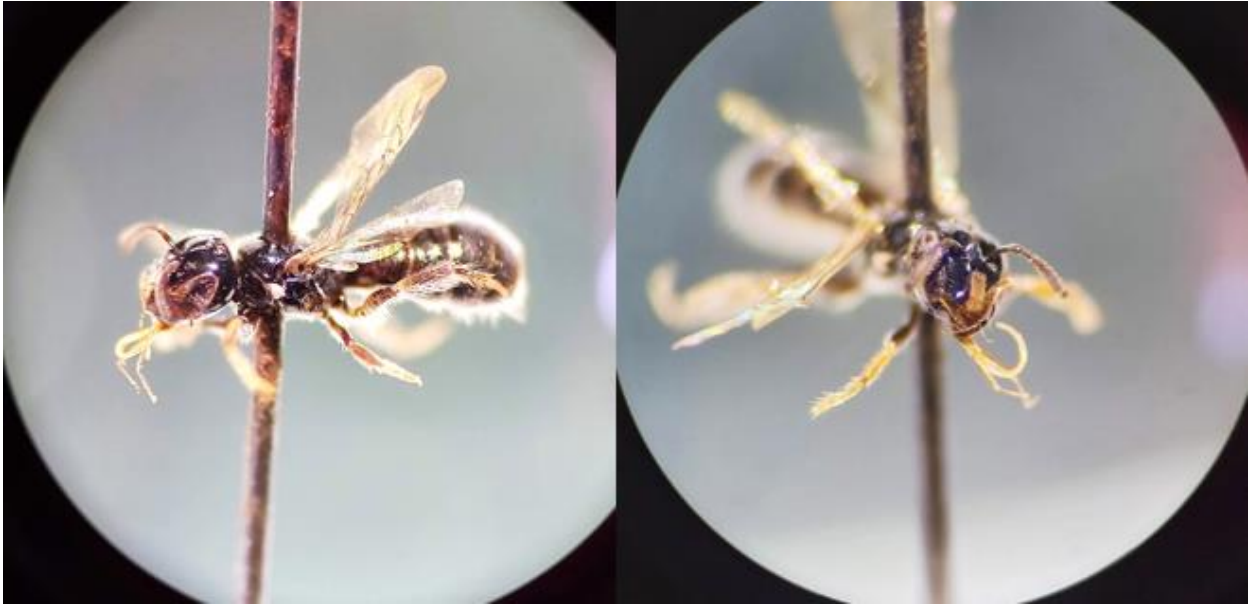


Figura 23. Insecto del género *Ceratina* (Apidae), registrada durante la floración de *M. heyderi* en Montemorelos, N.L.

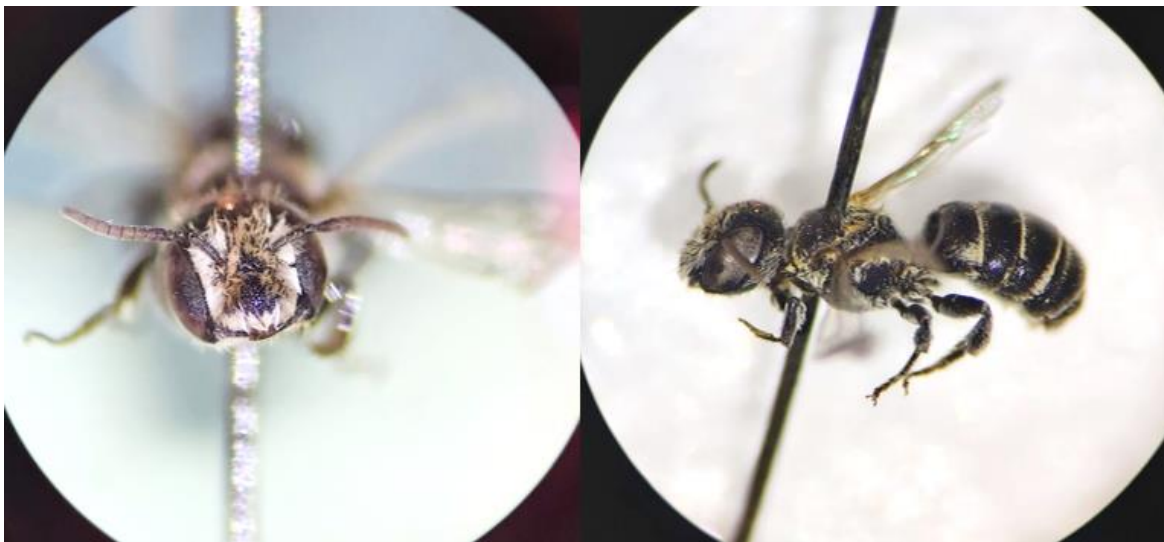


Figura 24. Insecto del género *Hoplitis* (Megachilidae) registrada durante la floración de *M. heyderi* en Montemorelos, N.L.

Así mismo se observó la presencia de la especie *Stictopleurus minutus* Blöte (Rhopalidae), realizando actividad de percha durante febrero (Figura 25, Tabla 6).



Figura 25. *Stictopleurus minutus* (Rhopalide), registrada durante la floración de *M. heyderi* en Montemorelos, N.L.

A mediados de febrero se registró la presencia de individuos de las especies *Acmaeodera neglecta* Fall (Buprestidae) y *Acmaeodera quadrivittatoides* Nelson y Wascott (Buprestidae) a mediados de marzo, realizando actividad de forrajeo, por lo que, se consideraron como insectos polinizadores (Figura 26 y 27, Tabla 6).

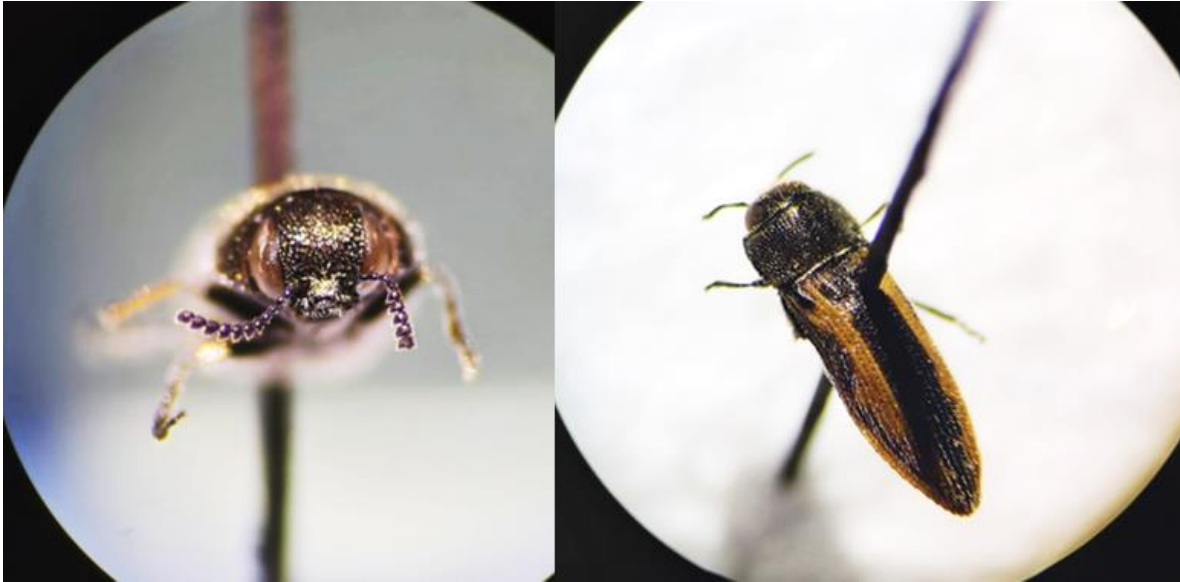


Figura 26. *Acmaeodera quadrivittatoide* (Buprestidae) registrada durante la floración de *M. heyderi* en Montemorelos, N.L.



Figura 27. *Acmaeodera neglecta* (Buprestidae) registrada durante la floración de *M. heyderi* en Montemorelos, N.L.

A mediados de febrero se observaron moscas de la especie *Anthrax irroratus* Say (Bombyliidae), realizando actividad de polinización (Figura 28, Tabla 6).



Figura 28., *Anthrax irroratus* (Bombyliidae) registrada durante la floración de *M. heyderi* en Montemorelos, N.L

Se registró a la especie *Arphia conspersa* Scudder (Acrididae) a mediados de marzo, sin embargo, a pesar de estar presente durante la floración de *M. heyderi*, no se tomó como una actividad de polinizador, debido a que estos insectos se alimentan principalmente de plantas y normalmente son muy destructivos de la vegetación, por lo que seguramente su presencia fue accidental y se tomó como actividad de percha (Figura 29, Tabla 6) (Johnson y Triplehorn, 2005).



Figura 29. *Arphia conspersa* (Acrididae) registrada durante la floración de *M. heyderi* en Montemorelos, N.L

Tabla 6. Insectos asociados a las flores de *M. heyderi* en centro de acopio “Huertas” Montemorelos, N.L.

Cactácea	Centro de Acopio	Fecha colecta	Especie	Actividad
<i>M. heyderi</i>	Huertas-MM	13-feb-20	<i>Stictopleurus minutus</i> Blöte	Percha
<i>M. heyderi</i>	Huertas-MM	13-feb-20	<i>Lasioglossum sisymbrii</i> Cockerell	Depredación
<i>M. heyderi</i>	Huertas-MM	13-feb-20	<i>Ancistroserus</i> Saussure	Depredación
<i>M. heyderi</i>	Huertas-MM	19-mar-20	<i>Acmaeodera neglecta</i> Fall	Forrajeo
<i>M. heyderi</i>	Huertas-MM	19-mar-20	<i>Lasioglossum sisymbrii</i> Cockerell	Forrajeo
<i>M. heyderi</i>	Huertas-MM	19-mar-20	<i>Ceratina</i> sp.	Forrajeo
<i>M. heyderi</i>	Huertas-MM	19-mar-20	<i>Hoplitis</i> sp.	Forrajeo
<i>M. heyderi</i>	Huertas-MM	19-mar-20	<i>Meteorus pulchricornis</i> Wesmael	Forrajeo
<i>M. heyderi</i>	Huertas-MM	19-mar-20	<i>Anthrax irroratus</i> Say	Forrajeo
<i>M. heyderi</i>	Huertas-MM	19-mar-20	<i>Arphia conspersa</i> Scudder	Percha
<i>E. poselgeri</i>	Huertas-MM	19-mar-20	<i>Acmaeodera neglecta</i> Fall	Forrajeo
<i>E. poselgeri</i>	Huertas-MM	20-mar-20	<i>A. quadrivittatoides</i> Nelson y Wascott	Forrajeo

8.2.3. *E. poselgeri* en Centro de Acopio Jardín Botánico EHX en Linares, N.L.

Se observó durante la floración de *E. poselgeri*, la presencia la especie *Arphia conspersa* Scudder (Acrididae) a finales de febrero, realizando actividad de percha (Tabla 7). Debido a causas mayores, externas al proyecto, el monitoreo y registro de la investigación fue interrumpido durante el proceso de floración de la cactácea en los meses de marzo a abril, por lo que los datos de *E. poselgeri* fueron afectados de manera negativa.

Tabla 7. Insectos asociados a las flores de *E. poselgeri* en Jardín Botánico HEX, Linares N.L.

Cactácea	Centro de Acopio	Fecha colecta	Especie	Actividad
<i>E. poselgeri</i>	JBHEX-Linares, N.L.	27-feb-20	<i>Arphia conspersa</i> Scudder	Percha

8.2.4. *E. poselgeri* en Centro de Acopio Huertas, Montemorelos, N.L

Se observó durante la floración de *E. poselgeri*, la presencia de la especie *Acmaeodera neglecta* Fall (Buprestidae), y *Acmaeodera quadrivittatoides* Nelson y Wascott, (Buprestidae) durante el mes de marzo, realizando actividad de forrajeo, por lo que se consideró como polinización (Tabla 8).

Tabla 8. Insectos relacionados con las flores de *E. poselgeri* en centro de acopio "Huertas" Montemorelos, N.L.

Cactácea	Centro de Acopio	Fecha colecta	Especie	Actividad
<i>E. poselgeri</i>	Huertas-MM	19-mar-20	<i>Acmaeodera neglecta</i> Fall	Forrajeo
<i>E. poselgeri</i>	Huertas-MM	20-mar-20	<i>A. quadrivittatoides</i> Nelson y Wascott	Forrajeo

8.3. Índices de Diversidad de los Insectos Asociados a las Flores de *M. heyderi* y *E. poselgeri* en el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L. y el Vivero “Huertas” en Montemorelos, N.L.

Se llevó a cabo a través del Índice de Margalef, la riqueza específica de los insectos registrados en las plantas bajo estudio, donde se demostró que *M. heyderi* en Montemorelos obtuvo mayor riqueza de especies (9), de igual manera se observó que mantiene una diversidad con un valor de 2.51, sin embargo, en JB-EHX se registró menor valor de diversidad. Así mismo se calculó el índice de Shannon-Wiener donde se observó, en base a los datos obtenidos que, *M. heyderi* registró una diversidad en Montemorelos de 1.89, por lo tanto *M. heyderi* presentó mayor diversidad de insectos asociados en el vivero Huertas en Montemorelos, N.L. (Tabla 13).

Tabla 9. Índices de diversidad de Insectos Asociados a las Flores de *M. heyderi* y *E. poselgeri* en centros de acopio en Linares y Montemorelos, N.L.

Sitio	Cactácea	Abundancia (N)	Riqueza de sp (S)	Margalef (DMg)	Shannon (H')
JBHEX-Linares, N.L.	<i>M. heyderi</i>	25	2	0.31	0.50
Huertas-MM	<i>M. heyderi</i>	24	9	2.52	1.89

8.4. Diversidad de Artrópodos Asociados a Método de Frascos Trampa

Se recolectaron 4,674 ejemplares de artrópodos a lo largo de las cuatro estaciones del año 2019-2020, de los cuales 3,087 pertenecen al centro de acopio Huertas ubicado en Montemorelos, N.L. con la mayor incidencia durante el verano (2,200 ejemplares), mientras que el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L. registró 1,587 artrópodos con una mayor incidencia durante la primavera (785 ejemplares). Así mismo, ambos centros de acopio registraron la menor cantidad de artrópodos durante el invierno (Figura 30).

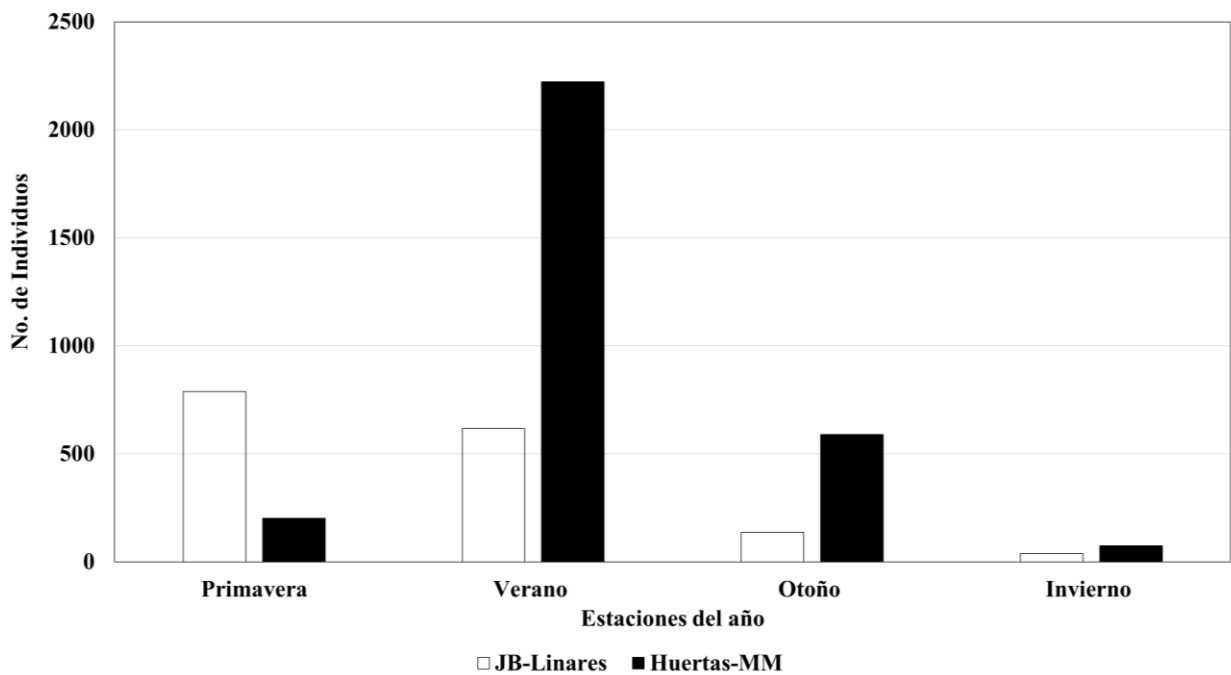


Figura 30. Distribución de artrópodos asociados a las trampas de colores durante las estaciones del año en Centros de Acopio ubicados en Linares y Montemorelos N.L.

Posteriormente, se procedió a realizar una separación de los artrópodos capturados según su orden taxonómico, por lo tanto, se registraron nueve ordenes de los cuales ocho pertenecen a la clase Insecta y uno a la clase Arachnida. El orden Hymenoptera registró la mayor cantidad de individuos capturados en Linares y Montemorelos, N.L. (947 y 2,607 insectos, respectivamente), así mismo, se recolectaron 91 insectos en el orden Coleoptera en el JB EHX en Linares, N.L., mientras que, en el centro de acopio en Montemorelos, N.L., se registraron 355 insectos, ambos sitios registraron al orden Thysanoptera con la menor cantidad de individuos (Tres individuos para ambos sitios) (Figura 31). Con respecto al orden Araneae, se registraron 13 individuos en el JB EHX en Linares, N.L., y nueve individuos en el Centro de Acopio “Huertas”, Montemorelos, N.L.

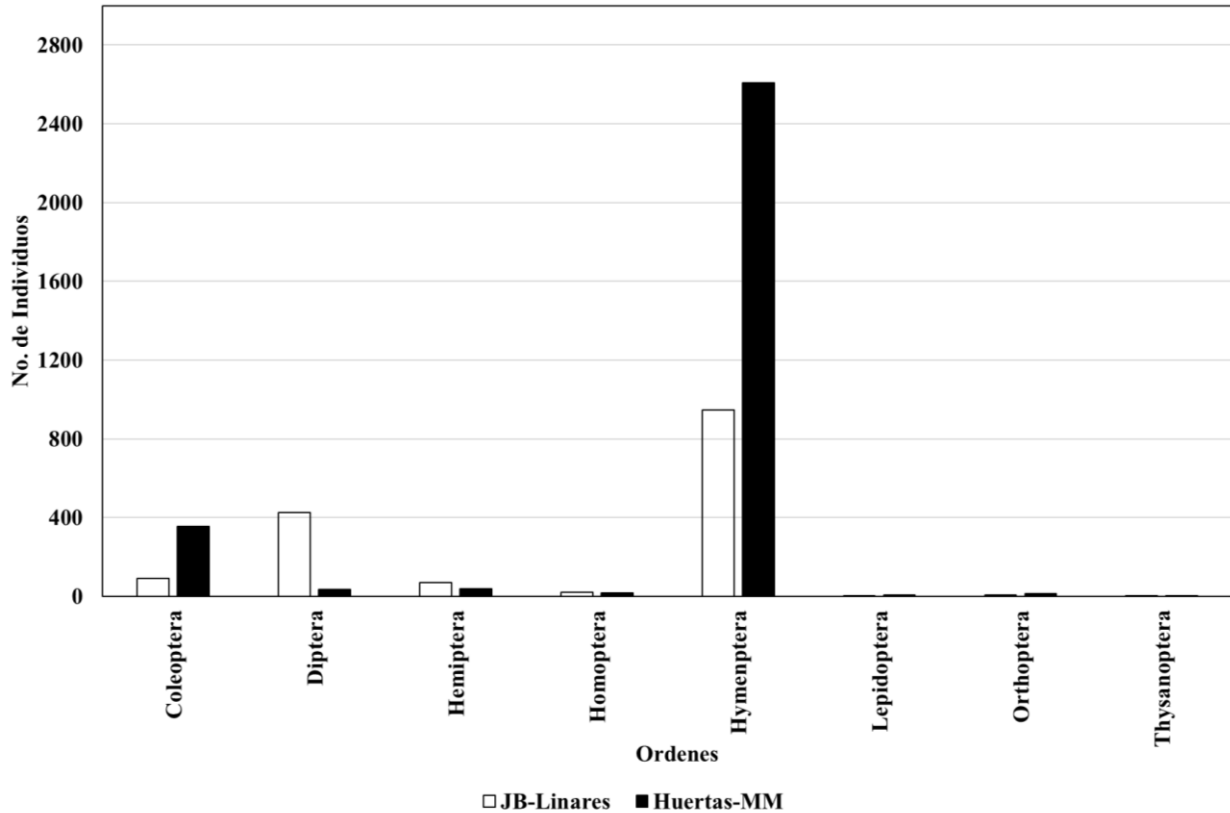


Figura 31. Individuos registrados según los órdenes de la clase insecta en los sitios ubicados en Linares y Montemorelos, N.L.

8.4.1 Insectos Asociados a las Trampas de Colores en el Jardín Botánico EHX, Linares, N.L.

Una vez realizada la separación de ejemplares se procedió a su identificación en base a claves taxonómicas, por lo tanto, se colectaron alrededor de 1,578 individuos de la clase Insecta y Arachnida. Se identificó un total de 30 familias y 80 especies, donde el orden Hymenoptera registró el mayor número de familias (8) y especies (25) en relación con el orden Thysanoptera, el cual registró una familia.

Con respecto a los colores de los frascos trampa, en la tabla 10, se muestra al color rosa con la mayor abundancia de individuos (444), sin embargo, la mayor cantidad de especies únicas se observó en los frascos trampa de color amarillo (30) La menor abundancia se observó en los frascos color blanco (340) y la menor cantidad de

especies únicas fue en los frascos de color blanco y rosa (12 cada uno) (Figura 32, Tabla 10).

La mayor abundancia de individuos con respecto a las estaciones del año fue observada durante la primavera (790) y un total de 44 especies, mientras que la estación del año verano registró una abundancia de 620 individuos y 16 especies únicas. Así mismo, se logró observar durante el invierno una poca actividad de artrópodos, registrando una abundancia de 37 individuos y ocho especies (Tabla 11).

En relación con las especies capturadas, la hormiga *Solenopsis xyloni* McCook., perteneciente a la familia Formicidae, fue capturada en los cuatro colores de los frascos trampa con la mayor abundancia (668), siendo el color rosa, el mayor atrayente para esta especie (amarillo= 123, azul= 115, blanco= 118 y rosa= 312). Acompañada de la especie *Culex quiquefasciatus* Say, perteneciente a la familia Culicidae, fue observada con una mayor abundancia (409) en los cuatro colores de los frascos trampa, donde el color amarillo y la estación del año primavera registraron la mayor cantidad de individuos (158 y 386, respectivamente). Esta especie se conoce por su importancia médica, debido a que es un alto vector de transmisión de enfermedades tanto para el humano como para la fauna, siendo potenciales vectores biológicos de varios tipos de virus y parásitos (Bhattacharya S, 2016). La abundancia de esta especie durante los meses de primavera se debe principalmente a las condiciones climáticas, como lo demostró Ligña, 2018 en su estudio, donde registró una gran abundancia de esta especie de mosquito durante los meses de mayor precipitación (marzo y abril). La época del año es un factor importante sobre la abundancia de las especies del género *Culex*, siendo los meses de mayor precipitación en los que se tiene una relación positiva con respecto a la abundancia de este mosquito (David et al., 2012; Uttah et al., 2013).

Así mismo, la especie *Lasioglossum sisymbrii* Cockerell de la familia Halictidae, apareció en los cuatro colores de los frascos trampa y en las cuatro estaciones del año, donde se expresó el color azul y la estación del año primavera con mayor abundancia (61 y 110, respectivamente) (Tabla 10 y 11).

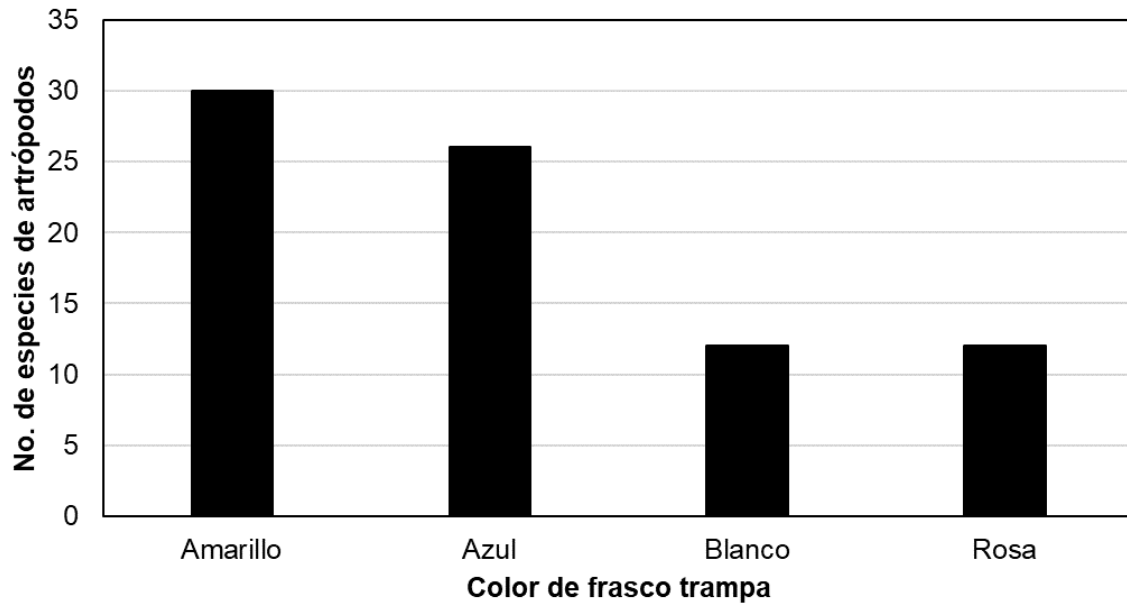


Figura 32. Número de especies capturadas por trampa de colores en el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L.

Tabla 10. Número de individuos capturados por color de trampa en el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L.

Orden	Familia	Especie	No. de Individuos (Color de frasco trampa)				Total
			Amarillo	Azul	Blanco	Rosa	
Coleoptera	Buprestidae	<i>Acmaeodera mixta</i>		7	1		8
		<i>Acmaeodera neglecta</i>		2		3	5
		<i>Acmaeodera scalaris</i>		1		1	2
		<i>Acmaeodera opuntiae</i>				1	1
		<i>Agrilus macer</i>	1	1	1		3
		<i>Agrilus</i> sp	2				2
		<i>Pachyschelus purpureus</i>	1				1
	Chrysomelidae	<i>Epitrix hirtipennis</i>			1		1
		<i>Sumitrosis inaequalis</i>				1	1
		<i>Sumitrosis</i> sp	7	2	2		11
	Coccinellidae	<i>Hyperaspis caseyi</i>	3				3
	Meloidae	<i>Epicauta</i> sp	4	36	8		48
	Ptinidae	<i>Ernobius</i>			1		1
	Scarabaeidae	<i>Euphoria sepulcralis</i>	1	2			3
Tenebrionidae	<i>Eleodes goryi</i>		1			1	
Diptera	Caliphoridae	<i>Caliphora</i>	2				2
		Caliphoridae sp 1		1			1
		Caliphoridae sp 2		2		1	3
	Culicidae	<i>Culex quiquefasciatus</i>	158	63	94	94	409
	Stratiomyidae	<i>Hermetia</i> sp	1				1
	Syrphinae	<i>Allograpta obliqua</i>		2			2
Tachinidae	<i>Procena siberita</i>	3		4		7	
Hemiptera	Aphididae	<i>Aphis</i> sp	46				46
	Miridae	<i>Miridae</i> sp	1		2		3
	Pentatomidae	<i>Palomena prasina</i>				1	1
	Reduviidae	<i>Zelus renardii</i>	1		2		3
	Rhopalidae	<i>Arhyssus lateralis</i>			2		2
	Tingidae	<i>Calotingis knighti</i>			1		1
		<i>Corythaica carinata</i>		2		1	3
<i>Gargaphia tiliae</i>		3	2	4		9	
Homoptera	Cicadellidae	<i>Cerataqallia</i>		1			1
		<i>Cicadellidae</i> sp1				1	1
		<i>Osbornellus</i> sp	3	3	5		11
		<i>Prairiana</i> sp			1		1
	Membracidae	<i>Micrutalis parva</i>	2	1			3
		<i>Micrutalis calva</i>	2				1

Tabla 10. Número de individuos capturados por color de trampa en el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L. (Continuación)...

Orden	Familia	Especie	No. de Individuos (Color de frasco trampa)				Total
			Amarillo	Azul	Blanco	Rosa	
Hymenoptera	Apidae	<i>Apidae</i> sp1		12			12
		<i>Anthophora</i>		1			1
		<i>Apis mellifera</i>		2	2	1	5
		<i>Centris</i> sp		1			
		<i>Diadasia opuntiae</i>			3		2
		<i>Diadasia enavata</i>		1			1
		<i>Eucera</i> sp		9	1		10
		<i>Melissodes</i> sp			1		1
		<i>Melissodes comptoides</i>		2			2
	<i>Melissodes illatus</i>		58	8		66	
	Bethylidae	<i>Bethylidae</i> sp 1		1			1
	Chalcididae	<i>Haltichella rufipes</i>	1			1	2
	Formicidae	<i>Formica incerta</i>		2	2	4	8
		<i>Pseudomyrmex gracilis</i>			1		1
		<i>Solenopsis xyloni</i>	123	115	118	312	668
	Halictidae	<i>Halictidae</i> sp 1					
		<i>Augochlora aurifera</i>		2	1	1	4
		<i>Ceratina dupla</i>		6			6
		<i>Halictus</i> sp 1		1			1
		<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	32	34	61	9	136
Ichneumonidae	<i>Therion</i> sp	1	1			2	
Megachilidae	<i>Ashmeadiella opuntiae</i>		5			5	
	<i>Megachile</i> sp 1		2			2	
	<i>Megachile rotundata</i>			7		7	
Pompilidae	<i>Hemipepsis ustulata</i>				2	2	
Lepidoptera		<i>Lepidoptera</i> sp 1	1				1
		<i>Lepidoptera</i> sp 2	1				1
		<i>Lepidoptera</i> sp 3				2	2
Orthoptera	Acrididae	<i>Trimerotropis</i> sp	2	1	2		5
Thysanoptera	Thripidae	<i>Thripidae</i> sp		1	1	1	3
Araneae		<i>Araneae</i> sp1	1				1
		<i>Araneae</i> sp2	1				1
		<i>Araneae</i> sp3	1	3			4
		<i>Araneae</i> sp4	1				1
		<i>Araneae</i> sp5	1				1
		<i>Araneae</i> sp6		1			1
		<i>Araneae</i> sp7			1		1
		<i>Araneae</i> sp8			1		1
		<i>Araneae</i> sp9			1		1
		<i>Araneae</i> sp10				1	1
		<i>Araneae</i> sp11				1	1
		<i>Araneae</i> sp12				3	3
		<i>Araneae</i> sp13				1	1
		<i>Araneae</i> sp14				1	1
Total de individuos			407	390	340	444	1578
Total de especies			30	26	12	12	

Tabla 11. Número de individuos capturados por estación del año el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L.

Orden	Familia	Especie	No. de Individuos (Estación del año)				Total
			Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Coleoptera	Buprestidae	<i>Acmaeodera mixta</i>	8				8
		<i>Acmaeodera neglecta</i>	1			4	5
		<i>Acmaeodera scalaris</i>			1		1
		<i>Acmaeodera opuntiae</i>		1			1
		<i>Agrilus macer</i>	2		1		3
		<i>Agrilus sp</i>				1	1
		<i>Pachyschelus purpureus</i>				1	1
	Chrysomelidae	<i>Epitrix hirtipennis</i>	1				1
		<i>Sumitrosis inaequalis</i>	1				1
		<i>Sumitrosis sp</i>				11	11
	Coccinellidae	<i>Hyperaspis caseyi</i>	3				3
	Meloidae	<i>Epicauta sp</i>	1	28	19		48
	Ptinidae	<i>Ernobius sp</i>	1				1
Scarabaeidae	<i>Euphoria sepulcralis</i>		3			3	
Tenebrionidae	<i>Eleodes goryi</i>			1		1	
Diptera	Caliphoridae	<i>Caliphora</i>		2			2
		Caliphoridae sp 1		1			1
		Caliphoridae sp 2			3		3
	Culicidae	<i>Culex quiquefasciatus</i>	386	23			409
	Stratiomyidae	<i>Hermetia sp</i>		1			1
	Syrphinae	<i>Allograpta obliqua</i>		2			2
	Tachinidae	<i>Procena siberita</i>			7		7
Hemiptera	Aphididae	<i>Aphis sp</i>	46				46
	Miridae	<i>Miridae sp</i>	3				3
	Pentatomidae	<i>Palomena prasina</i>		1			1
	Reduviidae	<i>Zelus renardii</i>	3				3
	Rhopalidae	<i>Arhyssus lateralis</i>	2				2
	Tingidae	<i>Calotingis knighti</i>	1				1
		<i>Corythaica carinata</i>	1	2			3
<i>Gargaphia tiliae</i>		8	1			9	
Homoptera	Cicadellidae	<i>Ceratagallia</i>	1				1
		<i>Cicadellidae sp</i>	1				1
		<i>Osbornellus sp</i>	9	2			11
		<i>Prairiana sp</i>	1				1
	Membracidae	<i>Micrutalis parva</i>	2	1			3
		<i>Micrutalis calva</i>		2			2

Tabla 11. Número de individuos capturados por estación del año en el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L.(Continuación)...

Orden	Familia	Especie	No. de Individuos (Estación del año)				Total
			Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Hymenoptera	Apidae	<i>Apidae sp1</i>	12				12
		<i>Anthophora</i>				1	1
		<i>Apis mellifera</i>	4			1	5
		<i>Centris sp</i>			1		1
		<i>Diadasia opuntiae</i>	3				3
		<i>Diadasia enavata</i>			1		1
		<i>Eucera sp</i>	1	9			10
		<i>Melissodes sp</i>	1				1
		<i>Melissodes comptoides</i>		2			2
		<i>Melissodes illatus</i>			66		66
	Bethylidae	<i>Bethylidae sp 1</i>			1		1
	Chalcididae	<i>Haltichella rufipes</i>			1	1	2
	Formicidae	<i>Formica incerta</i>	2	3	3		8
		<i>Pseudomyrmex gracilis</i>		1			1
		<i>Solenopsis xyloni</i>	154	507	7		668
	Halictidae	<i>Halictidae sp 1</i>		2			2
		<i>Augochlora aurifera</i>			3		3
		<i>Ceratina dupla</i>			6		6
		<i>Halictus sp 1</i>	1				1
		<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	110	15	8	3	136
Ichneumonidae	<i>Therion sp</i>	1		1		2	
Megachilidae	<i>Ashmeadiella opuntiae</i>				5	5	
	<i>Megachile sp 1</i>				2	2	
	<i>Megachile rotundata</i>				7	7	
Pompilidae	<i>Hemipepsis ustulata</i>		2			2	
Lepidoptera		<i>Lepidoptera sp 1</i>	1				1
		<i>Lepidoptera sp 2</i>	1				1
		<i>Lepidoptera sp 3</i>	2				2
Orthoptera	Acrididae	<i>Trimerotropis sp</i>	2	2	1		5
Thysanoptera	Thripidae	<i>Thripidae sp</i>	2	1			3
Araneae		<i>Araneae sp1</i>	1				1
		<i>Araneae sp2</i>	1				1
		<i>Araneae sp3</i>	2	2			2
		<i>Araneae sp4</i>		1			1
		<i>Araneae sp5</i>		1			1
		<i>Araneae sp6</i>	1				1
		<i>Araneae sp7</i>	1				1
		<i>Araneae sp8</i>		1			1
		<i>Araneae sp9</i>					1
		<i>Araneae sp10</i>	1				1
		<i>Araneae sp11</i>	1				1
		<i>Araneae sp12</i>	3				3
		<i>Araneae sp13</i>		1			1
		<i>Araneae sp14</i>			1		1
Total de individuos =			790	620	132	37	1578
Total de especies =			44	16	12	8	

Se analizaron los datos a través de diversos índices, con el fin de determinar la diversidad del sitio bajo estudio con relación a los colores de los frascos trampa, en este caso el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L., demostró una alta riqueza de especies únicas en el color amarillo (39) mientras que, al color blanco y rosa registraron la menor cantidad de especies únicas. En la tabla 12, se puede observar que los frascos color amarillo registraron la mayor diversidad (6.32), en relación con los frascos color rosa (1.48) según lo indica el Índice de Margalef. Por otro lado, el análisis realizado a través del Índice de Shannon-Wiener, demostró que los frascos trampa de color rosa expresaron una diversidad moderada con un valor de 2.30, en comparación con el color amarillo que obtuvo una baja diversidad (1.79).

Así mismo, se compararon las estaciones del año con el fin de observar la diversidad entre las cuatro estaciones, por lo que, el Índice de Margalef expresó una mayor diversidad durante la primavera (6.45), mientras que, durante el invierno hubo menor diversidad (2.17) de especies. De acuerdo con el Índice de Shannon-Wiener, se indica un valor de 2 o más para determinar diversidad alta a un grupo de individuos, sin embargo, durante las cuatro estaciones del año no se superó este valor. Únicamente se observó un repunte durante la estación de verano, la cual expresó la diversidad más alta con un valor de 1.90, en comparación con las demás estaciones del año (Tabla 13).

Tabla 12. Índices de Diversidad de los artrópodos capturados a través del método de frascos trampa de colores en el Jardín Botánico EHX en Linares N.L.

Sitio	Color de trampa	Abundancia (N)	Riqueza de sp (S)	Margalef (DMg)	Shannon (H')
JBEHX-Linares, N.L.	Amarillo	407	39	6.32	1.79
JBEHX-Linares, N.L.	Azul	126	23	4.55	2.22
JBEHX-Linares, N.L.	Blanco	21	8	2.30	2.17
JBEHX-Linares, N.L.	Rosa	15	5	1.48	2.30

Tabla 13. Índices de Diversidad de los artrópodos capturados a través del método de frascos trampa durante las estaciones del año, en el Jardín Botánico EHX en Linares N.L

Sitio	Estación del año	Abundancia (N)	Riqueza de sp (S)	Margalef (DMg)	Shannon (H')
JBEHX-Linares, N.L.	Primavera	788	44	6.45	1.76
JBEHX-Linares, N.L.	Verano	22	16	4.85	1.90
JBEHX-Linares, N.L.	Otoño	95	12	2.42	1.17
JBEHX-Linares, N.L.	Invierno	25	8	2.17	1.57

Para conocer la similitud entre las especies capturadas a través del método de los frascos trampa de colores, se utilizó el Índice de Jaccard, el cual, muestra al color azul y blanco con el mayor porcentaje de similitud (30%), por lo tanto, se demuestra que ambos colores mantienen especies similares de artrópodos moderadamente, sin embargo, se puede observar que las especies capturadas en las trampas de color amarillo y rosa mantienen un bajo porcentaje (8.16%) por lo que, estos colores mantienen altas disimilitudes entre especies (Tabla 14).

De igual manera se analizó la similitud entre las estaciones del año, donde se pudo observar que la estación primavera y verano comparten el mayor porcentaje de similitud de especies (21.6%) y a las estaciones de verano e invierno que comparten el menor porcentaje de similitud entre especies (2.56%) (Tabla 15).

Sin embargo, debido a que los resultados obtenidos son porcentajes menores a un 50%, se demuestra que las especies mantienen mayores disimilitudes entre estaciones del año y entre colores de frascos trampa.

Tabla 14. Índice de Similitud/disimilitud de Jaccard entre colores, de las especies capturadas a través del método de frascos trampa en el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L.

Color de trampa	Amarillo	Azul	Blanco	Rosa
Amarillo		23.21%	24.49%	8.16%
Azul	23.21%		30%	19.23%
Blanco	24.49%	30%		12.73%
Rosa	8.16%	19.23%	12.73%	

Tabla 15. Índice de Similitud/disimilitud de Jaccard entre estaciones del año, de las especies capturadas a través del método de frascos trampa en el Jardín Botánico EHX en Linares, N.L.

Estación del año	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Primavera		21.60%	12.50%	5.77%
Verano	21.60%		12%	2.56%
Otoño	12.50%	12%		5.26%
Invierno	5.77%	2.56%	5.26%	

8.4.2 Insectos Asociados a las Trampas de Colores en Centro de Acopio en Huertas, Montemorelos, N.L.

Una vez realizada la separación de ejemplares se procedió a su identificación en base a claves taxonómicas, por lo tanto, el centro de acopio en Montemorelos, N.L. registró alrededor de 3,087 artrópodos de la clase Insecta y Arachnida. Se identificó un total de 31 familias y 77 especies, donde el orden Hymenoptera registro el mayor número de familias (12) y especies (23) en relación con el orden Thysanoptera, el cual registró una familia.

Con respecto a los colores de los frascos trampa, en la tabla 16 se muestra al color amarillo con la mayor abundancia (1,408), y la mayor cantidad de especies únicas (39). La menor abundancia se observó en los frascos color rosa (340) y la menor cantidad de especies únicas se registró en los frascos del mismo color (5) (Figura 32, Tabla 16).

La mayor abundancia de individuos con respecto a las estaciones del año fue observada durante el verano (2,223) y un total de 17 especies, mientras que la estación del año primavera, registró una abundancia de 200 individuos y la mayor cantidad de especies únicas (35). Así mismo, se logró observar durante el invierno una poca actividad de artrópodos, registrando una abundancia de 57 individuos y siete especies (Tabla 17).

En relación con las especies capturadas, la hormiga *Solenopsis xyloni* McCook, (Formicidae), fue capturada en los cuatro colores de los frascos trampa con la mayor abundancia (2,259), siendo el color amarillo, el mayor atrayente para esta especie (amarillo= 1,182, azul= 390, blanco= 420 y rosa= 267), así mismo se observó presente durante la primavera, el verano y el otoño con una gran cantidad de individuos en cada estación, siendo el verano la estación con mayor abundancia de individuos (1945). Esto se debe principalmente a que este género de Formicidae, mantiene un comportamiento forrajero generalista, es decir que en zonas áridas las especies generalistas no están sujetas a la presencia estacional de algún recurso alimenticio, por el contrario, aprovechan una gama alta de alimentos disponibles en cualquier época del año, ya sean, cadáveres de otros artrópodos, heces y exudados de plantas o animales (Whitford 1978, Rojas & Fragoso 2000; Ríos, *et. al.*, 2004).

De igual manera se encontraron individuos del género *Epicauta sp* perteneciente a la familia Meloidae, fue observada con una abundancia de 285 individuos en los cuatro colores de los frascos trampa (amarillo=42, azul= 127, blanco= 105 y rosa= 11), donde el color azul y la estación del año verano registraron la mayor cantidad de individuos (151) (Tabla 16 y 17). Esto concuerda con registros realizados por Campos, *et. al.*, 2021, quien analizó a una especie del mismo género *Epicauta atomaria*, dónde se describe que este género prevalece con mayor actividad durante el verano cuando las temperaturas son elevadas, así mismo, se reveló que algunas especies de este genero se encuentran distribuidas cercanas a áreas agrícolas, por lo que se deduce que, la gran abundancia de *Epicauta sp* encontrada en este estudio, pudiese ser principalmente por la cercanía a cultivos.

Así mismo, la especie *Lasioglossum sisymbrii* Cockerell (Halictidae), apareció en los cuatro colores de los frascos trampa y en las cuatro estaciones del año, donde se expresó el color blanco y la estación del año primavera con mayor abundancia (108 y 79, respectivamente). Por último, la especie *Augochlora aurifera* Cockerell (Figura 34), apareció en los cuatro colores de los frascos trampa y en las cuatro estaciones del año, donde el color azul y la estación otoño registraron la mayor cantidad de individuos (25 y 37, respectivamente) (Tabla 16 y 17). Estos resultados pueden ser comparados con lo obtenido por Domínguez, *et.al.*, 2007, donde demostró que el color amarillo fue uno de los colores más atractivos para ambas especies *Lasioglossum sisymbrii* Cockerell y *Augochlora aurifera* Cockerell así mismo, se corrobora que estas especies de abejas están activas durante todo el año y los principales factores que determinan la riqueza de especies son la temperatura y la humedad relativa, dado que las abejas son organismos exotérmicos que presentan mayor actividad a mayor temperatura, pues estos acumulan calor gracias a la exposición de la radiación solar, lo que les permite llevar a cabo actividades como el vuelo (Heinrich, 1986). Sin embargo, se pudo observar actividad de abejas pertenecientes a los géneros *Lasioglossum*, *Augochlora*, *Anthophora*, *Megachile*, entre otras, durante el invierno puesto que, posiblemente esto se deba a las condiciones climáticas del sitio bajo estudio, donde la temperatura media anual ronda en los 23°C.

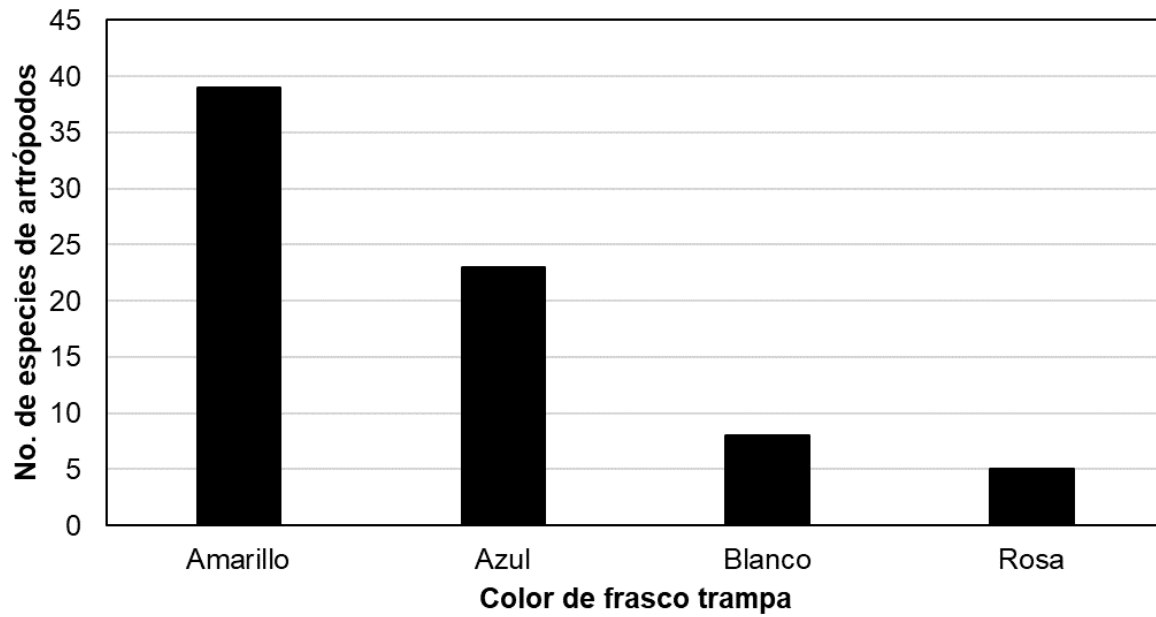


Figura 33. Número de especies capturadas por trampa de colores en centro de acopio Huertas, Montemorelos, N.L.

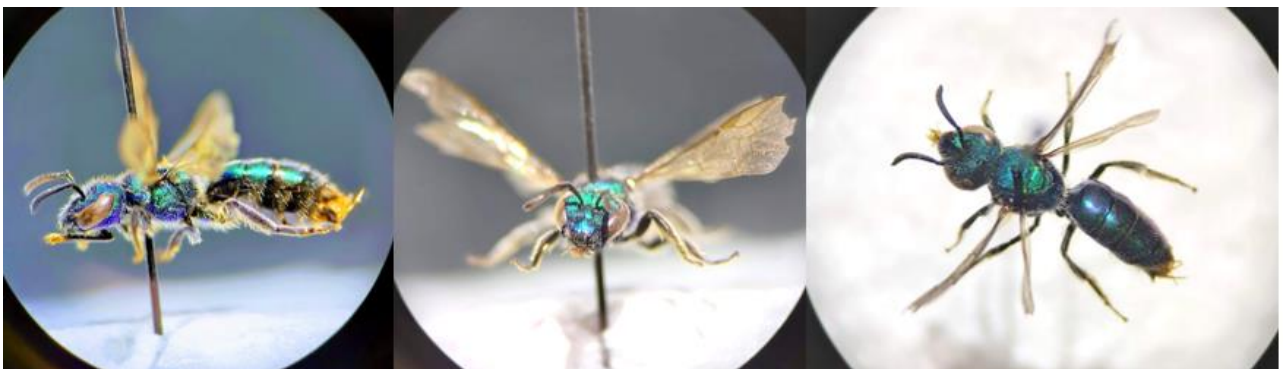


Figura 34. *Augochlora aurifera* Cockerell, capturada en el centro de acopio Huertas en Montemorelos, N.L.

Tabla 16. Número de individuos capturados por color de trampa en centro de acopio Huertas, Montemorelos, N.L.

Orden	Familia	Especie	No. de Individuos (Color de frasco trampa)				Total
			Amarillo	Azul	Blanco	Rosa	
Coleoptera	Buprestidae	<i>Acmaeodera haemorrhoea</i>		1			1
		<i>Acmaeodera neglecta</i>	1		1		2
		<i>Acmaeodera scalaris</i>		2	3		5
		<i>Acmaeodera opuntiae</i>				1	1
		<i>Acmaeodera tubulus</i>	4				4
		<i>Agrilus macer</i>	27	3			30
	Chrysomelidae	Chrysomelidae sp 1	3	1	1		5
		Chrysomelidae sp 2		1	1		2
		Chrysomelidae sp 3		1			1
		Chrysomelidae sp 4				1	1
		<i>Cassida</i> sp 1	1				1
		<i>Cassida</i> sp 2		1	1		2
		<i>Lema</i> sp		2		1	3
		<i>Epitrix</i> sp	1	1			2
		<i>Sumitrosis inaequalis</i>	1				1
		<i>Sumitrosis</i> sp	2	2			4
Curculionidae	Curculionidae sp		1			1	
Meloidae	<i>Epicauta</i> sp	42	127	105	11	285	
Mordellidae	<i>Mordella</i> sp	1	1	2		4	
Diptera	Asilidae	Asilidae sp			1		1
		<i>Archilestris magnificus</i>		2	1		3
	Culicidae	<i>Culex quiquefasciatus</i>	9	1	2	2	14
	Muscidae	Muscidae sp1		1		1	2
		Muscidae sp2		1			1
		<i>Hydrotaea</i> sp			1		1
	NI	NI	1				1
	Tachinidae	<i>Procena siberita</i>	8	1			9
<i>Tabanus</i> sp		1				1	
Tachinidae sp 3		2				2	
Hemiptera	Aphididae	<i>Aphis</i> sp	16		3		19
		<i>Uroleucon nigrotuberculatum</i>	10				10
	Barytidae	<i>Jalysus wickhami</i>	2				2
	Miridae	<i>Oncerometopus nigriclavus</i>	1				1
	Reduviidae	<i>Apiomerus spissipes</i>	1	1		1	3
		<i>Sinea spinipes</i>		1			1
	Rhopalidae	<i>Rhopalus maculatus</i>	1				1
Tingidae	<i>Corythaica carinata</i>				1	1	
Homoptera	Cicadellidae	<i>Allygidius</i> sp		1			1
		<i>Ceratagallia</i> sp			1		1
		<i>Osbornellus</i> sp	2	1	1		4
		<i>Prairiana</i> sp	2	2	1		5
	Membracidae	<i>Micrutalis parva</i>	6				6

Tabla 16. Número de individuos capturados por color de trampa en centro de acopio Huertas, Montemorelos, N.L. (Continuación)...

Orden	Familia	Especie	No. de Individuos (Color de frasco trampa)				Total
			Amarillo	Azul	Blanco	Rosa	
Hymenoptera	NI	NI	1				1
	Apidae	<i>Anthophora</i> sp		1	1		2
		<i>Apis mellifera</i>	2				2
		<i>Centris atripes</i>		4		1	5
		<i>Eucera</i> sp		23	16		39
		<i>Melissodes comptoides</i>		5	2		7
		<i>Melissodes illatus</i>	2				2
	Argidae	<i>Arge ochropus</i>	1				1
	Bethylidae	Bethylidae sp 1			1		1
	Braconidae	<i>Cotesia</i> sp		1			1
	Colletidae	<i>Colletes inaequalis</i>			1		1
	Formicidae	<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	1				1
		<i>Solenopsis xyloni</i>	1182	390	420	267	2259
	Halictidae	<i>Augochlora aurifera</i>	9	25	12	2	48
		<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	56	59	108	2	225
	Megachilidae	<i>Ashmeadiella opuntiae</i>	1	1			2
		<i>Megachile</i> sp 1		1	1		2
		<i>Megachile</i> sp 2		1	1		2
	Mutillidae	Mutillidae sp	1				1
	Pompilidae	<i>Hemipepsis ustulata</i>	1				1
	Sphecidae	<i>Ammophila</i>			1		1
	Vespidae	<i>Polistes exclamans</i>	2		1		3
		<i>Polistes fuscatus</i>			1		1
<i>Pachodynerus nasidens</i>					1	1	
Lepidoptera	Lepidoptera sp 1				1	1	
	Lepidoptera sp 2		1		1	2	
	Lepidoptera sp 3	1				1	
	Lepidoptera sp 4		1			1	
	Lepidoptera sp 5		1			1	
Orthoptera	Acrididae	<i>Trimerotropis</i> sp	2	3	3	7	15
Thysanoptera	Thripidae	Thripidae sp		1	1	1	3
Araneae		Araneae sp 1	1				1
		Araneae sp 2			1		1
		Araneae sp 3			5	1	6
		Araneae sp 15		1			1
Total de individuos			1408	675	701	303	3087
Total de especies			39	23	8	5	

Tabla 17. Número de individuos capturados por estación del año en centro de acopio Huertas, Montemorelos, N.L.

Orden	Familia	Especie	No. de Individuos (Estación del año)				Total
			Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Coleoptera	Buprestidae	<i>Acmaeodera haemorrhoea</i>			1		1
		<i>Acmaeodera neglecta</i>				2	2
		<i>Acmaeodera scalaris</i>			5		5
		<i>Acmaeodera opuntiae</i>	1				1
		<i>Acmaeodera tubulus</i>	4				4
		<i>Agrilus macer</i>	7	6	15	2	30
	Chrysomelidae	Chrysomelidae sp 1	5				5
		Chrysomelidae sp 2	1			1	2
		Chrysomelidae sp 3		1			1
		Chrysomelidae sp 4				1	1
		<i>Cassida</i> sp 1	1				1
		<i>Cassida</i> sp 2	2				2
		<i>Lema</i> sp	3				3
		<i>Epitrix</i> sp			2		2
		<i>Sumitrosis inaequalis</i>	1				1
<i>Sumitrosis</i> sp	1	1		2	4		
Curculionidae	Curculionidae sp	1				1	
Meloidae	<i>Epicauta</i> sp	11	151	123		285	
Mordellidae	<i>Mordella</i> sp	4				4	
Diptera	Asilidae	Asilidae sp			1		1
		<i>Archilestris magnificus</i>	2		1		3
	Culicidae	<i>Culex quiquefasciatus</i>	12	1		1	14
	Muscidae	Muscidae sp1	2				2
		Muscidae sp2		1			1
		<i>Hydrotaea</i> sp				1	1
	NI	Diptera sp 1		1			1
	Tachinidae	<i>Procena siberita</i>		1	8		9
		<i>Tabanus</i> sp	1				1
Tachinidae sp 3		2				2	
Hemiptera	Aphididae	<i>Aphis</i> sp	9	7	3		19
		<i>Uroleucon nigrotuberculatum</i>	10				10
	Barytidae	<i>Jalysus wickhami</i>	2				2
	Miridae	<i>Oncerometopus nigriclavus</i>			1		1
	Reduviidae	<i>Apiomerus spissipes</i>		1	2		3
		<i>Sinea spinipes</i>		1			1
	Rhopalidae	<i>Rhopalus maculatus</i>			1		1
Tingidae	<i>Corythaica carinata</i>		1			1	
Homoptera	Cicadellidae	<i>Allygidius</i> sp			1		1
		<i>Ceratagallia</i> sp	1				1
		<i>Osbornellus</i> sp	1	2	1		4
		<i>Prairiana</i> sp	2	1	2		5
	Membracidae	<i>Micrutalis parva</i>	2	3	1		6

Tabla 17. Número de individuos capturados por estación del año en centro de acopio Huertas, Montemorelos, N.L. (Continuación)...

Orden	Familia	Especie	No. de Individuos (Estación del año)				Total
			Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Hymenoptera	NI	NI		1			1
	Apidae	<i>Anthophora</i> sp				2	2
		<i>Apis mellifera</i>	1	1			2
		<i>Centris atripes</i>			5		5
		<i>Eucera</i> sp		15	24		39
		<i>Melissodes comptoides</i>		1	6		7
		<i>Melissodes illatus</i>			2		2
	Argidae	<i>Arge ochropus</i>			1		1
	Bethylidae	Bethylidae sp 1			1		1
	Braconidae	<i>Cotesia</i> sp	1				1
	Colletidae	<i>Colletes inaequalis</i>				1	1
	Formicidae	<i>Pseudomyrmex gracilis</i>		1			1
		<i>Solenopsis xyloni</i>	25	1945	289		2259
	Halictidae	<i>Augochlora aurifera</i>	1	7	37	3	48
		<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	79	46	45	55	225
	Megachilidae	<i>Ashmeadiella opuntiae</i>				2	2
		<i>Megachile</i> sp 1				2	2
		<i>Megachile</i> sp 2		2			2
	Mutillidae	Mutillidae sp			1		1
	Pompilidae	<i>Hemipepsis ustulata</i>	1				1
	Sphecidae	<i>Ammophila</i>		1			1
	Vespidae	<i>Polistes exclamans</i>		3			3
		<i>Polistes fuscatus</i>			1		1
<i>Pachodynerus nasidens</i>				1		1	
Lepidoptera		Lepidoptera sp 1		1		1	
		Lepidoptera sp 2		1	1	2	
		Lepidoptera sp 3	1			1	
		Lepidoptera sp 4		1		1	
		Lepidoptera sp 5			1	1	
Orthoptera	Acrididae	<i>Trimerotropis</i> sp	1	11	3	15	
Thysanoptera	Thripidae	Thripidae sp		2	1	3	
Araneae		Araneae sp 1	1			1	
		Araneae sp 2			1	1	
		Araneae sp 3	1	5		6	
		Araneae sp 15			1	1	
Total de individuos =			200	2223	589	75	3087
Total de especies =			35	17	16	7	

Se analizaron los datos a través de diversos índices, con el fin de determinar la diversidad en relación con los colores de los frascos trampa, en este caso el centro de acopio Huertas en Montemorelos, N.L., demostró una alta riqueza de especies únicas en el color amarillo (39) y por otro lado al color rosa con la menor cantidad de especies únicas (5).

En la tabla 18 se puede observar que, a través del Índice de Margalef, los frascos color amarillo registraron la mayor diversidad (5.24), en comparación con los frascos color blanco (2.89), los cuales registraron el menor valor de diversidad. Por otro lado, el análisis realizado a través del Índice de Shannon-Wiener, demostró que los frascos trampa de color azul expresaron una diversidad media con un valor de 2.45, en comparación con el color amarillo que obtuvo el valor mínimo de los cuatro colores (0.87) demostrando una diversidad casi nula de especies.

Así mismo, se compararon las estaciones del año con el fin de observar la diversidad entre estas, por lo que, el Índice de Margalef expresó una mayor diversidad durante la primavera (6.46), mientras que durante el invierno hubo menor diversidad (1.94). De acuerdo con el Índice de Shannon-Wiener, se indica un valor de 2 o más para determinar diversidad alta a un grupo de individuos, sin embargo, durante las cuatro estaciones del año se registró una diversidad media. Únicamente se observó un repunte durante la estación de otoño, la cual expresó la diversidad más alta con un valor de 2.53, en comparación con las demás estaciones del año (Tabla 19).

Tabla 18. Índices de Diversidad de los artrópodos capturados a través del método de frascos trampa de colores en el centro de acopio Huertas, Montemorelos N.L

Color de trampa	Abundancia (N)	Riqueza de sp (S)	Margalef (DMg)	Shannon (H')	Simpson (Ds)
Amarillo	1410	39	5.24	0.87	0.29
Azul	71	23	5.16	2.45	0.85
Blanco	13	8	2.73	1.95	0.87
Rosa	4	5	2.89	1.39	1.00

Tabla 19. Índices de Diversidad de los artrópodos capturados a través del método de frascos trampa durante las estaciones del año, en el centro de acopio Huertas, Montemorelos Linares N.L

Estación del año	Abundancia (N)	Riqueza de sp (S)	Margalef (DMg)	Shannon (H')	Simpson (Ds)
Primavera	193	35	6.46	2.41	0.806
Verano	36	17	4.46	2.25	0.824
Otoño	21	16	4.93	2.53	0.943
Invierno	22	7	1.94	2.05	0.537

Para conocer la similitud entre las especies capturadas a través del método de los frascos trampa de colores, se utilizó el Índice de Jaccard, el cual, muestra al color azul y blanco con el mayor porcentaje de similitud (35%), por lo tanto, se demuestra que ambos colores mantienen especies similares, sin embargo, se puede observar que las especies capturadas en las trampas de color amarillo y rosa mantienen un bajo porcentaje de similitud (12.50%) (Tabla 20).

De igual manera se analizó la similitud entre las estaciones del año, donde se pudo observar a la estación de verano y otoño, que comparten el mayor porcentaje de similitud de especies (32%) y a las estaciones de otoño e invierno, que comparten el menor porcentaje de similitud entre especies (7.14%) (Tabla 21).

Sin embargo, debido a que los resultados obtenidos son porcentajes menores a un 50%, se demuestra que las especies mantienen mayores disimilitudes entre estaciones del año y entre colores de frascos trampa.

Tabla 20. Índice de Similitud de Jaccard entre colores, de las especies capturadas a través del método de frascos trampa en el centro de acopio Huertas, en Montemorelos, N.L.

Color de trampa	Amarillo	Azul	Blanco	Rosa
Amarillo		26.23%	19.64%	12.50%
Azul	26.23%		35%	21.28%
Blanco	19.64%	35%		14.00%
Rosa	12.50%	21.28%	14.00%	

Tabla 21. Índice de Similitud de Jaccard entre estaciones del año, de las especies capturadas a través del método de frascos trampa en el centro de acopio Huertas en Montemorelos, N.L.

Estación del año	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Primavera		26.42%	18.97%	14.29%
Verano	26.42%		32%	12.50%
Otoño	18.97%	32%		7.14%
Invierno	14.29%	12.50%	7.14%	

8.5 Fenología reproductiva de *M. heyderi* y *E. poselgeri*

Con respecto a la actividad reproductiva de *Mammillaria heyderi* comprende mayormente estaciones del año invierno y primavera para lograr la floración, mientras que, prefiere la temporada de verano y otoño para lograr la fructificación. Analizando estudios relacionados durante los años 2017 y 2018, García (2020) demuestra que efectivamente la especie realiza los mismos patrones de reproducción, aunque el climograma de dichos años varía en comparación con el de 2020, es decir García (2020) registró los meses de mayor precipitación octubre y noviembre mientras que, el presente estudio registró como julio el mes de mayor precipitación, para el caso de las especies en Montemorelos, N.L.

Sin embargo, este suceso no afectó en la continuidad de la producción de estructuras reproductivas en las plantas, aunque se ha demostrado por González y Carvajal (2011) que la disponibilidad de agua en el hábitat y en la estructura de la planta favorece la producción de flores y frutos.

Así mismo se registró una superposición de todas o la mayoría de las fases fenológicas en un solo individuo lo cual se ha logrado observar en otras especies como *Ferocactus robustus* y *Mammillaria crucígera*, este patrón ocurrido puede ser una estrategia de las plantas para prevenir la competencia intraespecífica por

polinizadores al permanecer con flores y frutos durante temporadas prolongadas (González y Carvajal, 2011; Contreras, 2000; Rathcke y Lacey, 1985).

Por otro lado, debido a que *E. poselgeri* es una especie poco estudiada y se encuentra bajo un estatus de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010, hay poca información de su periodo reproductivo y por tanto, de los insectos asociados a las flores. Sin embargo, analizando especies del mismo género, Navarro (2001) demuestran que las especies como *Echinocereus pulchellus* permanece en estado vegetativo durante todo el año y sólo algunos individuos, comienzan con la etapa de floración en los meses de marzo a junio y fructificación de mayo a julio, lo cual sucede de igual manera con *E. poselgeri*. Durante la fase de fructificación, la cual fue posible observar en los individuos ubicados en Montemorelos, fue la conclusión del registro debido a que la fauna silvestre consumió los frutos maduros, como también sucede en *E. platyacanthus* la cual constituye una buena fuente de alimento en los desiertos para pequeños animales como roedores y aves (Briones *et al.*, 2013).

8.6 Insectos Asociados a las Flores de *M. heyderi* y *E. poselgeri*

Los diversos artrópodos son agentes que se encargan de lograr la polinización de múltiples plantas, en este caso, se ha demostrado que los patrones de floración y fructificación dependen plenamente de la actividad de los insectos polinizadores, así como de los depredadores, los dispersores de semillas y los competidores. Sin embargo, los patrones de fructificación y floración dependen también de factores físicos como puede ser la temperatura o la disponibilidad de agua (Forrest y Miller, 2010; Wang *et al.*, 2016). La especie columnar, *Stenocereus thurberi* ha sido estudiada y se ha comprobado que produce menor cantidad de estructuras reproductivas por causa de factores como la competencia por luz, ya que hay plantas más ramificadas en espacios abiertos del bosque caducifolio, por lo que se asocia con arbustos nodriza o con piedras en matorrales abiertos (Salomón *et al.*, 2016).

Es por ello que, *E poselgeri* probablemente requiera de una planta nodriza para cubrir sus requerimientos ecológicos y reproducirse exitosamente, debido a que es una especie que normalmente se encuentra asociada con otras plantas del matorral y en la mayoría de las ocasiones crece como enredadera, sin embargo, su floración es bastante llamativa y grande, quizá la producción de flor de esta especie sea el mejor para captar la atención de los polinizadores y de esta forma tener mejor éxito reproductivo.

La predominancia de himenopteros en las plantas, se debe principalmente a sus comportamientos sociales que provocan que uno o varios individuos de la misma especie frecuenten las flores, además de su evolución que han sobrellevado a lo largo de los años en la interacción insecto-planta según lo propone Sanjuan *et al.*, 2021, donde se encontró la incidencia de hormigas pertenecientes a la familia Formicidae consumiendo los frutos de garambullo, lo cual concuerda con el estudio presente, ya que se logró observar a la hormiga *Atta mexicana* siendo un defoliador, consumiendo botones florales de *M. heyderi*. Esta cumple un papel importante dentro de los procesos ecológicos del suelo, más allá de sólo defoliar hojas del bosque, la hormiga arriera, enriquece y remueve el suelo favoreciendo sitios ideales para la germinación de diversas plantas, (Hanson, 2016).

Corroborando en algunos estudios similares, Lara y Marquez, 2009, observaron a hormigas del género *Atta* cortando estructuras florales de diversas especies de cactáceas como *Opuntia ficus indica*, así mismo, se demuestra en este estudio que la hormiga realiza la misma actividad sobre la cactácea *M. heyderi*, donde defolia estructuras florales para llevarlas a su hormiguero y así utilizarlo como una capa de recubrimiento para hongos simbióticos.

En otros estudios, Sánchez 2010 y Sánchez 2019 han observado a *Solenopsis xyloni* llevando a cabo actividades mutualistas con especies de cactáceas como *Ferocactus wislizenii*, donde actúa protegiendo a las flores de la cactácea de otros artrópodos florívoros, a cambio de obtener néctar de las flores, pudiese suceder esta misma actividad con *M. heyderi* ya que se observó a esta hormiga realizando

actividad de percha en las estructuras florales, sin embargo, no se puede asegurar dicha actividad mutualista.

Ancistrocerus es un género que se encuentra dentro de la subfamilia *Eumeninae*, son avispas alfareras y solitarias, sus nidos pueden ser en el suelo, en cavidades de ramas pequeñas u otras en lodo o arcilla (Johnson y Triplehorn, 2005), algunas avispas de esta subfamilia son mayormente depredadoras como lo menciona Cancin 1992, con el género *Polistes*, el cual ataca principalmente a lepidópteros para alimentar a sus crías. Mismo suceso que se observó en este estudio, donde la avispa del género *Ancistrocerus* estuvo realizando actividad de depredación en la cactácea *M heyderi*.

Una de las familias con mayor importancia dentro de los insectos polinizadores es Apidae, la cual, incluye algunos de los géneros más reconocidos en América del Norte, contiene la mayoría de las abejas utilizadas en la producción de cultivos comerciales. Esta caracterizada por tener insectos con pelos esponjosos y un transporte bastante veloz de una flor a otra. Su apariencia puede ser variada en tamaño forma y color (Wilson y Carril, 2015). Uno de los géneros de la familia Apidae, encontrados durante la floración de *M heyderi* fue *Ceratina*, esta abeja estuvo realizando actividad de percha y debido a su tamaño fue difícil identificar si transportaba cargas de polen, sin embargo, se ha demostrado en otros estudios, como lo menciona Maqueda y Callejas 2018, que abejas del género *Ceratina* son himenópteros importantes ya que visitan las estructuras florales como las de la cactácea *Myrtillocactus geometrizans* con frecuencia, donde llevan cargas importantes de polen y también utilizan las flores como sitios de apareamiento, por ende, muy probablemente las abejas de este género avistadas en este estudio, fungieron como polinizadores de *M heyderi*.

Otra familia de importancia registrada en este estudio fue Megachilidae, la cual, está compuesta por abejas con rayas y manchas en forma de cebrá, varios miembros tienen mandíbulas grandes con dientes resistentes para masticar hojas, rocas o roer madera. (Wilson y Carril, 2015). Uno de los géneros de esta familia (*Hoplitis*), fue observado durante la floración de *M heyderi*, realizando actividad de forrajeo, en

otros estudios similares, se ha demostrado que, especies de esta familia fungen como polinizadores, De Viana, *et. al.*, 2001 comprueba en su experimento con cactáceas columnares como *Trichocereus pasacana*, la cual produce flores blancas igual que *M. heyderi*, atrae especies de la familia Megachilidae del género *Osmia*. Así mismo, se ha logrado observar a especies de la misma familia, como lo menciona Martínez y Mandujano 2012, realizando actividad de polinización en las flores de la cactácea *Ariocarpus Scheidweiler*, ya que la abeja entra en las flores haciendo contacto con los órganos reproductores, promoviendo la reproducción. Por lo tanto, en este estudio se demuestra que las abejas del género *Hoplitis* fungen como polinizadores de *Mammillaria heyderi*.

Se registraron insectos de la familia Rhopalidae, la cual corresponde a chinches de colores claros sin olor, se encuentran en malezas y algunas especies son arbóreas, suelen alimentarse de plantas (Johnson y Triplehorn, 2005). Dicho lo anterior en este estudio se logró observar a una especie del género *Stictopleurus*, realizando percha durante la floración de *M heyderi*. Dávila 2015, tiene registros de hemípteros de este mismo género, en plantas arbustivas como *Pentacalia* (Asterácea) realizando actividad de polinización, por lo que se puede decir que esta especie de Rhopalidae, estuvo descansando en flores de la cactácea pero posiblemente no funge alguna actividad como polinizador o depredación en la cactácea.

Buprestidae, es una de las familias de escarabajos registradas con importancia realizando diversas actividades asociadas a las flores de *M. heyderi* y de *E. poselgeri*. Se compone por escarabajos cautelosos y activos que generalmente se pueden observar en los troncos de árboles, follaje o flores a la luz del día. Según Hanson, 2016; Eaton y Kaufman, 2007, algunas especies se alimentan del follaje de sus plantas hospedantes, mientras que otras especies visitan flores para alimentarse del polen y néctar, muchos adultos es posible encontrarlos en los meses más cálidos, en las flores del desierto y chaparral, sin embargo, el avistamiento de esta especie fue durante la primavera, donde las temperaturas rondan entre los 20°C y 25°C, en la literatura, se ha mencionado que el cambio en las condiciones ambientales afecta los visitantes florales, como lo menciona Hernández 2022 que,

al acrecentar la humedad, la altitud y la perturbación, la abundancia de este género aumenta, en cambio, en este estudio no sucedió de esa manera, ya que tanto en los insectos asociados a las flores de las cactáceas, como los insectos capturados en los frascos trampa, registraron abundancia de individuos durante diferentes estaciones del año. Por otro lado, Ochoa *et.al.* 2019, demuestra que la presencia de los escarabajos de esta especie, esta mayormente relacionada a la aparición de flores en sistemas sin estrato arbóreo, debido a que se alimentan de polen y pétalos de las flores, suceso que se puede comprobar en este estudio ya que, los insectos avistados a lo largo de los muestreos fueron durante la floración de ambas cactáceas *M. heyderi* y *E. poselgeri*.

Una de las características de las moscas que pertenecen a la familia Bombyliidae, es que mantienen vuelos con gran rapidez, su morfología les permite tener una apariencia de abejas, cuando se encuentran en reposo mantienen las alas extendidas (Johnson y Triplehorn, 2005). Dentro de este estudio se registró avistamiento de moscas del género *Anthrax*, el cual estuvo realizando actividad de forrajeo, sin embargo, revisando la literatura Ávalos 2007, menciona que las especies de este género tienen comportamientos variados, donde las moscas mantienen vuelos sobre los colectores debido a que son insectos “curiosos” y por ende son capturados, no obstante esta especie de mosca no fue captura a través de los frascos trampa de colores, por lo que nuestro estudio demuestra que esta especie tiene otro tipo de atrayentes. De igual manera, en estudios más recientes se ha analizado a mas especies de este género, como Beltrán 2019, donde menciona que, durante las etapas larvales de especies de este género, fungen como ectoparásitos para otras especies de ordenes como, Coleoptera, Lepidóptera, Hymenoptera, entre otros, pero en su fase adulta se alimentan de polen, néctar y fungen como polinizadores. Es por lo que, la mosca *Anthrax irroratus*, debido a su morfología bastante parecida a una abeja, pudo fungir como un polinizador de la cactácea *M. heyderi*.

Así mismo, se registró a la especie *Meteorus pulchricornis* (Braconidae), realizando actividad de forrajeo durante la floración de *M. heyderi*, la cual ha sido bastante estudiada y analizada en el ámbito de la biología genómica y la agricultura, debido a que es una especie endoparásita, esta avispa suele parasitar diversas especies de lepidópteros, por ende, se utiliza como mecanismo de defensa ante plagas de polillas en cultivos forrajeros, de igual manera su composición química y fisiológica le permiten tener la capacidad de soportar diversos insecticidas y actúa junto con ellos como control biológico ante plagas (Xing *et al.*, 2021). Algunos estudios como lo menciona Rodríguez *et. al.*, 2022, ha demostrado que el mayor atrayente para este insecto es el color amarillo, sin embargo, no coincide con los datos obtenidos en este estudio, ya que se le observó en flores de *M. heyderi* las cuales son color blanco.

Las cactáceas no sólo representan gran importancia alimenticia para los artrópodos, mamíferos o aves, sino que también son de suma importancia, debido a que ofrecen un microhábitat favorable, por ende, es posible encontrar diversos artrópodos en las cactáceas bajo estudio (Martínez y Mandujano, 2011; Orendain *et al.*, 2016).

8.7 Diversidad de Insectos Asociados a las Trampas de Colores

La diversidad de insectos es un tema bastante amplio y complejo de estudiar, sin embargo, Ramírez (2008) encontró insectos de diversas familias como Halictidae, Megachilidae, Formicidae, Buprestidae, Apidae, entre otras, que estuvieron fungiendo diferentes actividades como percha, pecoreo, depredación, alimento y cortejo, etc., durante la floración de cinco especies bajo estudio, las cuales fueron: *Stenocactus multcostatus*, *Neolloydia conoidea*, *Thelocactus rinconensis* y *Opuntia engelmannii*, donde se registraron escarabajos del género *Acmaeodera* en la cactácea *Echinocereus stramineus*, lo cual coincide con lo expuesto en este estudio, probablemente este insecto del género *Acmaeodera* puede ser atraído principalmente por colores como azul, blanco y rosa, pero dicho suceso no puede ser asegurado.

La literatura con respecto al método de frascos trampa de colores es bastante escasa, existen estudios donde se utilizan otro tipo de capturas, como trampas Pitfall con embudo, Droz *et. al.*, 2020 demuestra en su estudio que estas trampas son efectivas para la captura de artrópodos epigeos del suelo, donde el orden Coleoptera predomina. Sin embargo, los frascos trampa de colores utilizados en este estudio, aunque fueron colocados en el suelo, no se hundieron para quedar al ras del suelo, no obstante, se demuestra que este método es eficaz para la captura de artrópodos de la mayoría de los órdenes, tanto voladores como aquellos que merodean en el suelo y también algunos arácnidos

En otros estudios realizados por Bravo *et. al.*, 2020, reporta que el uso de trampas pegantes de colores, son sumamente factibles en la captura de fitófagos y con respecto al color atrayente, menciona que cada especie es bastante selectiva, sin embargo, registró insectos de la familia Thripidae, los cuales fueron atraídos en su mayoría por el color blanco, mismo suceso que se demuestra en este estudio, ya que se pudo observar a esta familia en los frascos colores blanco, azul y rosa.

Así mismo, Arismendi *et. al.*, 2009 registró que, a través de trampas pegajosas, especies de la familia Cicallidae son atraídos principalmente por el color amarillo, dato que se puede demostrar en este estudio, ya que algunas especies encontradas de esta familia fueron atraídas principalmente por el color amarillo y azul.

Dentro de los grupos más abundantes encontrados en la asociación planta-insecto y mediante el método de frascos trampa de colores, se encontró que el grupo de los himenopteros y coleopteros son los que mantienen mayor incidencia dentro de los centros de acopio y del cuadrante bajo estudio, suceso que ocurre, según lo reportado por Maqueda y Callejas (2018) en otras especies de cactáceas como *Myrtillocactus geometrizans*, donde también aparecen otros ordenes como dípteros, hemípteros, coleópteros y lepidópteros.

Además de artrópodos de la familia Formicidae, también hubo presencia de las familias Vespidae, Apidae y Halictidae, esta última, con mayor abundancia. Se ha encontrado que dichas familias consumen frutos de cactáceas (Kevan *et al.* 2005; Santos *et al.*, 2007), por lo que probablemente, se deba a la dieta generalista

dependiente de la disponibilidad de los recursos en las zonas áridas de nuestro país, por otro lado, algunas especies se encuentran dentro del grupo de los depredadores, por lo tanto, es posible que las avispa aprovechen las estructuras reproductivas de las plantas, como lugares factibles donde se concentran otros artrópodos que podrían cazar y formar parte de su alimento (Sanjuan *et al.*, 2021).

En estudios bastante similares a este, realizado por Pérez 2021 se demuestra que, los insectos del orden Hymenoptera fueron registrados como el orden con mayor abundancia de individuos a través de método de frascos trampa de colores, donde especies como *Lasioglossum sisymbrii* expresa una de las mayores abundancias, así como la mayor atracción hacia los colores blanco y azul, mismo comportamiento de las abejas se registró en este estudio, corroborando que estos colores aunado al color rosa y amarillo son bastante atractivos para esta especie.

En general, los resultados de este análisis, muestra la importancia de las interacciones que ocurren entre los artrópodos y las plantas, en este caso las cactáceas, ya que, con base al conocimiento de la diversidad en ambos centros de acopio, se facilita el acceso a la investigación para distintos aspectos ecológicos que se implementan en las comunidades de las zonas áridas, como puede ser la estructura de las redes tróficas, las interacciones intra e interespecíficas, entre muchos más estudios. Así mismo, mantienen una gran importancia ecológica debido a las funciones que realizan los diversos artrópodos, como es: la polinización, depredación y parasitismo (Cardoso, 2020; Sánchez y Wyckhuys, 2019).

9. CONCLUSIÓN

En el presente estudio se determinó la fenología reproductiva de dos especies de cactáceas, *M. heyderi* y *E. poselgeri*. La primera, demostró patrones fenológicos similares en ambos sitios ubicados en Linares y Montemorelos, N.L., la aparición de flor ocurrió entre los meses de enero a marzo y la fructificación ocurrió durante el resto del año, hasta volver a comenzar con su ciclo fenológico. Así mismo, se observó en la cactácea *E. poselgeri* patrones fenológicos similares en ambos lugares, donde su producción de botón ocurrió en los meses de febrero a marzo y el fruto pudo ser observado en los meses de abril a junio.

Con respecto a los insectos asociados a las flores de las cactáceas, se encontraron actividades como: percha, forrajeo defoliación y depredación. Se registraron diversas familias, donde los principales visitantes que fungieron como polinizadores debido a su actividad de forrajeo, fueron insectos que corresponden a los órdenes Hymenoptera y Coleoptera. Ambas especies de cactáceas no comparten similitudes entre insectos asociados, esto posiblemente se deba a la diferencia tanto de estructura, como de color en las flores. Si embargo se observó a la especie *Acmaeodera neglecta* realizando forrajeo en ambas especies de cactáceas durante la primavera.

La especie *Lasioglossum sisymbrii*, fue observada durante el invierno realizando actividad de depredación, no obstante, durante la primavera fungió como polinizador ya que se le observó realizando actividad de forrajeo. Así mismo se registró el avistamiento de dos especies que corresponden a la familia Formicidae, donde la especie *Solenopsis xylony* fungió como polinizador, debido a que se le observó introducirse hacia el centro de las flores maduras de la cactácea *M. heyderi* durante el mes de enero, por otro lado, la especie *Atta mexicana* fungió como defoliador, ya que fue observada mientras consumía la mayoría de los botones de la cactácea *M. heyderi* durante el mes de febrero.

Analizando la diversidad de los artrópodos capturados a través del método de los frascos trampa de colores, se encontraron nueve ordenes de la clase Insecta y uno en la clase Arachnida, en ambos sitios en Linares y Montemorelos, N.L., la mayor abundancia de insectos se encontró en el orden Hymenoptera.

Analizando en laboratorio los taxones de los artrópodos capturados, se encontró que la familia de escarabajos Buprestidae y de abejas Apidae registraron la mayor cantidad de especies.

A través del método de frascos trampa, se encontró que, en los frascos de color rosa, existe mayor abundancia de artrópodos, esto debido a la alta presencia de la hormiga *Solenopsis Xyloni*, mientras que en las trampas de color amarillo se registró la mayor cantidad de especies únicas.

Por otro lado, las estaciones del año expresaron una mayor abundancia durante la primavera y verano, donde la especie del orden Díptera *Culex quiquefasciatus* apareció durante la primavera con la mayor abundancia, no obstante, la hormiga *Solenopsis Xyloni* tuvo una abundancia de individuos durante el verano, así mismo se observó a la especie de la familia Hictidae *Lasioglossum sisymbrii* con una abundancia mayor, durante la primavera.

Por otro lado, se pudo observar el mayor porcentaje de similitud de especies entre los colores blanco y azul y entre las estaciones de primavera y verano.

En cuanto al centro de acopio Huertas en Montemorelos, N.L. se encontró que las familias Buprestidae, Chrysomelidae y Apidae registraron la mayor cantidad de especies.

En las trampas de color amarillo se observó la mayor abundancia de artrópodos, esto debido a la alta presencia de la hormiga *Solenopsis Xyloni*, así mismo, en las trampas del mismo color se registró la mayor cantidad de especies únicas. Por otro lado, las estaciones del año expresaron una mayor abundancia durante el verano y el otoño, donde la especie del orden *Augochlora aurifera* apareció durante las cuatro estaciones del año con la mayor abundancia durante el otoño, así mismo se observó

a la especie de la familia Hlietidae *Lasioglossum sisymbrii* con una mayor abundancia durante la primavera.

Se pudo observar el mayor porcentaje de similitud de especies entre los colores blanco y azul y entre las estaciones de verano y otoño.

10. LITERATURA CITADA

- Adler P, Foottit R. (2009). Introduction. In: Foottit, R.; P. Adler, eds. Insect Biodiversity. Science and Society. UK: Blackwell Publishing Ltd. p. 1-6.
- Allen Wardell, G., Bernhardt, P., Bitner, R., Burquez, A., Buchmann, S., Cane, J., & Inouye, D. (1998). The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation biology*, 8-17.
- Arnett, R. H. 1985. American Insects, a handbook of the insects of America north of Mexico. Van Nostrand Reinhold Company. New York. 32-36 pp.
- Anderson, E. F. (2001). The Cactus Family. Timber Press, Portland (Oregon)
- Arnett, R. H. (1985). American Insects, a handbook of the insects of America north of Mexico. Van Nostrand Reinhold Company. New York. 32-36 pp.
- Arismendi, N., Carrillo, R., Andrade, N., Riegel, R., & Rojas, E. (2009). Evaluación del color y la posición de trampas en la captura de cicadélidos en *Gaultheria phillyreifolia* (Ericaceae) afectadas por fitoplasmas. *Neotropical Entomology*, 38, 754-761.
- Ávalos Hernández, O. (2007). Bombyliidae (Insecta: Diptera) de Quilamura en el área de reserva Sierra de Huautla, Morelos, México. *Acta zoológica mexicana*, 23(1), 139-169.
- Beltrán, F. Á. M. (2019). Registros de una mosca ectoparásita de escarabajos *Iberodorcadion Breuning* (Coleoptera: Cerambycidae) en la Península Ibérica: Anthrax virgo Egger, 1859 (Diptera: Bombyliidae). *Boletín de la SEA*, (65), 255-258.
- Bhattacharya S, B. P. 2016; 4:73-81. (2016). The southern house mosquito, *Culex quinquefasciatus*: profile of a smart vector. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4, 73–81

- Blum, W., D. Lange, M. Rischer, and J. Rutow. (1998). *Echinocereus*, Monographie. Aachen: Selbstverlag.
- Bravo H. y Sánchez H. (1978). Las cactáceas de México, Vol. I. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bravo P., R., Zela U., K., & Lima M., I. (2020). Eficiencia de trampas pegantes de colores en la captura de insectos de hortalizas de hoja. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 61-66.
- Briones, M., Medina, M., y Pérez, G. (2013). Estudios en zonas áridas de Oaxaca. CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca.
- Britton, N. L., y Rose, J. N. 1963. The Cactaceae: descriptions and illustrations of plants of the cactus family (Vol. 3). Courier Corporation.
- Buchmann, S. L. y G. P. Nabhan. (1996). The forgotten pollinators. Island, Washington, D.C. 292 p.
- Cancin, E. R. 1992. Himenópteros en localidades de Gómez Farías y Ocampo, Tamaulipas, México.
- Campos, S. M. P., Zapata, L. D., Wagner, L. S., Fernández, E. N., & Safenraiter, M. E. (2021). Contribución al estudio de la ecología y biología de *Epicauta atomaria* (Coleoptera: Meloidae), insecto asociado a cultivos agrícolas en América del Sur. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 47(3), 367-375.
- Cardoso, P., Barton, P. S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T. et al. (2020). Scientists' warning to humanity on insect extinctions. *Biological Conservation*, 242, 108426. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108426>
- CCA. (2005). El comercio ilegal de flora y fauna silvestres: Perspectiva de América del Norte. Canadá: Comisión de Cooperación Ecológica.
- CONABIO, (2012). Coordinación de Información y Servicios Externos, Semarnat. México.

- Contreras MC. (2000). Dinámica poblacional de *Mammillaria crucigera* (Cactaceae), una especie rara de la región Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Dafni, A. y C. O'Toole. (1994). Pollination syndromes in the Mediterranean: Generalisations and peculiarities. In Plant-animal interactions in Mediterranean-type ecosystems, M. Arianoutsou y R. H. Groves (eds.). Kluwer Academic, Dordrecht, Netherlands. p. 125-135.
- Daily, C. (1997). Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Island, Washington, D.C. 392 p.
- David, M. R., Ribeiro, G. S., & Freitas, R. M. de. (2012). Bionomics of *Culex quinquefasciatus* within urban areas of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. *Revista de Saúde Pública*, 46, 858–865.
- Dávila Játiva, M. M. (2015). Comunidades de potenciales polinizadores asociados a dos especies simpátricas de *Pentecalia* (Asterácea) en los páramos de Paluguillo y Papallacta (Bachelor's thesis, Quito: USFQ, 2015).
- Denisse, S. (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- De Viana, M. L., Ortega Baes, P., Saravia, M., Badano, E. I., y Schlumpberger, B. (2001). Biología floral y polinizadores de *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) en el Parque Nacional Los Cardones, Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 49(1), 279-285.
- Dias, B. S. F., Rawy V.L. Imperatriz-Fonseca (1999). International pollinators initiative: The Sao Paulo declaration of pollinators. Report on the recommendations of the workshop on the conservation and sustainable use of pollinators in agriculture with emphasis on bee. Brazilian Ministry of the Environment, Brasilia. 79 p.

- Domínguez, Á., A., Zenón, S., y Ayala, B., R. (2007). Estructura y fenología de la comunidad de abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea). *Divers Hábitats Ecol Comunidades*, 2, 421-432.
- Droz, M. R., Diaz, B. M., Ramos, J. A., Benitez, P. D., & Zapata, L. M. (2020). Trampa pitfall con embudo y data logger para estudios de biodiversidad de artrópodos de suelo. In *XII Congreso de Agrolinformática (CAI 2020)-JAIIO 49* (Modalidad virtual).
- Enciso, L. A. (2001). Biodiversidad: mafias impunes. México: La Jornada. Septiembre 17, 2001.
- Flora of North America Editorial Committee. (2004). *Flora of North America: North of Mexico; Volume 4: Magnoliophyta: Caryophyllidae, Part 1* (Vol. 4). Oxford University Press, USA.
- Forrest, J. and Miller, A. (2010). Toward a synthetic understanding of the role of phenology in ecology and evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365(1555): 3101-3112.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.
- García, G. (2020). Fenología reproductiva de seis especies de cactáceas en Montemorelos, Nuevo León, México (Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Godínez, H. O., T. Valverde., P. Ortega B. (2003). Demographic trends in the Cactaceae. *Botanical Review* 69: 173-203.
- Goettsch B., Hilton Taylor C., Cruz Piñón G., Duffy J. P., Frances A., Hernández H.M., (2015). High proportion of cactus species threatened with extinction. *Nature plants* 1: 15142.

- González, M., y Carvajal, M. (2011). Fenología reproductiva de *Ferocactus robustus* en San Mateo Tlaíxpan, Tecamachalco, Puebla, México.
- Hanson, P. E. (2016). *Insects and other arthropods of tropical America*. Cornell University Press.
- Heinrich, B. 1986. Thermoregulation and flight activity of a satyrine, *Coenonympha inornata* (Lepidoptera: Satyridae). *Ecology*, 67: 593-597
- Hernández Montoya, O. R. (2022). Dinámica de la comunidad de insectos visitantes florales asociados a dos poblaciones de *Echinocactus platyacanthus* Link Y Otto (cactaceae) (Master's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).
- INEGI. (2013). Carta de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250000. Comisión de Estudios del Territorio Nacional.
- Interpol. (2008). *Environmental crime: Wildlife*. Lyon, France. International Police. <http://www.interpol.int/Public/EnvironmentalCrime/Wildlife/Default.asp>.
- Johnson, N. F., & Triplehorn, C. A. (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects* (7.^a ed.). Thomson Brooks/Cole.
- Karesh William, B., R. A., Cook. El Bennett, J Newcomb. (2005). Wildlife trade and global disease emergence. *Emerging Infectious Diseases*; Jul 2005, Vol. 11 Issue 7
- Kevan, G., Buchmann, L. y MacKenzie, E. (2005). Frugivory by bumble bees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus*). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 78, 80–81.
- Lara Zúniga, E. A., y Marquez Lanuza, W. R. (2009). Dinámica de arvenses y entomofauna asociada bajo diferentes niveles de compost en nopal (*Opuntia ficus indica* L.), Diriamba, Carazo, 2008 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

- Ligña Cachago, E. J. (2018). Abundancia y comportamiento alimenticio de *Culex quinquefasciatus* Say 1823 (Diptera culicidae) en la costa norte de Ecuador (Master's thesis, Quito).
- Mandujano, M. C., Carrillo, A., Martínez, P., Golubov, J. (2010). Reproductive biology of Cactaceae. *In*: Ramawat KG, ed. Desert Plants: Biology and Biotechnology, Berlin: Springer-Verlag, 197-230. DOI: 10.1007/978-3-642-02550-1_10.
- Maqueda, E. y Callejas, A. (2018). Riqueza y composición de artrópodos asociados a las flores de *Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console, 1897 en Huichapan, Hidalgo. *Entomología Mexicana*, 5, 267–273.
- Margalef, D. R. (1958). Information Theory in Ecology. *General Systematics*, 3: 36-71.
- Márquez, G. J., Collazo Martínez, O. M., Orozco, G. M., y S. S. Vázquez. (2013). *Biología de las Angiospermas*. Universidad Nacional Autónoma de México. 622 pp.
- Martínez, P., Mandujano, M. C. (2011). Reproductive ecology of the endangered living rock cactus, *Ariocarpus fissuratus* (Cactaceae). *The Journal of the Torrey Botanical Society* 138:145-155. DOI: 10.3159/TORREY-D-10-00010.1
- Martínez P., Mandujano M. C. (2012). Biología de la polinización y fenología reproductiva del género *Ariocarpus Scheidweiler* (Cactaceae). 57(4):114-127
- Navarro Carvajal M de C., (2001). Aspectos demográficos de *Echinocereus pulchellus* var. *pulchellus* (Cactaceae) en el municipio de Chignahuapan, Puebla. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Escuela de Biología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. R122. México D. F.
- Ochoa G., D., Fernández, J. A., Jiménez H., V. S., Camargo S., Á. A., Hernández C., J., y Espinoza P., J. R. (2019). Diversidad de Coleoptera (Insecta) en dos comunidades vegetales del rancho Teseachi, Chihuahua, México. *Acta zoológica mexicana*, 35.

- Orendain, J., Navarrete, A., Herrera, M. C., Zavala, J. A. y Monserrat, J. (2016). Artrópodos asociados a calehuales de *Lemaireocereus hollianus* (FAC Weber ex JM Coult.) Britton and Rose (Cactaceae) del Valle de Zapotitlán. Puebla. *Entomología Mexicana*, 3, 570–575.
- Ortega, B. P. y Godínez, A., (2006). Global diversity and conservation priorities in the Cactaceae. *Biodiver. Conserv.* 15: 817-827.
- Ortega, B. P., S. Sühling, J. Sajama, E. Sotola, M. Alonso, Pedano, S. Bravo y H. Godínez, Alvarez. (2010). Diversity and conservation in the cactus family. In: Ramawat, K. G. (ed.) *Desert Plants: 157-173*. Springer, Berlin-Heidelberg.
- Pérez Silva, E. R. (2021). Evaluación de la Fenología Reproductiva y Polinizadores de *Lophophora williamsii* (Lem. ex Salm-Dyck) JM Coult y *Thelocactus bicolor* (Galeotti ex Pfeiff.) Britton & Rose en Nuevo León y San Luis Potosí, México (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Pimienta, B., y del Castillo R. F. (2002) Reproductive biology. En: Nobel P.S. (ed.) *Cacti: biology and uses*. University of California Press, Los Angeles, USA: 163-183.
- Ramírez, F, L. (2008). La Floración de cinco especies de cactáceas y sus insectos asociados en el área natural protegida “Sierra Corral de los Bandidos”, municipio de García, Nuevo León. (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Ramírez, F, L. (2012). Abejas nativas (hymenoptera: apoidea: anthophila asociadas a la vegetación del Estado de Nuevo León, México (Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Rathcke B y Lacey E. (1985). Phenological patterns of terrestrial plants. *Ann Rev Ecol Syst* 16:179-214.
- Ríos, C., L., Valiente B., A., y R. G., V. (2004). Las hormigas del Valle de Tehuacán (Hymenoptera: Formicidae): una comparación con otras zonas áridas de México. *Acta zoológica mexicana*, 20(1), 37-54.

- Rodríguez, J. C., Flores-Dávila, M., Coronado-Blanco, J. M., & Aguirre-Uribe, L. A. (2022). Diversidad de Bracónidos¹ en San Francisco de Los Romo, Aguascalientes, México. *Southwestern Entomologist*, 47(1), 137-146.
- Rojas, P. y C. Fragoso. 2000. Composition, diversity, and distribution of Chihuahuan Desert ant community (Mapimí, México). *J. Arid Environ.* 44:213-227.
- Salomón, B., Reyes, Á., y Sánchez, H. (2016). Fenología reproductiva de *Stenocereus thurberi* (Cactaceae) en una región de transición del norte de Sinaloa, México. *Gayana. Botánica*, 73(2), 381-390.
- Sánchez, D., Arias, S., & Terrazas, T. (2013). Análisis morfométrico de las especies de *Echinocereus* sección *Triglochidiati* (Cactaceae) en México. *Brittonia*, 65(3), 368-385.
- Sánchez, D., Arias, S., y Terrazas, T. (2014). Phylogenetic Relationships in *Echinocereus* (Cactaceae, Cactoideae). *Systematic Botany*, 39(4), 1183–1196.
- Sánchez, F. y Wyckhuys, G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Sánchez, S., Gissel. (2010). Biología de la polinización, orientación e inclinación de tallos de una población de *Ferocactus wislizeni* (Engelm) Britt & Rose.
- Sanjuan, G., Mejía, D. M., y Moreno, C. E. (2021). Ensamblajes de artrópodos asociados a los frutos de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) en dos localidades del valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92, 923487.
- Santos, M., da Cruz, D., Bichara, C., Marques, M. y Aguiar, L. (2007). Utilização de frutos de cactos (Cactaceae) como recurso alimentar por vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em uma área de caatinga (Ipirá, Bahia,

Brasil). Revista Brasileira de Zoologia, 24, 1052–1056.
<https://doi.org/10.1590/s0101-81752007000400023>

Shannon, C., y W. Weaver. (1949). The Mathematical Theory of Communication. University Illinois Press, Urbana, IL

Sierra, C. L. J. (2011). Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. <http://www.revista.unam.mx/vol.12/num1/art04/index.html>

Taylor, N.P. (1985): “The Genus Echinocereus”, A Kew Magazine Monograph: 64. Collingridge Books

Uttah, E., Dr. Wokem, G., & Okonofua, C. (2013). The Abundance and Biting Patterns of *Culex quinquefasciatus* Say (Culicidae) in the Coastal Region of Nigeria. ISRN Zoology (Vol. 2013).

Wang, C., Y., Tang y J. CHEN. (2016). Plant phenological synchrony increases under rapid within-spring warming. Scientific Reports 6: 25460.

White R. E. (1983), Beetles, Peterson Field Guides. U.S.A. 32 pp.

Whitford, W.G. 1978. Structure and seasonal activity of Chihuahuan Desert ant communities. Insectes Sociaux 25:79-88.

Xing, X., Yan, M., Pang, H., Wu, F. A., Wang, J., & Sheng, S. (2021). Cytochrome P450s Are Essential for Insecticide Tolerance in the Endoparasitoid Wasp *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae). *Insects*, 12(7), 651.