

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



Evaluación de la Fenología Reproductiva y Polinizadores de *Lophophora williamsii*
(Lem. ex Salm-Dyck) J.M. Coult y *Thelocactus bicolor* (Galeotti ex Pfeiff.) Britton &
Rose en Nuevo León y San Luis Potosí, México

PRESENTADA POR:

Ing. Erick Raymundo Pérez Silva

Cómo requisito parcial para obtener el grado de
Maestría en Ciencias Forestales

Linares, Nuevo León, México

septiembre del 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Evaluación de la Fenología Reproductiva y Polinizadores de *Lophophora williamsii*
(Lem. ex Salm-Dyck) J.M. Coult y *Thelocactus bicolor* (Galeotti ex Pfeiff.) Britton &
Rose en Nuevo León y San Luis Potosí, México

PRESENTADA POR:

Ing. Erick Raymundo Pérez Silva

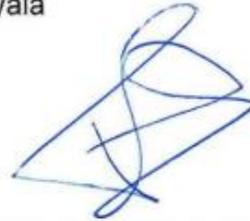
COMITÉ DE TESIS



Dr. César Martín Cantú Ayala
Director



Dr. José Isidro Uvalle Saucedá
Codirector



Dr. Fernando González Saldívar
Asesor



Dr. Edmar Meléndez Jaramillo
Asesor Externo

Linares, Nuevo León, México

septiembre del 2021

DEDICATORIA

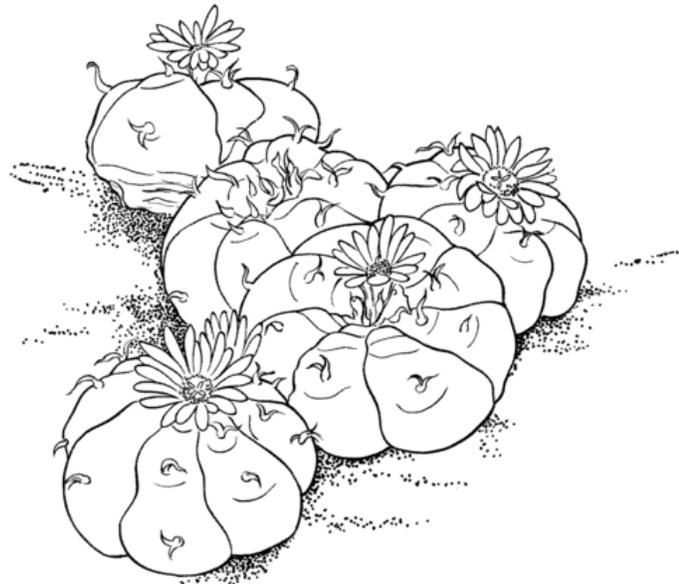
A mis padres Raymundo Pérez y Norma Silva

A mis hermanos Kevin y Jessica

A mis abuelos María y Gilberto; a toda la familia Silva Olvera

*A mis abuelos Cristina y Raymundo: a toda la familia Pérez
Martínez*

A todas las personas mencionadas les doy gracias y les dedico éste y cada uno de mis logros.



Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar mis estudios de maestría.

A mi director de tesis Dr. César Cantú igualmente a mis asesores Dr. José Uvalle, Dr. Fernando González por su apoyo y sus valiosas sugerencias en la elaboración de este trabajo y por darme una vez más la oportunidad de realizar esta investigación con ustedes.

A mi asesor externo Dr. Edmar Meléndez por sus sugerencias y ayuda en la corroboración de cada insecto identificado en esta investigación.

A la Facultad de Ciencias Forestales y a cada integrante que la conforma, gracias por abrirme sus puertas una vez más.

A los ingenieros Carlos García, Eliseo Rdz., Francisco Silva, por ayudarme en la toma de datos de esta investigación y por siempre estar para resolver cada duda que tenía.

A Cervando, Daniel, Emiliano y Aaron, estudiantes de la FCF, por contribuir en el montaje de los insectos.

A mis compañeros de maestría, Mario, Nallely, Emmanuel, Adrián, Blanca, Jesús, Martín, César, Cipriano por ser parte de esta etapa de posgrado.

A Adela García amiga y compañera de laboratorio que siempre me ha brindado su amistad y siempre está para cada momento.

A mi mejor amiga Karla García por su amistad, cariño y comprensión, por siempre alentarme a seguir haciendo las cosas mejor y apoyarme durante toda esta etapa.

A mis amigos Katia, Julia, Ale, Fernando, Manuel, Itzeel y Lesley por ser un ejemplo para seguir adelante en mi vida personal y profesional, muchas gracias.

Tabla de contenido

RESUMEN.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. HIPÓTESIS.....	3
4. OBJETIVOS.....	3
4.1. Objetivo general.....	3
4.2. Objetivos específicos.....	3
5. ANTECEDENTES.....	4
5.1. Fenología reproductiva.....	4
5.2. Diversidad de insectos.....	7
5.3. Interacción insecto – planta.....	9
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
6.1. Área de estudio.....	13
6.2. Características del área.....	14
6.2.1. Suelo.....	14
6.2.2. Vegetación.....	16
6.2.3. Clima.....	18
6.3. Descripción de las especies estudiadas.....	22
6.3.1. <i>Lophophora williamsii</i> (Lem. Ex Salm-Dyck) J.M. Coult.....	22
6.3.2. <i>Thelocactus bicolor</i> (Galeotti ex Pfeiff.) Britton & Rose.....	23
6.4. Metodología.....	24
6.4.1. Análisis de diversidad de artrópodos asociados a los frascos trampa de colores. 24	
6.4.2. Registro para la fenología reproductiva de <i>T. bicolor</i> y <i>L. williamsii</i>	26
6.4.3. Análisis de diversidad de artrópodos asociados a las flores de las cactáceas.....	26
6.5. Análisis de datos.....	27
7. RESULTADOS.....	28
7.1. Análisis de diversidad de artrópodos asociados a los frascos trampa de colores.....	28
7.1.1. Centro de acopio Charco Cercado.....	28
7.1.2. Centro de acopio La Negrita.....	35
7.2. Registro para la fenología reproductiva de <i>T. bicolor</i> y <i>L. williamsii</i>	43

7.2.1.	<i>Lophophora williamsii</i>	43
7.2.2.	<i>Thelocactus bicolor</i>	48
7.2.3.	Apertura y cierre de la flor de las dos especies estudiadas	55
7.3.	Análisis de diversidad de artrópodos asociados a las flores de las cactáceas	
	56	
7.3.1.	<i>Thelocactus bicolor</i>	56
7.3.2.	<i>Lophophora williamsii</i>	60
8.	DISCUSIÓN	64
9.	CONCLUSIONES	68
10.	LITERATURA CITADA	71

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la fenología reproductiva de dos especies de cactáceas, *Lophophora williamsii* y *Thelocactus bicolor*, éstas se encontraban en dos centros de acopio de plantas rescatadas, ubicados en Guadalcázar, S.L.P. y en el Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi ubicado en Linares, N.L. Se seleccionaron diez individuos de las dos especies y se evaluó la presencia de sus etapas fenológicas (flor inmadura, flor intermedia, flor madura, fruto inmaduro, fruto maduro, fruto en dispersión) mediante muestreos quincenales, esto se realizó en el año 2020. El presente estudio cubre tres objetivos principales: 1) Analizar la biodiversidad de artrópodos, para esto se utilizaron 100 frascos de plástico de diferentes colores (amarillo, azul, blanco y rosa), estos se ubicaron en centros de acopio de plantas rescatadas en Guadalcázar, S.L.P., se colocaron al inicio de cada estación del año (primeros cinco días). Los resultados muestran una mayor abundancia en los colores amarillo y azul. Se obtuvo un listado de 75 especies en el centro de acopio Charco Cercado y 54 especies en La Negrita pertenecientes a las clases Insecta y Arachnida; 2) registrar la fenología reproductiva de *Thelocactus bicolor* y *Lophophora williamsii*. Se observó que *L. williamsii* floreció en el mes de febrero en los sitios de S.L.P. y en Nuevo León se presentó hasta el mes de abril. Los individuos de *T. bicolor* iniciaron la floración en los meses de enero y febrero en los tres sitios de estudio. La etapa de flor madura solo se presentó en los centros de acopio de Guadalcázar, S.L.P.; 3) analizar la diversidad de artrópodos asociados a las flores de estas plantas, esto se realizó en Guadalcázar, S.L.P y Linares, N. L. De acuerdo con el índice de similitud de Jacard *T. bicolor* presento un 50% de similitud entre los individuos capturados en los sitios de Guadalcázar y para el caso de las flores de *L. williamsii* se presentó un 16.7% de similitud. La principal actividad de los artrópodos fue la de pecoreo, alimento (Hymenoptera) y percha (Coleoptera y Diptera).

ABSTRACT

The study consists on the reproductive phenology of two species of cacti, *Lophophora williamsii* and *Thelocactus bicolor*, these were in two collection centers for rescued plants, located in Guadalcázar, S.L.P. and in the Botanical Garden Efraím Hernández Xolocotzi located in Linares, N.L. Ten individuals of the two species were selected and the presence of their phenological stages (immature flower, intermediate flower, mature flower, immature fruit, mature fruit, dispersed fruit) was evaluated through biweekly samplings, this was carried out in 2020. This study covers three main objectives: 1) Analyze the biodiversity of arthropods, for these 100 plastic jars of different colors (yellow, blue, white and pink) were used, these were in collection centers of rescued plants in Guadalcázar, SLP, were placed at the beginning of each season of the year (first five days). The results show a higher abundance in yellow and blue colors. A list of 75 species was obtained in the Charco Cercado collection center and 54 species in La Negrita belonging to the classes Insecta and Arachnida; 2) record the reproductive phenology of *Thelocactus bicolor* and *Lophophora williamsii*. It was observed that *L. williamsii* bloomed in the month of February in the S.L.P. and in Nuevo León it was presented until April. The individuals of *T. bicolor* began flowering in the months of January and February in the three study sites. The mature flower stage was only presented in the collection centers of Guadalcázar, S.L.P.; 3) analyze the diversity of arthropods associated with the flowers of these plants, this was carried out in Guadalcázar, SLP and Linares, NL According to the index of similarity of Jacard *T. bicolor* presented a 50% similarity between the individuals captured in the Guadalcázar sites and for the case of *L. williamsii* flowers, a 16.7% similarity was presented. The main activity of the arthropods was that of pecoreo, food (Hymenoptera) and perch (Coleoptera and Diptera).

1. INTRODUCCIÓN

Las cactáceas son un grupo de especial interés para la conservación ya que una gran parte de las especies están amenazadas, principalmente por la pérdida y degradación del hábitat y la colecta ilegal. A nivel mundial se estima que existen 1,400 especies de cactáceas, de las cuales, México cuenta con 669 especies y 518 son endémicas de este país (SEMARNAT, 2016). México tiene 276 especies de cactáceas en estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 87 se encuentran en la categoría Amenazada (A), 32 En Peligro de Extinción (P) y 157 como Sujeta a Protección Especial (Pr) (Denisse, 2010).

En la república mexicana se reconocen dos zonas importantes cactológicamente hablando, el Desierto Chihuahuense y el Desierto Sonorense; sin embargo, las cactáceas no se restringen a estas áreas, sino que las podemos encontrar en una gran diversidad de hábitat. En los desiertos de Chihuahua y Sonora, así como en algunos valles de Hidalgo y Querétaro, se encuentra cerca del 60% de los géneros de México, de los cuales, el 25% son propios o exclusivos del país. En la región de Tehuacán-Cuicatlán, en Puebla y Oaxaca, existen al menos 81 especies de cactáceas, el 25% de las cuales son endémicas de la zona. San Luis Potosí posee una mayor diversidad, con un registro de 151 especies (SEMARNAT, 2016).

Arredondo (2010) menciona que las cactáceas han sido reconocidas como un grupo cuyas flores se encuentran fuertemente asociadas con la polinización por animales, como abejas, colibríes, lepidópteros y murciélagos.

Particularmente, la polinización se ha indicado como un proceso fundamental en el ciclo de vida de estas plantas, dado que muchas especies dependen de este mutualismo para su reproducción (Gorostiague, 2016).

Como ya se ha mencionado anteriormente la pérdida de cactáceas ha ido aumentando por consecuencia de la degradación de hábitat. Esto se relaciona con la pérdida de los insectos que están asociados a estas plantas, por causa de la deforestación de hábitat para el uso agrícola, los insectos se han estado viendo afectados por el uso de pesticidas (Kenna *et al.*, 2018). Con base a lo anterior se

trabajó con dos especies de cactáceas *Lophophora williamsii* (Lem. ex Salm-Dyck) J.M. Coult de la cual no se tiene información relacionada con su fenología reproductiva y polinizadores asociados, sin embargo, podemos encontrar información acerca de su distribución (Anaya y Rubio, 2010; García Naranjo Ortíz de la Huerta y Mandujano ,2010) etnobotánica y usos (Clavijo González, 2018; Elizondo y Silva, 2018), germinación y conservación (Terry y Trout, 2014; Mandujano *et al*, 2020) información jurídica (Ponce Piña, 2018).

De igual formase trabajó con *Thelocactus bicolor* (Galeotti ex Pfeiff.) Britton & Rose, para esta especie no se tiene información acerca de los polinizadores asociados a ella, en cambio, podemos encontrar información acerca de su fenología (García Leal, 2020), y germinación (Forestales y San Luis, 2007; Pérez, 2018).

2. JUSTIFICACIÓN

L. williamsii es una cactácea endémica de México (Terry, 2008). Crece bajo los matorrales del desierto, particularmente, matorrales espinosos, para protegerse de los depredadores, y sobre suelos calizos (Zimmerman, 2006). Esta cactácea se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr).

Para el caso de *Thelocactus bicolor* se le ha difundido por todo el mundo como planta ornamental. Esta especie no se encuentra en ninguna categoría según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Ambas especies se encuentran en centros de acopios, ubicados en Guadalcázar, San Luis Potosí, en estos centros se protegen diversas especies que fueron rescatadas, de la construcción de un gasoducto. Por otra parte, también se trabajará en el Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi, ubicado en el municipio de Linares, Nuevo León.

Este trabajo pretende aportar información sobre la fenología reproductiva de *Thelocactus bicolor* y *Lophophora williamsii* y su relación con los insectos polinizadores. Además, se busca registrar la diversidad de insectos para dos localidades ubicadas en diferentes estados de México (Linares, Nuevo León y Guadalcázar, San Luis Potosí).

3. HIPÓTESIS

La diversidad de artrópodos recolectados en los frascos trampa en los centros de acopio de plantas rescatadas, que se localizan en el Altiplano Mexicano varía con relación a los colores de las trampas.

La mayoría de las especies de artrópodos asociadas a las flores de las dos cactáceas son polinizadores.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar la diversidad de insectos registrados en frascos trampas de colores y analizar la fenología reproductiva e insectos asociados a *Thelocactus bicolor* y *Lophophora williamsii* en Guadalcázar, San Luis Potosí y Linares, Nuevo León.

4.2. Objetivos específicos

- Analizar la diversidad de artrópodos asociados a las trampas de colores, respecto a las cuatro estaciones del año.
- Registrar la fenología reproductiva de *T. bicolor* y *L. williamsii* a lo largo de un año.
- Analizar la diversidad de artrópodos asociados a las flores de las dos especies de cactáceas y determinar su función ecológica.

5. ANTECEDENTES

5.1. Fenología reproductiva

Petit (2001), estudió la fenología reproductiva de tres especies columnares de cactáceas (*Stenocereus griseus*, *Subpilocereus repandus* y *Pilosocereus lanuginosus*) en Curazao. Obtuvo como resultado que, de las especies estudiadas, puede verse afectada la formación de estructuras reproductivas por la precipitación, principalmente los botones florales. Además, se encontró que el disturbio humano afecta la fenología de tales plantas.

Novoa *et al.* (2005), realizaron un estudio sobre la fenología de *Neoraimondia arequipensis roseiflora* en Perú. Mencionan que estuvieron evaluando los estados fenológicos de 15 individuos una vez al mes durante un año (octubre del 2003 – Septiembre del 2004). Obtuvieron como resultados que entre los meses de noviembre y abril se presentó la etapa de floración y la fructificación desde mayo hasta octubre. Se presentaron ocho estadios fenológicos, los cuales fueron; botón floral (59.44%), fruto inmaduro (35.36%), botones abortados (32.78%), frutos maduros (27.78%), dispersión y floración total (6.77%), flor marchita (10%), frutos apareciendo (6.77%), estadio vegetativo (8.33%).

Ramírez (2008), menciona que las especies *Echinocereus stramineus*, *Neolloydia conoidea* *Opuntia engelmannii*, *Stenocactus multicostatus* y *Thelocactus rinconesis*, presentaron floración durante los meses de enero a junio y la antesis se registró principalmente entre las 9:00 a.m. y 4:30 p.m. los principales visitantes de flores fueron los insectos que corresponden a Hymenoptera y Coleoptera.

Walter (2010), trabajó con la subespecie *Echinopsis chiloensis* ssp. *chiloensis*, el objetivo de investigar su síndrome de polinización, visitantes, su frecuencia y comportamientos y su eficiencia de polinización, este estudio también pretendía observar tanto su inicio como su duración. Se realizó el estudio de exclusión de polinizadores de un total de 162 flores de 12 plantas en uno de los dos sitios de estudio. Se documentó la producción de frutos y semillas, así como la viabilidad de las semillas, para evaluar la eficiencia de los polinizadores. La antesis resultó ser

nocturna y diurna, su duración y comienzo fue inversamente proporcional a las temperaturas máximas del día. El experimento reveló que los gremios de polinizadores nocturnos y diurnos, y que la polinización nocturna era más eficiente. Sin embargo, la eficiencia de cada uno de los miembros de los tres gremios de polinizadores se vio limitados por diferentes razones como escasez, imprevisibilidad o comportamientos específicos de polinización.

Cruz y Pavón (2011), realizaron una investigación con *Isolatocereus dumortieri*, cuyo objetivo fue evaluar el cambio de patrones fenológicos en relación con la lluvia. Ellos regaron algunos individuos en la época más seca para simular eventos de fuertes lluvias, para comprobar la hipótesis de que la disponibilidad de agua durante la estación reproductiva tiene efecto negativo en la fructificación y un evento positivo en el crecimiento vegetativo. Se obtuvo que la mayor producción de estructuras reproductivas ocurrió en el año más seco (2009). El riego no tuvo un efecto significativo sobre el potencial osmótico o el crecimiento de los cactus. Sin embargo, la interacción del tiempo de riego tuvo un efecto negativo en el número de frutos inmaduros. Es decir, al final del experimento, las plantas que recibieron más agua mostraron una disminución en la cantidad de frutos. El crecimiento de las plantas durante el período lluvioso fue significativamente mayor que durante el período seco.

Salomón *et al.* (2016), realizaron una investigación con el como objetivo describir la dinámica reproductiva y la estructura de tamaños de tres poblaciones *Stenocereus thurberi* en una transición matorral – bosque caducifolio de 170 km de longitud. Para ello se monitorea cada 15 días 50 individuos de cada población, para los estados fenológicos se basaron en la escala de Campbell. Las poblaciones mostraron diferencias en la estructura de tamaños, con plantas más grandes en la costa que en las otras poblaciones. El calendario del periodo reproductivo se demoró 15-30 días y se prolongó por cuatro semanas más en la costa que en las otras poblaciones. Dichos autores mencionan que es posible que la baja producción de flores y frutos de pitaya en el bosque caducifolio sea consecuencia de altas tasas de aborto,

depredación de estructuras y competencia por luz, mientras la polinización es facilitada por coexistencia con otra especie columnar, *Stenocereus montanus*.

Salvatierra, (2020), realizaron un estudio sobre fenología reproductiva de *Eulychnia acida* Phil en tres localidades de la región: Quebrada Honda en la zona costera, Gualliguaica en el Valle del Elqui y La Coipa en el Valle del Limarí. Se monitorearon semanalmente un total de 120 tallos de 30 plantas seleccionadas de poblaciones silvestres y se evaluaron las etapas fenológicas durante una temporada. La presencia de fenofases reproductivas es asincrónica, comenzando a finales de otoño con la aparición de botones florales, que florecen principalmente en primavera. La floración tiene un patrón unimodal. La variable frutos por tallos está fuertemente correlacionada ($p < 0.05$) con la humedad relativa (negativo) y los grados día (positivo). Las ubicaciones muestran diferencias en la duración de los eventos fenológicos, que parecen estar relacionados con el tamaño de la planta y la abundancia de estructuras reproductivas. La sincronía de floración entre los individuos es baja en comparación con otros cactus; esto significa una menor superposición de los períodos de floración entre los individuos, lo que podría ser una estrategia para asegurar la visita y la polinización de los insectos.

Toledo *et al.* (2021), estudiaron la especie *Leptocereus scopulophilus* su objetivo principal consistió en caracterizar la fenología, comparar su comportamiento interanual con diferentes regímenes de precipitación y evaluar las relaciones entre las fenofases las y las variables ambientales. Para esta investigación se seleccionaron 50 individuos adultos y se registraron, mensualmente durante tres años, el número de botones, flores, frutos, así como el crecimiento vegetativo y los retrocesos de una rama seleccionada al azar. Se evaluaron mensualmente el porcentaje de iluminación, la temperatura, la humedad relativa y las precipitaciones. Los patrones de floración y fructificación resultaron unimodales con máximos desfasados en un mes. La floración coincidió con el final de la época seca y la fructificación ocurrió al inicio de la época lluviosa. El crecimiento vegetativo fue generalmente de forma aleatoria y simultáneo a la reproducción, mientras el

retroceso de las ramas sucedió durante la época lluviosa. La variable más correlacionada con las fenofases fue la iluminación.

5.2. Diversidad de insectos

Viana y Lourenço (2020), realizaron un monitoreo para evaluar la comunidad de abejas en el ecosistema de la sabana brasileña en el Parque Estatal Rio Preto, esto se llevó a cabo en el mes de octubre 2013 y marzo 2014, la investigación consistió en colocar trampas de colores (amarillo, azul y blanco) en senderos del parque. También caracterizaron el hábitat local de cada sendero para comparar la abundancia de abejas con la complejidad del hábitat. Se obtuvo como resultado un total de 187 abejas capturadas (n=15 especies), estas se encontraron principalmente en las trampas de color azul y blanco en el caso de la complejidad del hábitat, afectó el número de abejas muestreadas utilizando trampas de plato, y se recolectaron más abejas en sitios abiertos.

Shrestha *et al.* (2019), mencionan que, para monitorear y cuantificar los cambios en las comunidades de polinizadores a lo largo del tiempo, es importante contar con técnicas sólidas de estudio de las poblaciones de insectos. Las trampas de plato permiten la evaluación de la abundancia relativa de insectos en un medio ambiente y han sido promovidas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) como una metodología eficiente de recopilación de datos. Se ha propuesto que las trampas de plato fluorescentes son particularmente útiles, ya que se ha sugerido que capturan un gran número de insectos de forma no sesgada.

Ramírez *et al.* (2014), realizaron un estudio sobre las abejas nativas en el estado de Nuevo León, en el cual, para la captura de los insectos, se utilizaron frascos trampa y redes entomológicas. Se capturaron 73 especies únicamente en frascos trampa, 68 exclusivamente con la red entomológica y 48 coincidiendo en ambos métodos. En los frascos trampa se presentó una mayor abundancia y riqueza de especies; mientras que la mayor diversidad se observó con el método de la red entomológica. De los frascos trampa, el color amarillo capturó la mayor abundancia, riqueza y diversidad de abejas siendo la familia Halictidae la mejor representada.

Shrestha *et al.* (2019), trabajaron en una investigación donde utilizaron estas trampas con colores fluorescentes (fluorescente “UV” blanco, blanco y fluorescente “UV” amarillo) y no fluorescentes (verde, amarillo, fluorescente “UV” azul, azul, plato blanco sin pintura), este estudio se realizó en el campus Clayton de la Universidad de Monash en Melbourne, Australia. Los resultados que obtuvieron, particularmente los coleópteros y los lepidópteros (mariposas y polillas) fueron capturados con mucha más frecuencia con trampas fluorescentes, mientras que los dípteros (moscas) fueron capturados con mucha menos frecuencia con este tipo de trampa de plato. Los himenópteros (abejas y avispas) no mostraron diferencias significativas en su preferencia por trampas fluorescentes o no fluorescentes.

Harris *et al.* (2017), realizaron un estudio, donde compararon el color, el tamaño y la altura de colocación de la trampa de la bandeja para el muestreo de insectos en jardines de conservación. De las 14 combinaciones de color, tamaño y ubicación de la altura, los tazones amarillos (14.5 mm de diámetro, 8.5 mm de alto) colocados en el suelo capturaron el mayor número y diversidad de taxones de polinizadores e insectos benéficos. Durante el estudio, se recolectaron e identificaron 16 especies de abejas, siendo *Lasioglossum (Dialictus) imitatum* Smith y *Halictus ligatus* Say (Hymenoptera: Halictidae) las especies más abundantes recolectadas, principalmente en las trampas de plato amarillo a nivel del suelo.

Mena-Mociño *et al.* (s.f.) realizaron un listado de subfamilias de la familia Braconidae con platos trampa de color amarillo, azul, crema y verde, en el Área Natural Protegida “Cerro Punhuato”, Morelia, Michoacán. Se midió la reflectancia de cada color con un espectrofotómetro analítico de campo. Se capturaron 104 especies de 14 subfamilias. Los platos-trampa de color amarillo y verde capturaron la mayor cantidad de especies y la mayor diversidad de subfamilias. El nivel de reflectancia que tienen los platos-trampa verdes y amarillos son muy similares en los intervalos de 360 a 530 nm, lo que posiblemente indique que éste sea el intervalo de longitud de onda en que los braconidos respondan para ser atraídos por ambos colores.

Loyola y Pezo (2018), estudiaron la diversidad de insectos polinizadores (Diptera e Hymenoptera) utilizando la técnica de platos trampa, además estudiaron la

respuesta a factores bióticos y abióticos. Los resultados mostraron que la riqueza no respondió a ninguna de las variables, mientras que la abundancia estuvo relacionada de forma positiva y significativa a los recursos florales, seguido de la precipitación. Además, la ordenación mediante el NMDS concentró los muestreos en dos grupos, asociados a las estaciones: seca y lluviosa.

Abril y Guamán (2019) investigaron la correlación entre factores climáticos y la hora del día, con la presencia y riqueza diaria de insectos. Los insectos fueron colectados durante 8 meses utilizando platos de colores (Amarillo, azul y blanco), se utilizaron 10 estaciones de muestreo y estas fueron colocados a una distancia de 100 metros entre sí, a lo largo de un sendero de 1 km, cada estación contaba con 6 platos (dos de cada color), durante ese tiempo se registraron 5 variables ambientales y se analizó la abundancia y riqueza de 17 familias del orden Hymenoptera y 14 de Díptera con los factores climáticos usando un análisis de modelos lineales generalizados de efectos mixtos. Se determinó la semejanza y diferencia entre la abundancia de las familias según la hora del día. En relación con los insectos del orden Hymenoptera, se vieron influenciados de manera positiva por la temperatura y la radiación, los dípteros fueron afectados negativamente por la precipitación y el viento. La hora influyó en la abundancia de 8 familias de himenópteros y 9 familias de dípteros.

5.3. Interacción insecto – planta

Rocha Flores *et al.* (2017), realizaron un estudio donde determinaron especies de Hemíptera-Heteróptera asociadas a *Opuntia* spp. y *Nopalea* spp. en el desierto chihuahuense, abarcando seis estados de la República Mexicana. Se identificaron 10 familias de Heteróptera, entre las cuales se encuentran Miridae y Coreidae, en esta última se destaca el primer reporte de *Chelinidea vittiger aequoris* Uhler, 1963 para este ecosistema y Cimicidae y Reduviidae, que tienen importancia médico-veterinaria.

Viana *et al.* (2001), estudiaron la biología y los polinizadores de *Trichocereus pascanus* en un parque de Argentina y se observó que las flores de este cactus fueron visitadas por dos especies de abejas pertenecientes a los géneros *Xylocopa*

y *Osmia*; presentando su actividad ambas abejas durante la mañana, donde las primeras visitas se registraron a partir de las 9:00 a.m. y continuaron hasta aproximadamente las 12:00 p.m., no se obtuvieron resultados en el horario control de la tarde, lo cual atribuyeron al viento que superó los 50 km /h.

Maqueda-Díaz y Callejas-Chavero (2018), realizaron un estudio donde describen la riqueza y composición de artrópodos que visitan las flores de *Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console, 1987 en Huichapan, Hidalgo, durante la antesis. Para ello, seleccionaron diez plantas, en marzo y abril (pico de floración) de 2016, durante siete días se colectaron todos los artrópodos que llegaban a las flores, el muestreo se dividió en cinco lapsos de una hora de las 9 a las 14 horas. Se comparó la riqueza y composición a diferentes horas, registrando 93 especies de siete órdenes. El orden con mayor riqueza fue Hymenoptera, la especie más frecuente fue *Apis mellifera* Linnaeus, 1758; y el horario en el que se registró mayor riqueza fue de 11:00 a 12:00 horas, mientras que de 9:00 a 10:00 fue menor. La presencia de los visitantes florales cambia durante la antesis de la flor, posiblemente como resultado de la variación en la temperatura y las recompensas florales ofertadas.

Martínez y Mandujano (2012), investigaron la fenología floral y las interacciones con insectos de siete especies del género *Ariocarpus*. Se obtuvo que las siete especies tienen floración otoñal, principalmente entre los meses de octubre y noviembre. El color de las flores varía entre especies, tienen antesis diurna, viven dos días. Los polinizadores son principalmente abejas solitarias que visitan las flores de *Ariocarpus* en busca de néctar y polen. Escarabajos y ortópteros son folívoros que consumen los segmentos del perianto o la flor completa. Otros visitantes son hormigas, mariposas y avispa, sin una función clara.

Ramírez *et al.* (2010) estudiaron la polinización de *Stenocactus multicosatus*, se encontraron 25 especies, estas indican la riqueza específica de los organismos, los cuales estuvieron presentes en el tiempo de floración. En las 25 especies que se encontraron, destacaron dos órdenes, Hymenoptera y Coleoptera.

Islas-Barríos *et al.* (2021), trabajaron con la especie *Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console, la investigación consistió en calcular el índice de disturbio, recolectaron 30 flores (N = 120) y los artrópodos que visitaron las flores. Además, se determinaron la morfología floral y los artrópodos. Esto lo realizaron en dos sitios: Selva Baja Caducifolia y Matorral Xerófilo en las Reservas de la Biosfera: Tehuacán-Cuicatlán, Puebla y Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México en el mes de marzo del año 2017. La captura de los artrópodos se realizó durante dos días en cada sitio, de 7:00 a 14:00 h, de manera continua durante las 7 horas, por 5 recolectores en cada sitio (60 h de recolecta por sitio). Obtuvieron que los sitios de la Barranca de Metztitlán presentaron el mayor índice de disturbio, las flores más chicas y mayor número de estructuras florales. Los visitantes florales fueron más abundantes en los matorrales xerófilos, particularmente en el sitio más perturbado donde el grupo funcional más relevante fue el de los polinizadores. Se registraron 329 individuos de artrópodos visitantes de las flores de *M. geometrizans* pertenecientes a 5 órdenes: Hymenoptera (N = 259), Diptera (N = 40), Coleoptera (N = 22), Thysanoptera (N = 1) y Araneae (N = 7)

Dimmitt (2000), menciona que la mayoría de las especies de cactus son polinizados por un gran número especies de abejas y que éstas, son solitarias, pero en algunas especies las hembras se congregan por cientos o miles, en sitios de anidación donde construyen nidos individuales; también comenta que algunos cactus son polinizados por aves, polillas o murciélagos.

Martínez *et al.* (2015), realizaron una investigación con la especie *Astrophytum myriostigma*, en la cual registraron la composición y frecuencia de los visitantes florales, observaron que las visitas más frecuentes fueron las especies *Anambodera* sp., *Phaedrotettix* sp. y *Diadasia olivacea*. Clasificaron las visitas florales en ocho tipos. El más común fue forrajero-nectarífero, seguido por nectarívoro. El pico de actividad de visitantes florales ocurrió entre 11:00 a.m. y 13:00 p.m. La composición de visitantes florales varió durante la floración, mientras que la frecuencia de visitas no tuvo cambios. Observamos dos grupos en tiempo y espacio para la composición de visitantes y cuatro grupos para frecuencia.

Paredes *et al.* (2000), describen que las flores pueden ser diurnas y vespertinas o nocturnas, para el caso de las diurnas son de colores vivos y brillantes y las nocturnas o vespertinas son generalmente blancas, de gran tamaño, aromáticas y provistas de nectarios. En el caso de las flores diurnas, la polinización se da principalmente por insectos lepidópteros, dípteros, himenópteros, hemípteros y coleópteros.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Área de estudio

El estudio se realizó en dos centros de acopio en Charco Cercado y La Negrita, los cuales albergan aproximadamente 90,000 plantas rescatadas, principalmente de cactáceas los cuales se encuentran a una distancia en línea recta 23 km (La Negrita) y 29 km (Charco Cercado) aproximadamente del centro del municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí y en el Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi, localizado a una distancia en línea recta de 8 km aproximadamente del centro del municipio de Linares, Nuevo León (Figura 1).

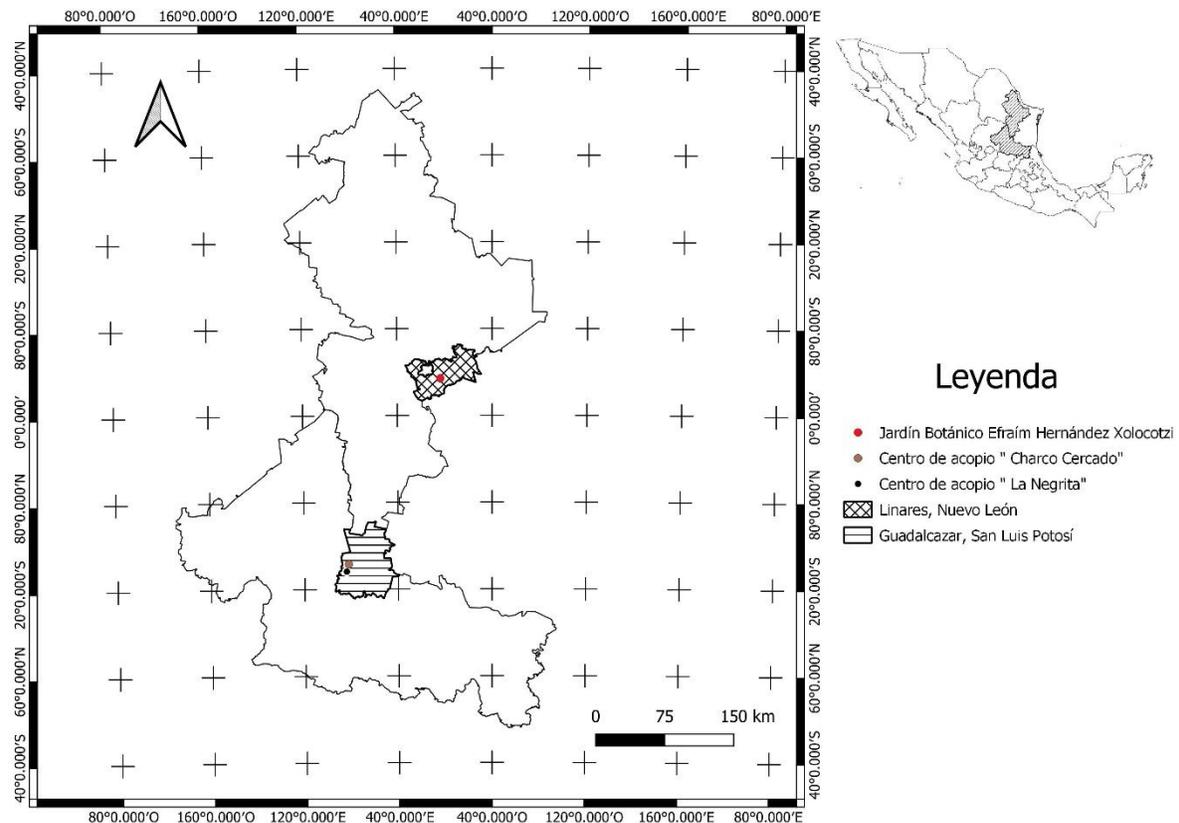


Figura 1. Ubicación de los centros de acopio de plantas rescatadas en Nuevo León y San Luis Potosí.

6.2. Características del área

6.2.1. Suelo

Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi, Linares, Nuevo León

En base a la cartografía oficial del área (Carta edafológica. Linares, escala 1:50,000) los tipos de suelo encontrados fueron I+E+Rc/2 (Litosol + Rendzina + Regosol Calcárico, textura media).

Litosol

Son suelos poco desarrollados con poca profundidad, generalmente no superior a 25 cm y alto contenido de piedras de diverso tamaño.

Debido a su condición poco profunda o en todo caso a su alto contenido de rocas, presentan drenaje libre, por lo que retienen poca agua.

Por otra parte, con el adecuado manejo pueden usarse para pastoreo en época húmeda. Finalmente, estos suelos cumplen un importante papel ecológico, ya que en ellos se desarrollan bosques de distinta naturaleza (Castro, 2020).

Rendzina

Son suelos inmaduros cuyo perfil se ha definido por la naturaleza de la roca madre de origen calizo. Dentro de esta denominación se encierra a los suelos calizos grises y blancos de los climas templados y los negros calizos y margosos de los trópicos. La vegetación natural con la que se asocia varía según el clima, incluyendo matorrales xerófilos, bosques de coníferas y encinos y aun selvas o bosques tropicales. (INECC, 2007).

Regosol Calcárico

Los regosoles son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el

establecimiento de las plantas. El agua, al no poder penetrar al suelo, corre por la superficie provocando erosión (SEMARNAT, s.f.).

Calcárico

Suelos ricos en cal y nutrientes para las plantas. Unidades de suelo: Feozem, Fluvisol, Gleysol y Regosol. (INEGI, s.f.)

Centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, San Luis Potosí

Siguiendo la cartografía oficial del área (Carta edafológica. Pozas de Santa Ana, escala 1:50,000) el tipo de suelo encontrado es Xk-ms-n /2ª (Xerosol cálcico, suelo moderadamente salino conductividad de 9 a 15 mmhnos. /cm, sódica: suelos con más del 15% de saturación de sodio en alguna porción a menos de 125 cm de profundidad, textura media, terreno plano ligeramente ondulado, pendientes menores de 8%)

Xerosol Cálcico

Suelo seco, es el tercer tipo de suelo más importante por su extensión en el país (9.5%). Tienen por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Su rendimiento agrícola está en función a la disponibilidad de agua para riego. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad.).

Cálcico

Suelos con una capa de color blanco, rica en cal, y que se encuentra en forma de polvo blanco o caliche. Los suelos con esta subunidad tienen fertilidad que va de moderada a alta. Unidades de suelo: Cambisol, Castañozem, Chernozem, Luvisol, Xerosol y Yermosol

(INEGI, s.f.)

Centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, San Luis Potosí

De acuerdo con la cartografía oficial del área (Carta edafológica. Pozas de Santa Ana, escala 1:50,000) el tipo de suelo encontrado fue Xk-ms /2ª (Xerosol cálcico, suelo moderadamente salino conductividad de 9 a 15 mmhos. /cm, textura media, terreno plano ligeramente ondulado, pendientes menores de 8%).

Xerosol

Suelo seco, es el tercer tipo de suelo más importante por su extensión en el país (9.5%). Tienen por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Su rendimiento agrícola está en función a la disponibilidad de agua para riego. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad.).

Cálcico

Suelos con una capa de color blanco, rica en cal, y que se encuentra en forma de polvo blanco o caliche. Los suelos con esta subunidad tienen fertilidad que va de moderada a alta. (INEGI, s.f.).

6.2.2. Vegetación

Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi, Linares, Nuevo León

Siguiendo la cartografía oficial del área (Carta uso de suelo y vegetación. Linares, escala 1:50,000) el tipo de vegetación es Mb (Matorral subinerme)

Matorral subinerme

El matorral subinerme se conforma por plantas arbustivas con alturas entre 1-1.5 metros. Las especies predominantes son *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Acacia neovernicosa*, *Leucophyllum texanum* y *Prosopis glandulosa*. Entre las especies asociadas más comunes se encuentran *Fouquieria splendens*, *Mimosa aculeaticarpa*, *Yucca filifera*, *Opuntia imbricata*, *Opuntia leptocaulis*, *Condalia*

ericoides, *Celtis pallida*, *Acacia greggii*, *A. roemeriana* y *Koeberlinia spinosa* (Estrada Castellón, 2005).

Centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, San Luis Potosí

De acuerdo con la cartografía oficial del área (Carta uso de suelo y vegetación. Pozas de Santa Ana, escala 1:50,000) el tipo de vegetación encontrado es Mi-lz (Matorral inerme – Izotal).

Matorral inerme

Comunidad formada por más del 70% de plantas sin espinas, como los matorrales de *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Cordia greggii*, *Franseria dumosa* (Casiano *et al.*, 2011).

Izotal

Comunidades propias de clima árido donde predominan individuos de especies de *Yucca* y de otras plantas de aspecto similar, como *Beaucarnea* y *Nolina*. En la mayor parte de los casos, estas plantas no dominan cuantitativamente en la vegetación, aunque dan la impresión de hacerlo a primera vista por su porte elevado y aspecto peculiar (Rzedowski y Huerta, 1994; Miranda y Hernández, 1963).

Centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, San Luis Potosí

En base con la cartografía oficial del área (Carta uso de suelo y vegetación. Pozas de Santa Ana, edición 1973, escala 1:50,000) el tipo de vegetación encontrado es Mi (Matorral inerme).

Matorral inerme

Comunidad formada por más del 70% de plantas sin espinas, como los matorrales de *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Cordia greggii*, *Franseria dumosa* (Casiano *et al.*, 2011).

6.2.3. Clima

Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi, Linares, Nuevo León

El tipo de clima que está presente en el sitio es B(h')hBS₀, cálido con regímenes de lluvia en verano según la clasificación climática de Köppen y modificado por García (2004). La temperatura media anual fue de 22°C. La precipitación total anual fue de 390 mm, siendo julio el mes con mayor precipitación (220 mm) (Figura 2).

Los datos climatológicos fueron recabados de la estación meteorológica, más cercana al área de estudio, la cual se encuentra en la Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L. (24° 47' 44.03" latitud norte y 99° 32' 28.01" longitud oeste). En esta región, se presenta el tipo de clima B(h')hBS₁ (Figura 3).

Centros de acopio Charco Cercado y La Negrita, Guadalcázar, San Luis Potosí

El tipo de clima de estos dos sitios es BhBS₀, semicálido con regímenes de lluvia en verano según la clasificación climática de Köppen y modificado por García (2004). La temperatura media anual fue de 20°C para el centro de acopio Charco Cercado y la precipitación total anual fue de 320 mm, siendo junio el mes con mayor precipitación (146 mm) (Figura 4).

En el caso del centro de acopio La Negrita la temperatura media anual fue de 19°C y la precipitación total anual fue de 320 mm, siendo junio el mes con mayor precipitación (248 mm) (Figura 5).

Los datos climatológicos fueron recabados de la estación meteorológica, más cercana al área de estudio, "El Huizache" (22° 55' 30" latitud norte y 100° 27' 40" longitud oeste). En esta región, se presenta el tipo de clima BhBS₀ (Figura 6).

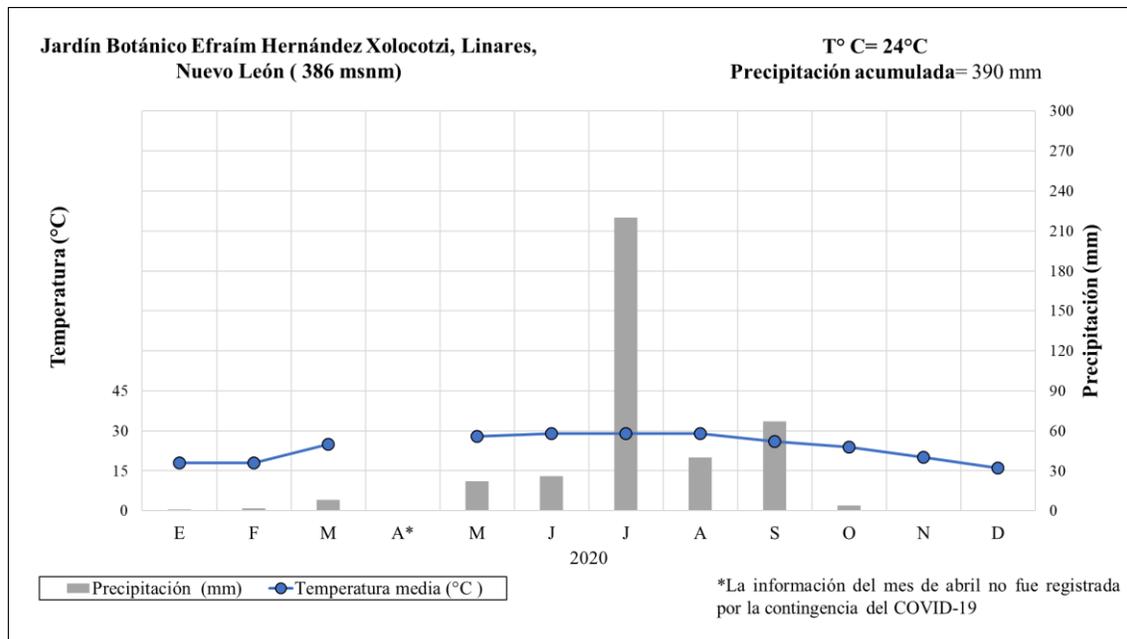


Figura 2. Climograma del año 2020 en el Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi, Linares, Nuevo León, datos obtenidos de la estación climatológica de la Facultad de Ciencias Forestales.

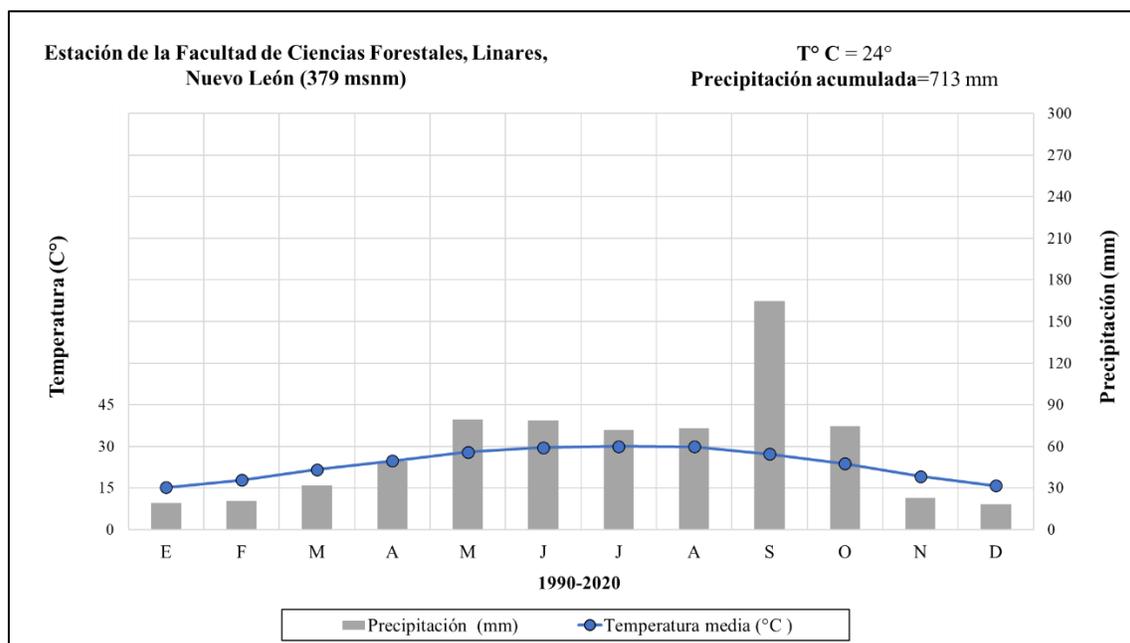


Figura 3. Climograma histórico de 1990 a 2020, datos obtenidos de la estación climatológica de la Facultad de Ciencias Forestales U.A.N.L., Linares, Nuevo León.

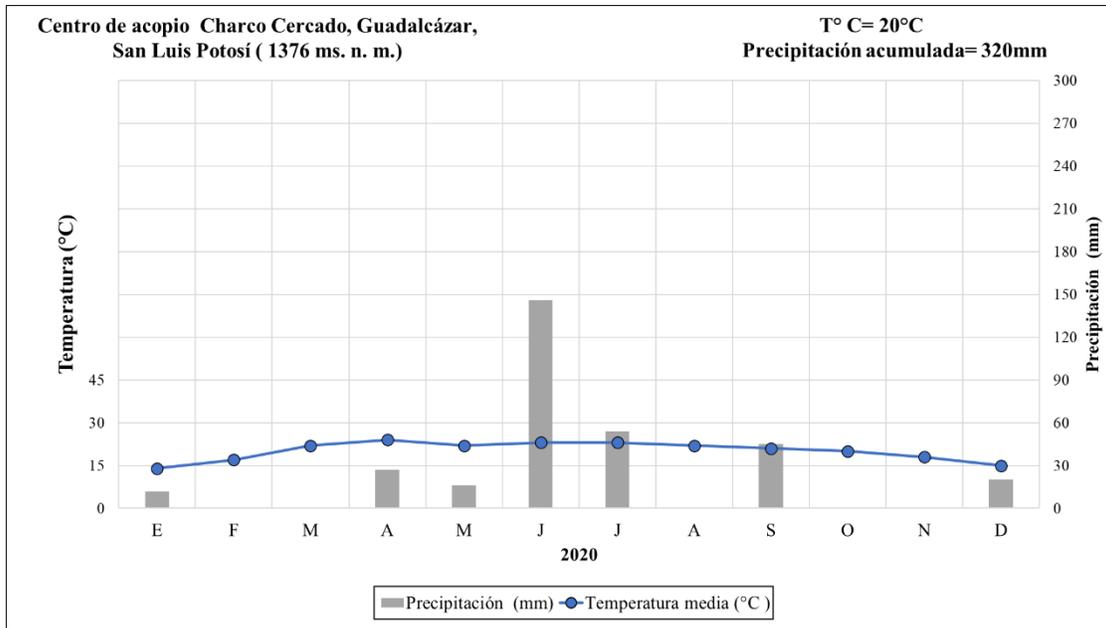


Figura 4. Climograma del año 2020 en el centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, San Luis Potosí. Los datos se obtuvieron usando un pluviómetro y con la ayuda de un termómetro ambiental de máximas y mínimas ubicado en el sitio de estudio.

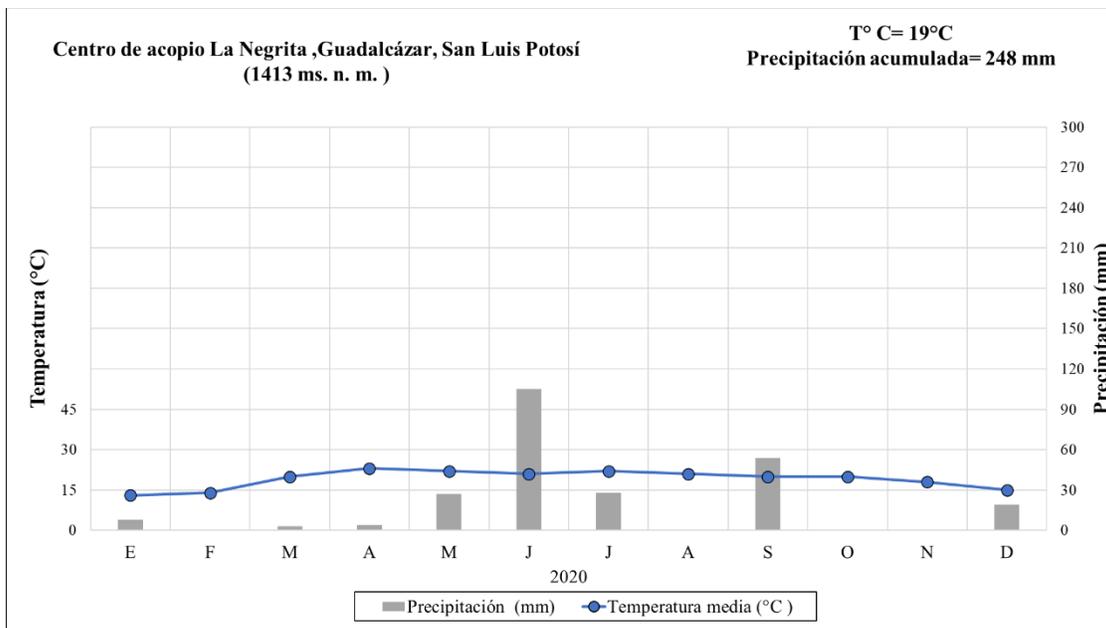


Figura 5. Climograma del año 2020 en el centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, San Luis Potosí. Los datos se obtuvieron usando un pluviómetro y con la ayuda de un termómetro ambiental de máximas y mínimas ubicado en el sitio de estudio.

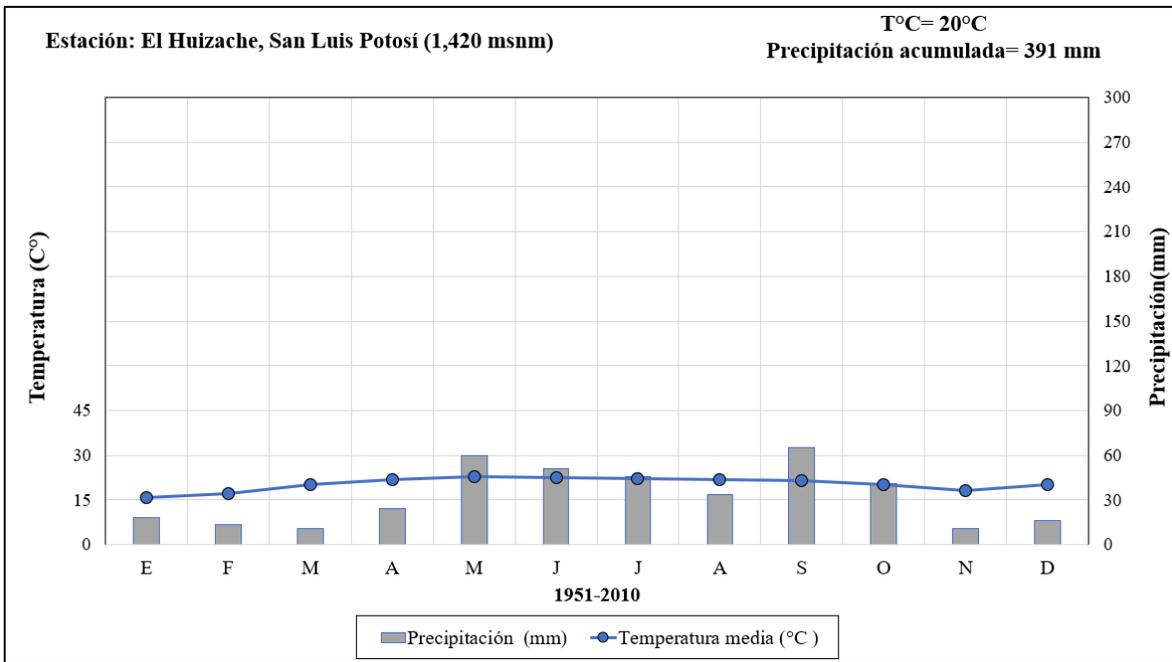


Figura 6. Climograma histórico de 1951 a 2010, datos obtenidos de la estación “El Huizache”, Guadalcázar, San Luis Potosí.

6.3. Descripción de las especies estudiadas

6.3.1. *Lophophora williamsii* (Lem. Ex Salm-Dyck) J.M. Coult

Nombre común: Peyote

Sinonimia:

Echinocactus lewinii

Lophophora williamsii var. *lutea*

Echinocactus williamsii >Lem. Ex Salm-Dyck

Estado de conservación:

NOM-059-SEMARNAT-2010: Sujeta a Protección Especial (Pr)

Es un pequeño cactus (de 2 a 12 cm de diámetro por unos 5 de altura), casi esférico, con el cuerpo dividido de 5 a 13 gajos, de color verde grisáceo a azulado; esta parte, también llamada corona, es la que se corta para que la raíz, gruesa y en forma de cono, mantenga la capacidad de generar nuevos hijuelos por encima del corte sin que se pudra. Las areolas, carentes de espinas, están recubiertas por una pelusa de color blanco. Las flores, de color rosa pálido, surgen del ápice entre marzo y mayo. Todas las especies del género *Lophophora* son de crecimiento extremadamente lento: a menudo tardan más de 30 años en alcanzar la edad de floración (Bongiorno de Pfriter y Mandrile, 1982).

L. williamsii es endémico de México (estado de Querétaro hasta el norte de los estados de Chihuahua y Coahuila) (Anderson, 1969). Se encuentra principalmente en altitudes entre 100 y 1,500 msnm, a excepción del desierto de Chihuahua que se encuentran a 1,900 msnm, aunque también está presente en climas más templados del estado de Tamaulipas (Zimmerman y Parfitt, 2006). Se encuentra únicamente en las regiones desérticas de los estados de Nayarit, Chihuahua, Durango, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí, y ocasionalmente en algunas áreas de Querétaro y Zacatecas.

6.3.2. *Thelocactus bicolor* (Galeotti ex Pfeiff.) Britton & Rose

Nombre común: Biznaga pezón bicolor.

Sinonimia:

Echinocactus bicolor Galeotti ex Pfeiff.

Thelocactus schottii (Engelm.) Kladiwa & Fittkau

Thelocactus wagnerianus A. Berger

Estado de conservación:

NOM-059-SEMARNAT-2010: Ninguno

Es una planta perenne carnosa y globosa con espinas. Este cactus alcanza unos 20 cm de altura. Tiene un tallo solitario y espinoso en forma de pilar, que puede ser globoso o erecto. El tallo tiene más de 10 costillas prominentes, revestidas de tubérculos pronunciados de los que surgen espinas radiales de dos tonos, amarillas y rojas y cuatro espinas centrales amarillas y más largas, espinas centrales: 3-4, 15-75 mm de largo, ocre a rojizo, rectas, aciculares o ligeramente dobladas hacia adentro, espinas radiales: 8-18, 10-30 mm de largo, ocre a rojizo, rectas, aciculares. Su flor nace del ápice y es atrompetada y de 6 cm de largo. Miden aproximadamente 55-110 mm de ancho, magenta con garganta roja desde principios de primavera hasta otoño.

Es una especie endémica de Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León y Tamaulipas en México, en Estados Unidos de América se ubica en Texas. Se puede encontrar a una altitud entre 800 a 2,200 metros sobre el nivel del mar (Lifflé, 2005; Lord y Rose, 1963).

6.4. Metodología

6.4.1. Análisis de diversidad de artrópodos asociados a los frascos trampa de colores.

Para registrar la diversidad de artrópodos, en cada sitio de muestreo se utilizaron 100 frascos de plástico de boca ancha de diferentes colores (amarillo, azul, blanco y rosa), 25 por color.

A cada frasco se le agregó una solución jabonosa el cual contiene 100 ml de agua y aproximadamente $\frac{1}{2}$ cucharada de detergente en polvo biodegradable; los frascos se encontraron distribuidos dentro de cada centro de acopio, a una distancia aproximada entre recipientes de 3 m, intercalando colores (Figuras 7 y 8). Los frascos se abrieron en un horario de 8:00 a.m. y se cerraron a las 5:00 p.m. (Ramírez, 2012), esto, se realizó por un lapso de cinco días consecutivos, al inicio de cada estación del año. Después de la colecta de los artrópodos, se colocaron en frascos con alcohol a una concentración de 70%, para su posterior identificación.

Los ejemplares recolectados fueron montados de acuerdo con el procedimiento descrito por (Borror *et al.*, 1989).

Para la identificación taxonómica se utilizó literatura especializada (Borror y Whitte (, 1970), Arnett (, 1985), Arnett Jr (, 2000), McGavin (, 2000), Johnson y Triplehorn, (, 2005) Eaton y Kaufman (, 2007), Fisher y Cover (, 2007), Foelix (, 2011), Wilson y Carril (, 2015), Hanson (, 2016).

Todos los ejemplares fueron rotulados y depositados en la colección entomológica del Área de Conservación Ecológica de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

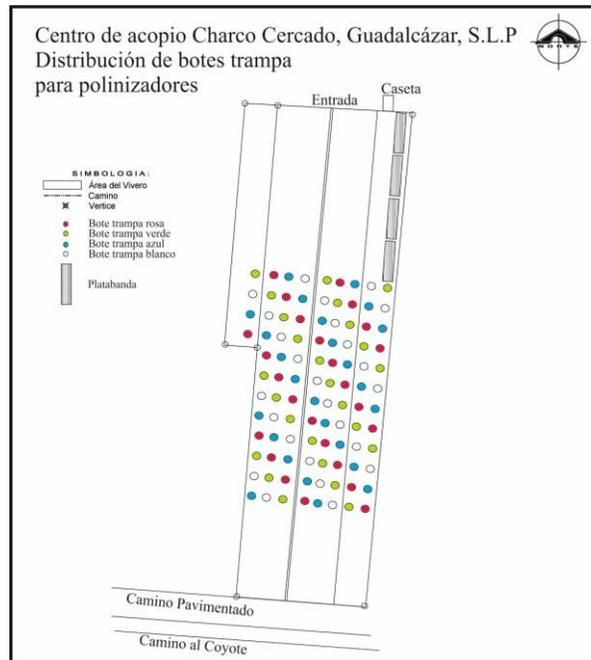


Figura 7. Distribución de frascos trampa en el centro de acopio de plantas rescatadas en Charco Cercado, Guadalcázar, S.L.P.

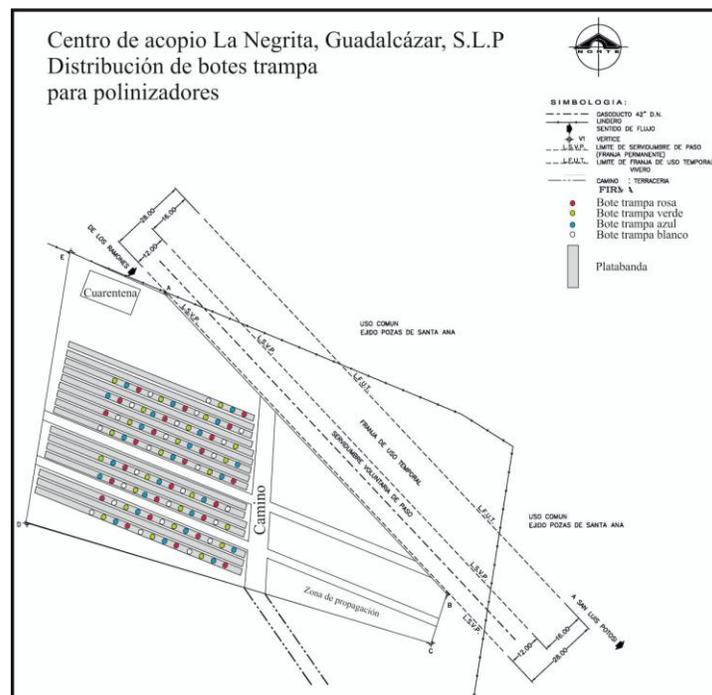


Figura 8. Distribución de frascos trampa en el centro de acopio de plantas rescatadas en La Negrita, Guadalcázar, S. L. P.

6.4.2. Registro para la fenología reproductiva de *T. bicolor* y *L. williamsii*

Se seleccionaron un total de 10 plantas de cada especie estudiada las cuales se encontraban en una superficie de 1 m² y fueron muestreadas una vez cada 15 días, durante un año (enero – diciembre 2020), esto se hizo para registrar las etapas fenológicas (botón floral, flor intermedia, flor madura, fruto inmaduro, fruto maduro y fruto en dispersión) que se fueron presentando durante un año.

Otros datos que se tomaron en cuenta fueron: la apertura de la flor y el cierre, esto se realizó en tres horarios, de 10:00 – 11:30 hrs., 12:30 – 14:00 hrs. y de 15:00 – 16:30 hrs. (Ramírez, 2008).

6.4.3. Análisis de diversidad de artrópodos asociados a las flores de las cactáceas

En esta investigación se quiso conocer las especies de artrópodos relacionados a *L. williamsii* y *T. bicolor*. Para esto, se observó la actividad que los artrópodos realizaban al momento de llegar a la flor madura, esto se hizo en tres periodos durante el día, los cuales fueron de un tiempo de dos horas (9:00 – 11:00 hrs, 12:00 – 14:00 hrs y 16:00 – 18:00 hrs), esto se realizó cuando la flor se presentaba en su etapa madura, se estuvo trabajando con 10 plantas de cada especie las cuales estaban ubicadas en un metro cuadrado. Es importante tomar en cuenta factores ambientales como la precipitación pluvial y el viento. En los días que estuvo presente la lluvia o viento fuerte, no se realizó la toma de datos

Para su colecta se utilizó una aspiradora, pinceles humedecidos y pinzas, ya que en su mayoría eran insectos de talla pequeña (7 – 10 mm) después de esto se colocaron en frascos de plástico con alcohol al 70%, los cuales fueron rotulados con la actividad que estaba realizando el insecto que fue capturado.

Los ejemplares recolectados fueron montados de acuerdo con el procedimiento descrito por (Borror *et al.*, 1989).

Para la identificación taxonómica se utilizó literatura especializada (Borror y Whitte (, 1970), Arnett (, 1985), Arnett Jr (, 2000), McGavin (, 2000), Johnson y Triplehorn,

(, 2005) Eaton y Kaufman (, 2007), Fisher y Cover (, 2007), Foelix (, 2011), Wilson y Carril (, 2015), Hanson (, 2016).

Todos los ejemplares fueron rotulados y depositados en la colección entomológica del Área de Conservación Ecológica de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

6.5. Análisis de datos

Índice de Shannon-Wiener

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

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \times \log_2 p_i)$$

Índice de Pielou

Para medir la uniformidad con que los individuos están distribuidos se utilizó el índice de Pielou (1969).

$$J' = \frac{H'}{\log_2 2}$$

Índice de similitud/ disimilitud de Jaccard

Se utilizó el índice de similitud /disimilitud de Jaccard para medir la diversidad beta (Moreno, 2001). Además de comparar la presencia de insectos entre las especies de cactus.

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

7. RESULTADOS

7.1. Análisis de diversidad de artrópodos asociados a los frascos trampa de colores

7.1.1. Centro de acopio Charco Cercado

Se capturaron individuos pertenecientes a dos clases (según las categorías taxonómicas). Para el caso de la clase Insecta, el orden Hymenoptera presentó una mayor cantidad de individuos (901) además de registrar el mayor número de especies (23), en contraste con Thysanoptera el cual solo se presentó un individuo (Figura 9). Por otra parte, se capturaron 6 individuos de la clase Arachnida, los cuales pertenecen a tres familias del orden Araneae (Tabla 1).

En la tabla 1 podemos observar que la mayor abundancia (380) se presentó en los frascos trampa de color amarillo, además de registrarse el mayor número de especies (32) (Figura 10). La menor abundancia (128) se obtuvo utilizando los frascos trampa de color rosa, en estos también se capturo el menor número de especies exclusivas (3) (Figura 10).

Con respecto a las especies capturadas se observa que *Lasioglossum sisymbrii* (Cockerell, 1895) es la mejor representada, al obtener los valores más altos en los colores amarillo (213), azul (98) y blanco (147) además de estar presente en los cuatro colores utilizados, otra especie que también obtuvo un valor alto en uno de los colores utilizados (Amarillo: 50) fue una hormiga perteneciente al género *Liometopum* (Wheeler, 1905) al igual que *L. sisymbrii* también estuvo presente en los cuatro colores de los frascos trampa (Tabla 1).

El número de familias respecto a las estaciones del año en donde se capturaron los artrópodos con los frascos trampa, nos indica que el mayor número de familias (23) se encontró en la estación de primavera y verano en Charco Cercado (Tabla 2). La estación del año primavera fue en la que se presentó un mayor número de especies (38), a diferencia de invierno que en esta estación del año se presentó el menor número de especies exclusivas (1) (Tabla 2).

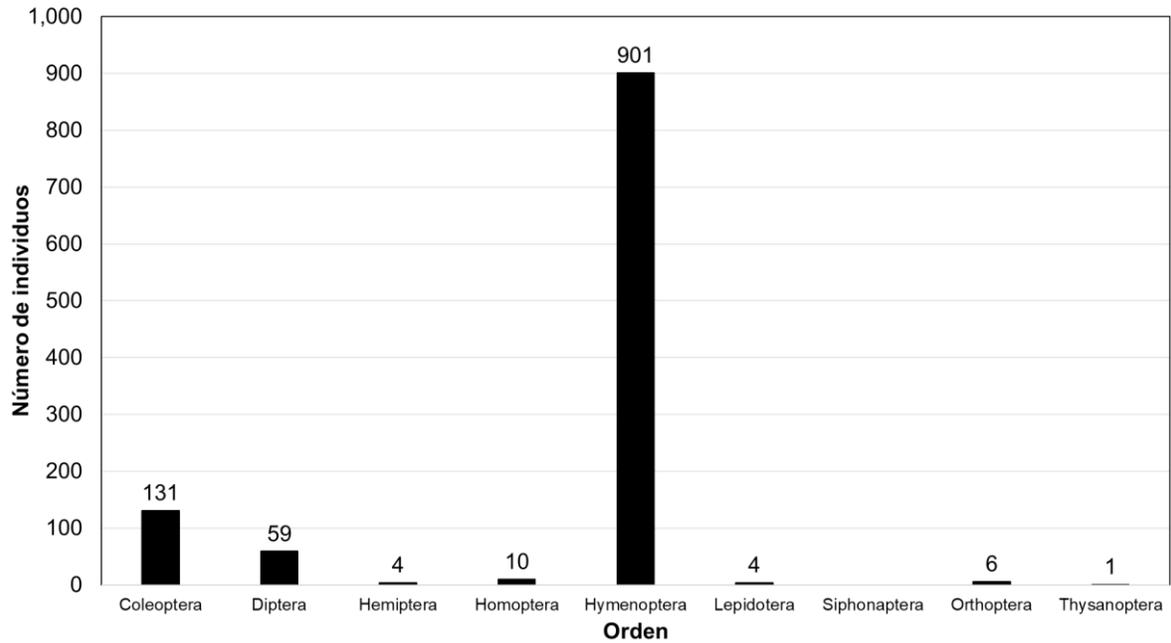


Figura 9. Número de individuos identificados por orden en el centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, San Luis Potosí.

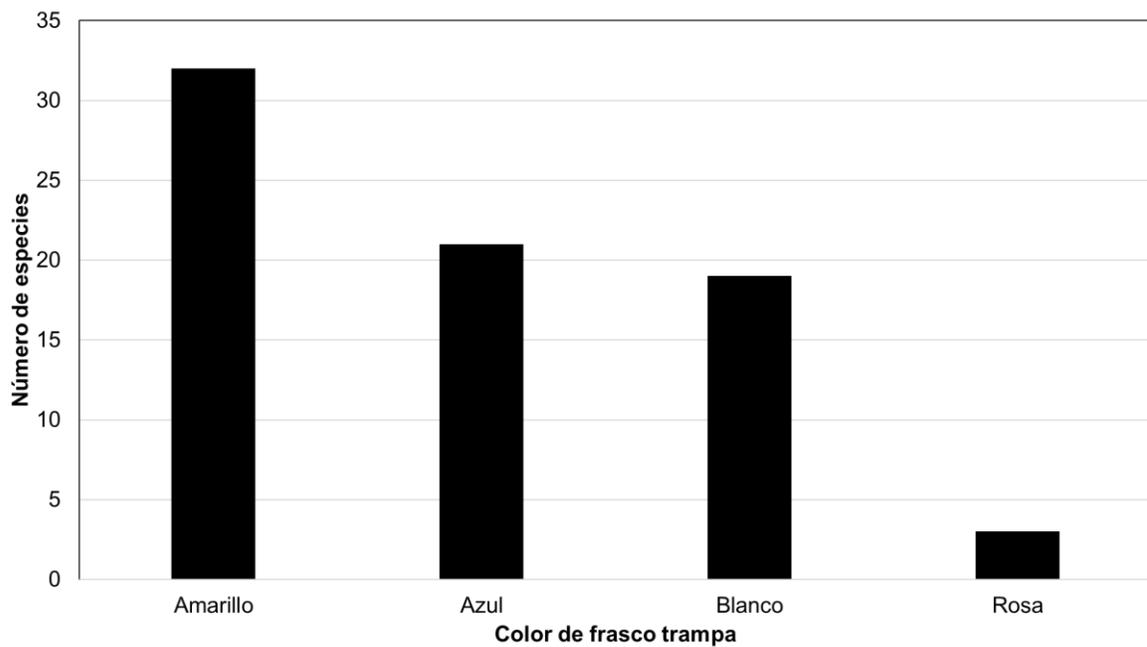


Figura 10. Número de especies capturadas por color de frasco trampa en el centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, San Luis Potosí.

Tabla 1. Número de individuos por especie capturados con los frascos trampa en el centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, S.L.P.

Orden	Familia	Especie	No. de individuos / Color de frasco trampa				Total
			Amarillo	Azul	Blanco	Rosa	
Araneae	Salticidae	<i>Eupohrys</i> sp. 1		1			1
		<i>Eupohrys</i> sp. 2		1		1	2
	Linyphiidae	<i>Gonatum</i> sp.		2			2
	Clubionidae	Clubionidae sp.				1	1
Coleoptera	Bostrichidae	Bostrichidae sp.	1				1
	Buprestidae	<i>Acmaeodera pulchella</i>	1				1
		<i>Acmaeodera</i> sp.	3	15	4	36	58
	Cantharidae	<i>Chauliognathus pensylvanicus</i>	1				1
	Chrysomelidae	<i>Chaetocnema</i> sp.	1	1			2
		<i>Disonycha</i> sp.		1			1
	Coccinellidae	<i>Hippodamia</i> sp.	1	1	1	3	6
		Coccinellidae sp.			1		1
	Corylophidae	<i>Holopsis</i> sp.	4	1	1		6
		<i>Hyperaspis chevrolat</i>			1		1
	Curculionidae	Curculionidae sp. 1	3		6	1	10
		Curculionidae sp. 2	1				1
	Meloidae	<i>Epicauta</i> sp.		1			1
		Meloidae sp.			1		1
	Melyridae	<i>Collops</i> sp.	1				1
	Nitidulidae	Nitiduliae sp. 1			3	2	5
Nitiduliae sp. 2					1	1	
Trogossitidae	Trogossitidae sp. 1	9	12	5	2	28	
	Trogossitidae sp. 2	1	1		2	4	
Diptera	Anthomyiidae	<i>Anthomyia illocata</i>		1	5		6
	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i>	1		2		3
	Cecidomyiidae	Cecidomyiidae sp.			1		1
	Ceratopogonidae	<i>Dasyhelea</i> sp.		1			1
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp. 1			7	1	8
		<i>Drosophila</i> sp. 2		3	5		8
		<i>Drosophila</i> sp. 3	1	1			2
		<i>Drosophila</i> sp.	3	1	3	4	11
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	2	4	7	2	15
		<i>Musca</i> sp. 1			1		1
<i>Musca</i> sp. 1				1		1	
Tachinidae	<i>Tachinomyia</i> sp. 1			1	1	2	
Hemiptera	Tingidae			4		4	
Homoptera	Cicadellidae	<i>Cuerna</i> sp.	1				1
		Cicadellidae sp. 1	2	1			3
		Cicadellidae sp. 2		2	1	1	4
		Cicadellidae sp. 3	1				1
		Cicadellidae sp. 4			1	1	

Tabla 1. Número de individuos por especie capturados con los frascos trampa en el centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, S.L.P. (continuación).

Orden	Familia	Especie	No. de individuos / Color de frasco trampa				
			Amarillo	Azul	Blanco	Rosa	Total
Hymenoptera	Andrenidae	<i>Andreana fabricius</i>		1			1
	Apidae	<i>Colletes</i> sp. 1	1	1			2
		<i>Colletes</i> sp. 2		1			1
		<i>Ceratina</i> sp. 1		16		2	18
		<i>Ceratina</i> sp. 2			1		1
		<i>Ceratina</i> sp. 3		1	3		4
		Apidae sp. 1		1			1
	Bethylidae	<i>Eupsenella insulana</i>	11	5	2	3	21
	Crabronidae	<i>Crossocerus</i> sp.	2				2
	Formicidae	<i>Liometopum</i> sp.	93	154	18	50	315
		<i>Leptogenys</i> sp.		1		1	2
		Formicidae sp. 1		1			1
		Formicidae sp. 2			1		1
		<i>Tapinoma</i> sp. 1	2	5	11		18
		<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	213	98	147	9	467
	Halictidae	<i>Agapostemon tyleri</i>	2	2	6	1	11
		<i>Agapostemon melliventris</i>	1	1			2
		<i>Agapostemon</i> sp.		1			1
		Halictidae sp. 1		1			1
		Halictidae sp. 2	3	2	2		7
Halictidae sp. 3		11	7		3	21	
Ichneumonidae	<i>Plectididae</i> sp.		1			1	
Scoliidae	<i>Scolia nobilitata</i>			1		1	
Lepidoptera	Tiphiidae	<i>Tiphia fabricius</i>		1			1
	Tineidae	<i>Acrolophus poey</i>	1		1		2
	Pieridae	<i>Zerene cesonia</i>	1				1
	Noctuidae	Noctuidae sp.			1		1
Orthoptera	Acrididae	Acrididae sp. 1	1	1			2
		Acrididae sp. 2		1			1
		Acrididae sp. 3			1		1
		Acrididae sp. 4				1	1
	Tetrigidae	<i>Tettigidea</i> sp.			1		1
Thysanoptera	Thripidae	Thripidae sp.			1		1
Total de individuos			380	354	260	128	1122
Total de especies			32	21	19	3	

Tabla 2. Número de individuos por especie capturados durante las cuatro estaciones del año en el centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, S.L.P.

Orden	Familia	Especie	No. de individuos / Estación del año				Total
			Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Araneae	Salticidae	<i>Eupohrys</i> sp. 1	1				1
		<i>Eupohrys</i> sp. 2		2			2
	Linyphiidae	<i>Gonatum</i> sp.	2				2
	Clubionidae	Clubionidae sp.	1				1
Coleoptera	Bostrichidae	Bostrichidae sp.			1		1
	Buprestidae	<i>Acmaeodera pulchella</i>			1		1
		<i>Acmaeodera</i> sp.	55	3			58
	Cantharidae	<i>Chauliognathus pensylvanicus</i>		1			1
	Chrysomelidae	<i>Chaetocnema</i> sp.			1	1	2
		<i>Disonycha</i> sp.	1				1
		Chrysomelidae sp.			2	4	6
	Coccinellidae	<i>Hippodamia</i> sp.		1			1
		Coccinellidae sp.	1				1
	Corylophidae	<i>Holopsis</i> sp.	1	5			6
		<i>Hyperaspis chevrolat</i>	1				1
	Curculionidae	Curculionidae sp. 1	1	3		6	10
		Curculionidae sp. 2		1			1
	Meloidae	<i>Epicauta</i> sp.			1		1
		Meloidae sp.			1		1
	Melyridae	<i>Collops</i> sp.		1			1
	Nitidulidae	Nitiduliae sp. 1	3	2			5
		Nitiduliae sp. 2		1			1
	Trogossitidae	Trogossitidae sp. 1	17	1	10		28
		Trogossitidae sp. 2	3	1			4
Diptera	Anthomyiidae	<i>Anthomyia illocata</i>	5		1		6
	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i>	2			1	3
	Cecidomyiidae	Cecidomyiidae sp.	1				1
	Ceratopogonidae	<i>Dasyhelea</i> sp.		1			1
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp. 1	1	2	5		8
		<i>Drosophila</i> sp. 2	7			1	8
		<i>Drosophila</i> sp. 3	1		1		2
		Drosophilidae sp.	4	1	5	1	11
	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	10	1	1	3	15
		Muscidae sp. 1			1		1
	Muscidae sp. 1	1				1	
Tachinidae	<i>Tachinomyia</i> sp. 1			2		2	
Hemiptera	Tingidae		3	1		4	
Homoptera	Cicadellidae	<i>Cuerna</i> sp.	1				1
		Cicadellidae sp. 1	2		1		3
		Cicadellidae sp. 2		1	1	2	4
		Cicadellidae sp. 3				1	1
		Cicadellidae sp. 4	1				1

Tabla 2. Número de individuos por especie capturados durante las cuatro estaciones del año en el centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, S.L.P. (continuación).

Orden	Familia	Especie	No. de individuos / Estación del año				Total
			Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Hymenoptera	Andrenidae	<i>Andreana fabricius</i>		1			1
	Apidae	<i>Colletes</i> sp. 1		2			2
		<i>Colletes</i> sp. 2			1		1
		<i>Ceratina</i> sp. 1	10	8			18
		<i>Ceratina</i> sp. 2	1				1
		<i>Ceratina</i> sp. 3			4		4
		Apidae sp. 1	1				1
	Bethylidae	<i>Eupsenella insulana</i>	9	1		11	21
	Crabronidae	<i>Crossocerus</i> sp.			2		2
	Formicidae	<i>Liometopum</i> sp.	277	31	6	1	315
		<i>Leptogenys</i> sp.	1		1		2
		Formicidae sp. 1	1				1
		Formicidae sp. 2			1		1
		<i>Tapinoma</i> sp. 1			18		18
	Halictidae	<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	121	215	85	46	467
		<i>Agapostemon tyleri</i>	3	2	3	3	11
		<i>Agapostemon melliventris</i>			2		2
		Agapostemon sp.			1		1
		Halictidae sp. 1	1				1
		Halictidae sp. 2			7		7
Halictidae sp. 3	21				21		
Ichneumonidae	<i>Plectididae</i> sp.		1			1	
Scoliidae	<i>Scolia nobilitata</i>			1		1	
Lepidoptera	Tiphiidae	<i>Tiphia fabricius</i>		1			1
	Tineidae	<i>Acrolophus poey</i>	1		1		2
	Pieridae	<i>Zerene cesonia</i>			1		1
	Noctuidae	Noctuidae sp.		1			1
Orthoptera	Acrididae	Acrididae sp. 1	1	1			2
		Acrididae sp. 2			1		1
		Acrididae sp. 3		1			1
		Acrididae sp. 4		1			1
	Tetrigidae	<i>Tettigidea</i> sp.	1				1
Thysanoptera	Thripidae	Thripidae sp.			1		1
Total de individuos			572	297	172	81	1122
Total de especies			38	16	20	1	

Se analizaron los datos con dos índices (Shannon y Pielou) para observar la diversidad y uniformidad de especies obtenidas según los colores de los frascos trampa, en la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de los índices, observamos que el valor mas alto del índice de Shannon se obtuvo en el color blanco (2.7) en contraste al color rosa, el cual obtuvo un valor menor (1.5).

Para analizar la diversidad de los insectos capturados en las cuatro estaciones del año se utilizaron los mismos índices ya mencionados, se observa que la estación del año verano obtuvo el valor más alto en cuestión del índice de Shannon (2.7) (Tabla 4).

Tabla 3. Riqueza e índices de diversidad de especies aplicados a los diferentes a los colores usados en el método de los frascos trampa para la captura de artrópodos en el centro de acopio Charco Cercado.

Color	Abundancia (N)	Riqueza de especies (S)	Shannon (H')	Pielou (J)
Amarillo	380	32	1.5	0.4
Azul	353	21	2.4	0.8
Blanco	261	19	2.7	0.9
Rosa	129	3	1.1	1

Tabla 4. Riqueza e índices de diversidad de especies aplicados a las diferentes estaciones del año en el centro de acopio Charco Cercado.

Estación del año	Abundancia (N)	Riqueza de especies (S)	Shannon (H')	Pielou (J)
Primavera	572	38	1.8	0.5
Verano	297	16	2.7	1.0
Otoño	172	20	2.4	0.8
Invierno	81	1	1	

Índice de similitud/ disimilitud de Jaccard

Se utilizó el índice de Jaccard para conocer la similitud que hay entre las especies que se capturaron los diferentes colores de los frascos trampa (Amarillo, azul, blanco y rosa), en la tabla 5 se muestra la similitud entre especies capturados en el centro de acopio Charco Cercado el mayor porcentaje de similitud se encontró entre los colores amarillo y azul (38%), el menor porcentaje se encontró entre los colores amarillo y rosa, y blanco y rosa (29%).

Tabla 5. Porcentaje de similitud entre las especies capturadas en los frascos trampa en el centro de acopio Charco Cercado Guadalcázar, San Luis Potosí.

	Amarillo	Azul	Blanco	Rosa
Amarillo		38%	27%	29%
Azul	38%		24%	31%
Blanco	27%	24%		29%
Rosa	29%	31%	29%	

7.1.2. Centro de acopio La Negrita

En la figura 11 se muestra el número de insectos por orden pertenecientes a la clase Insecta, capturados con los frascos trampa colocados en el centro de acopio La Negrita ubicado en Guadalcázar, S.L.P., el mayor número de individuos pertenecen al orden Hymenoptera (1,766) además de ser el orden con más especies capturadas (23), los órdenes con menor cantidad de individuos fueron Siphonaptera (1) y Orthoptera (1). Por otra parte, se capturaron 5 individuos de la clase Arachnida, los cuales pertenecen a tres familias del orden Araneae (Tabla 6).

De los cuatro colores utilizados para los frascos trampa, la mayor abundancia (677) se presentó en los frascos trampa de color azul y un total de 15 especies, el mayor número de especies se capturó con los frascos trampa de color amarillo (Figura 12). La menor abundancia (391) se obtuvo utilizando los frascos trampa de color rosa, en este color estuvieron presentes las mismas especies que en los otros colores, por ende, no se encontró ninguna especie exclusiva de este color.

Se observa que *L. sisymbrii* (Cockerell, 1895) es la especie mejor representada en el color amarillo (385), azul (480), blanco (382) y rosa (258) acompañada de *Agapostemon tyleri* (Cockerell, 1917) y la hormiga del género *Liometopum* (Tabla 6).

El número de familias respecto a las estaciones del año en donde se capturaron los artrópodos con los frascos trampa, nos indica que el mayor número de familias (23) se encontró en la estación de primavera (Tabla 7).

La estación del año primavera fue en la que se presentó un mayor número de especies (34) y una mayor abundancia (1210) a diferencia de invierno que en esta estación del año se presentó el menor número de especies exclusivas (2) y una abundancia de 332 individuos (Tabla 7).

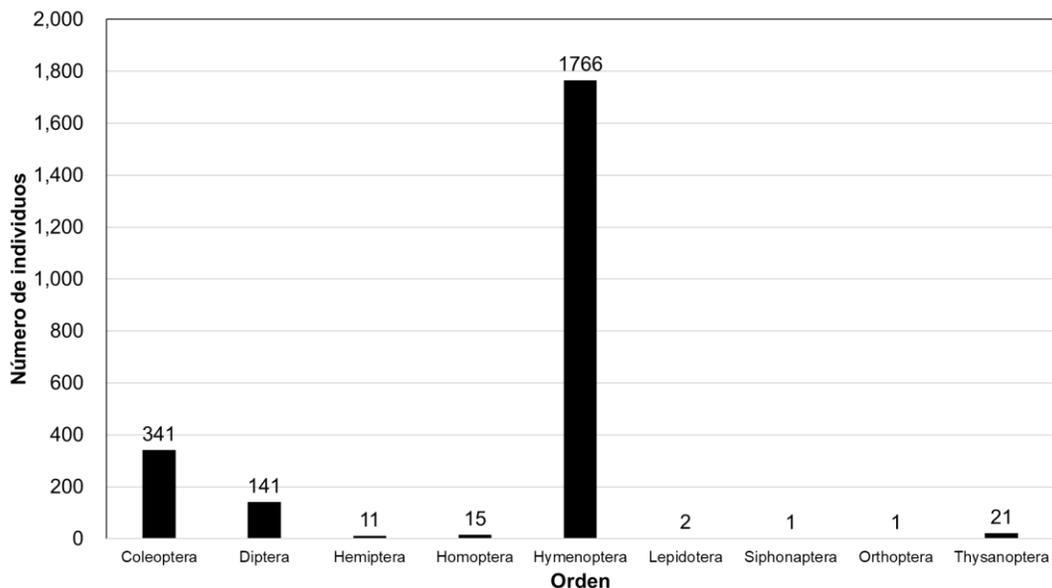


Figura 11. Número de individuos identificados por orden en el centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, San Luis Potosí.

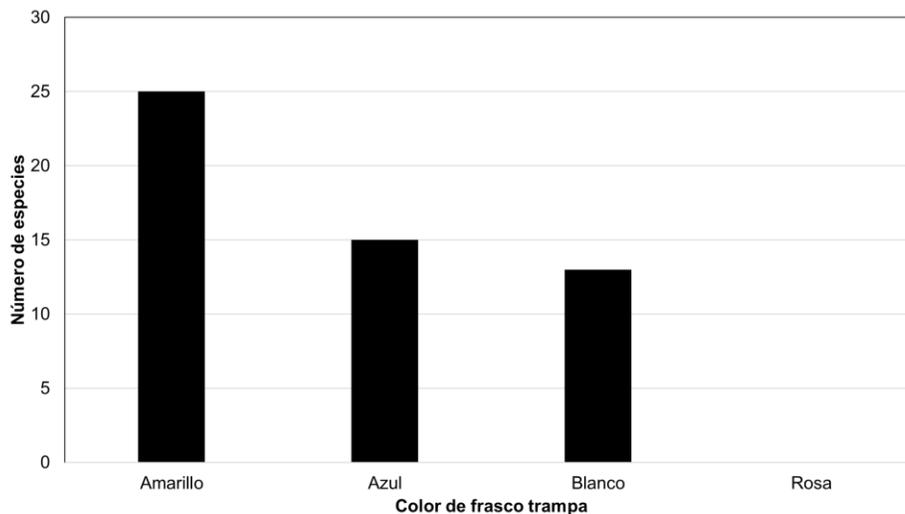


Figura 12. Número de especies capturadas por color de frasco trampa en el centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, San Luis Potosí.

Tabla 6. Número de individuos por especie capturados con los frascos trampa en el centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, S.L.P.

Orden	Familia	Especie	No. de individuos / Color de frasco trampa				Total
			Amarillo	Azul	Blanco	Rosa	
Araneae	Salticidae	<i>Eupohrys</i> sp. 2	1				1
		Salticidae sp. 1	1				1
		Salticidae sp. 2			1		1
	Thomisidae	<i>Misumenops temibilis</i>		1			1
	Clubionidae	Clubionidae sp.		1			1
Coleoptera	Buprestidae	<i>Acmaeodera haemorrhoea</i>		1			1
		<i>Acmaeodera</i> sp.	1	18		24	43
	Chrysomelidae	<i>Chaetocnema stephens</i>	1		2	2	5
	Nitidulidae	<i>Eपुरaea aestiva</i>	1				1
		Nitidulidae sp. 1		1	5	5	11
	Trogossitidae	Trogossitidae sp. 1	25	36	36	23	120
		Trogossitidae sp. 2	25	64	45	26	160
Diptera	Anthomyiidae	<i>Anthomyia illocata</i>	1		10	2	13
	Asilidae	Asilidae sp.	1				1
	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i>	3		1		4
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp. 1		2	1	2	5
	Muscidae	<i>Musca</i> sp. 1	33	19	41	5	98
		<i>Musca</i> sp. 2			20		20
Hemiptera	Tingidae	Tingidae sp		1	1		2
	Rhyparochromidae	Rhyparochromidae sp. 1			5		5
		Rhyparochromidae sp. 2			3	1	4
Homoptera	Cicadellidae	<i>Cuerna</i> sp.	2				2
		Cicadellidae sp. 4			3		3
		Cicadellidae sp. 2	4	1			5
		Cicadellidae sp. 5		2			2
		Cicadellidae sp. 6			1	2	3
<i>Andrena flavipes</i>			4				4
Hymenoptera	Andrenidae	<i>Andrena</i> sp.			1		1
		Andrenidae sp. 1			2	1	3
		<i>Colletes</i> sp. 1	1				1
	Apidae	<i>Ceratina</i> sp. 3	1				1
		Apidae sp. 1		1	1		2
		Apidae sp. 2		1			1
		Apidae sp. 3	2	2	1	1	6
		<i>Apis mellifera</i>		1			1
		Chrysididae	<i>Chrysis cessata</i>		1		
	Crabronidae	Carbonidae sp			1		1
	Formicidae	<i>Liometopum</i> sp.	23	15	15	23	76
		<i>Tapinoma</i> sp. 1	2		3	10	15
	Halictidae	<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	383	480	382	258	1503
		<i>Lasioglossum</i> sp.	2				2
		<i>Agapostemon tyleri</i>	45	4	44	2	95
		Halictidae sp. 1		5			5
Halictidae sp. 3		22	5	7		34	
Ichneumonidae	<i>Plectididae</i> sp.	2				2	
Pompilidae	Pompilidae sp.	1				1	
Scoliidae	<i>Scolia</i> sp.			1		1	
Vespidae	<i>Polistes</i> sp.	5	1	3		9	
	Vespidae sp.			1		1	

Tabla 6. Número de individuos por especie capturados con los frascos trampa en el centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, S.L.P. (continuación).

Orden	Familia	Especie	No. de individuos / Color de frasco trampa				Total
			Amarillo	Azul	Blanco	Rosa	
Lepidoptera	Tineidae	<i>Acrolophus poey</i>			1		1
	Pieridae	<i>Abaeis nicippe</i>			1		1
Siphonaptera	Pulicidae	<i>Ctenocephalides canis</i>		1			1
Orthoptera	Acrididae	<i>Trimerotropis pallidipennis</i>		1			1
Thysanoptera	Thripidae	Thripidae sp.	6	8	3	4	21
		Total de individuos	594	677	642	391	2304
		Total de especies	25	15	13	0	

Tabla 7. Número de individuos por especie capturados durante las cuatro estaciones del año en el centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, S.L.P.

Orden	Familia	Especie	No. de individuos / Estación del año				
			Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Total
Araneae	Salticidae	<i>Eupohrys</i> sp. 2	1				1
		Salticidae sp. 1			1		1
		Salticidae sp. 2	1				1
	Thomisidae	<i>Misumenops temibilis</i>	1				1
	Clubionidae	Clubionidae sp.			1		1
Coleoptera	Buprestidae	<i>Acmaeodera haemorrhoea</i>			1		1
		<i>Acmaeodera</i> sp.	38	4	1		43
	Chrysomelidae	<i>Chaetocnema stephens</i>		5			5
	Nitidulidae	<i>Eपुरaea aestiva</i>	1				1
		Nitidulidae sp. 1	5	3	3		11
	Trogossitidae	Trogossitidae sp. 1	74	1	13	32	120
		Trogossitidae sp. 2	160				160
Diptera	Anthomyiidae	<i>Anthomyia illocata</i>	2	1	10		13
	Asilidae	Asilidae sp.			1		1
	Calliphoridae	<i>Lucilia sericata</i>	1	3			4
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp. 1	3			2	5
	Muscidae	<i>Musca</i> sp. 1	40	11	43	4	98
		<i>Musca</i> sp. 2	20				20
Hemiptera	Tingidae	Tingidae sp.		1		1	2
	Rhyparochromidae	Rhyparochromidae sp. 1				5	5
		Rhyparochromidae sp. 2				4	4
Homoptera	Cicadellidae	<i>Cuerna</i> sp.	1			1	2
		Cicadellidae sp. 4			3		3
		Cicadellidae sp. 2	2	2		1	5
		Cicadellidae sp. 5	2				2
		Cicadellidae sp. 6		3			3
Hymenoptera	Andrenidae	<i>Andrena flavipes</i>		4			4
		<i>Andrena</i> sp.	1				1
		Andrenidae sp. 1		3			3
	Apidae	<i>Colletes</i> sp. 1	1				1
		<i>Ceratina</i> sp. 3		1			1
		Apidae sp. 1	2				2
		Apidae sp. 2	1				1
		Apidae sp. 3		3	3		6
		<i>Apis mellifera</i>	1				1
	Chrysididae	<i>Chrysis cessata</i>	1				1
	Crabronidae	Carbonidae sp.	1				1
	Formicidae	<i>Liometopum</i> sp.	28	22	12	14	76
		<i>Tapinoma</i> sp. 1			15		15
	Halictidae	<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	717	278	271	237	1503
		<i>Lasioglossum</i> sp.	2				2
		<i>Agapostemon tyleri</i>	55	4	5	31	95
		Halictidae sp. 1	5				5
		Halictidae sp. 3	32	1	1		34
	Ichneumonidae	Plectididae sp.		1	1		2
	Pompilidae	Pompilidae sp.			1		1
Scoliidae	<i>Scolia</i> sp.	1				1	
Vespidae	<i>Polistes</i> sp.			9		9	
	Vespidae sp.	1				1	

Tabla 7. Número de individuos por especie capturados durante las cuatro estaciones del año en el centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, S.L.P. (continuación).

Orden	Familia	Especie	No. de individuos / Estación del año				Total
			Primavera	Verano	Otoño	Invierno	
Lepidoptera	Tineidae	<i>Acrolophus poey</i>	1				1
	Pieridae	<i>Abaeis nicippe</i>			1		1
Siphonaptera	Pulicidae	<i>Ctenocephalides canis</i>	1				1
Orthoptera	Acrididae	<i>Trimerotropis pallidipennis</i>			1		1
Thysanoptera	Thripidae	Thripidae sp.	7	7	7		21
Total de individuos			1210	358	404	332	2304
Total de especies			34	8	10	2	

Se analizaron los datos con dos índices (Shannon y Pielou) para observar la diversidad y uniformidad de especies obtenidas según los colores de los frascos trampa, en la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos de los índices, observamos que el valor más alto del índice de Shannon se obtuvo en el color azul (2.5) en contraste al color rosa, el cual obtuvo un valor menor (1.5).

Para analizar la diversidad de los insectos capturados en las cuatro estaciones del año se utilizaron los mismos índices ya mencionados, se observa que la estación del año verano obtuvo el valor más alto en cuestión del índice de Shannon (1.9) (Tabla 9).

Tabla 8. Riqueza e índices de diversidad de especies aplicados a los diferentes a los colores usados en el método de los frascos trampa para la captura de artrópodos en el centro de acopio La Negrita.

Color	Abundancia (N)	Riqueza de especies (S)	Shannon (H')	Pielou (J)
Amarillo	594	25	1.5	0.47
Azul	677	15	2.5	0.92
Blanco	642	13	1.9	0.73
Rosa	391	0		

Tabla 9. Riqueza e índices de diversidad de especies aplicados a las diferentes estaciones del año en el centro de acopio La Negrita.

Estación del año	Abundancia (N)	Riqueza de especies (S)	Shannon (H')	Pielou (J)
Primavera	1210	34	1.6	0.45
Verano	358	8	1.9	0.93
Otoño	404	10	1.7	0.72
Invierno	332	2	0.7	0.99

Índice de similitud/ disimilitud de Jaccard

Se utilizó el índice de Jaccard para conocer la similitud que hay entre las especies que se capturaron los diferentes colores de los frascos trampa (Amarillo, azul, blanco y rosa), en la tabla 9 se muestra la similitud entre especies capturados en el centro de acopio Charco Cercado el mayor porcentaje de similitud se encontró entre los colores amarillo y azul (38%), el menor porcentaje se encontró entre los colores amarillo y rosa, y blanco y rosa (29%). Por otra parte, en el centro de acopio La Negrita se encontró el mayor porcentaje de similitud entre los colores blanco y rosa (50%) y el menor entre los colores amarillo y azul (29%) (Tabla 10).

Tabla 10. Porcentaje de similitud entre las especies capturadas en los frascos trampa en el centro de acopio La Negrita Guadalcázar, San Luis Potosí.

	Amarillo	Azul	Blanco	Rosa
Amarillo		29%	32%	40%
Azul	29%		31%	33%
Blanco	32%	31%		50%
Rosa	40%	33%	50%	

También se utilizó el mismo índice para conocer la similitud que hay entre las especies que se capturaron en los centros de acopio Charco Cercado y La Negrita, entre estos dos sitios hay una distancia en línea recta de 9 km aproximadamente, ambos se encuentran en el mismo municipio (Guadalcázar, San Luis Potosí). En la tabla 11 se muestra el porcentaje de similitud entre los colores que se utilizaron en ambos sitios, se encontró que hay un 26% de similitud entre el color rosa de los dos sitios y el menor porcentaje se presentó en el color azul (17%).

Tabla 11. Porcentaje de similitud entre los frascos trampa de los centros de acopio Charco Cercado y La Negrita, Guadalcázar, San Luis Potosí.

Color	Porcentaje de similitud
Amarillo	23%
Azul	17%
Blanco	19%
Rosa	26%

7.2. Registro para la fenología reproductiva de *T. bicolor* y *L. williamsii*

7.2.1. *Lophophora williamsii*

Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi

En los meses de meses de abril y mayo se registraron los primeros botones florales, esta etapa solo se observó en esos dos meses, en los siguientes no hubo presencia de ella. El estadio flor intermedia se registró en el mes de julio y durante dos meses no se observó ninguna flor intermedia, hasta el mes de septiembre. Mientras que la etapa de flor madura se registró solamente en el mes de julio. No se registraron frutos en esta localidad (Figura 13).

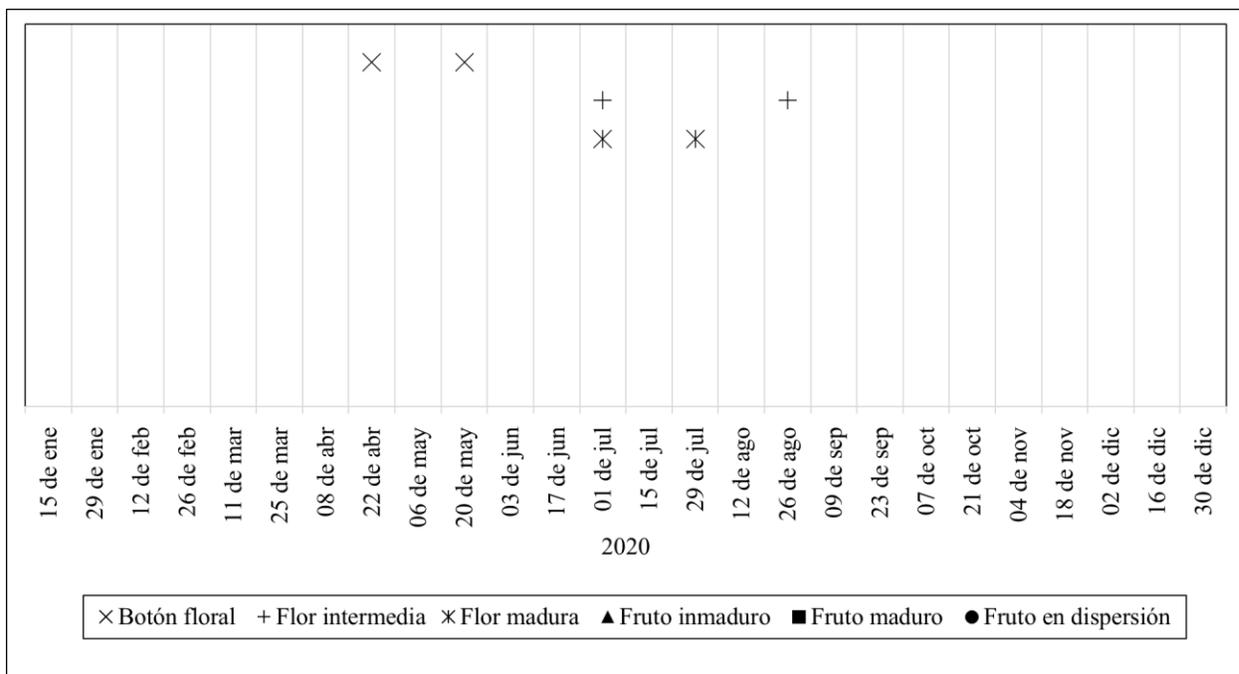


Figura 13. Patrón fenológico de la especie *L. williamsii* en el Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi, Linares, Nuevo León.

De las 10 plantas que se estudiaron, presentaron el mayor número de botones florales en los meses de abril y mayo (1), para el caso de la flor intermedia mostró la mayor producción de flores (2) en el mes de julio, mientras que para la flor madura solo se encontró una flor en el mes de julio (Tabla 12).

Tabla 12. Promedio las etapas fenológicas registradas de la especie *L. williamsii* en el Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi, Linares, Nuevo León.

Fecha (2020)	FLORES (n=10)			FRUTO (n=10)			Precipitación acumulada (mm)
	Botón floral	Flor intermedia	Flor madura	Fruto inmaduro	Fruto maduro	Fruto en dispersión	
	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	
15 de ene							0
29 de ene							2
12 de feb							0.3
26 de feb							1.6
11 de mar							0
25 de mar							8.3
08 de abr							0
22 de abr	1 ± 0.3						0
06 de may							0
20 de may	1 ± 0.4						21
03 de jun							3
17 de jun							24
01 de jul		2 ± 0.6	1 ± 0.3				1.3
15 de jul							0
29 de jul			1 ± 0.3				220
12 de ago							9
26 de ago		1 ± 0.5					31
09 de sep							20.04
23 de sep							47
07 de oct							0
21 de oct							0
04 de nov							0
18 de nov							0
02 de dic							0
16 de dic							0
30 de dic							0

Centro de acopio Charco Cercado

En los meses de febrero y marzo se registraron los primeros botones florales, el estadio flor inmadura se mostró de igual manera en el mes de febrero. Mientras que la etapa de flor madura se registró entre los meses de junio y julio.

Para el caso de la etapa de la fructificación, de la primera fase (fruto inmaduro) no se obtuvo ningún registro, por otra parte, la fase de fruto maduro se registró en los meses julio y enero del año 2021. La última fase (fruto en dispersión) se presentó solo en el mes de septiembre. (Figura 14).

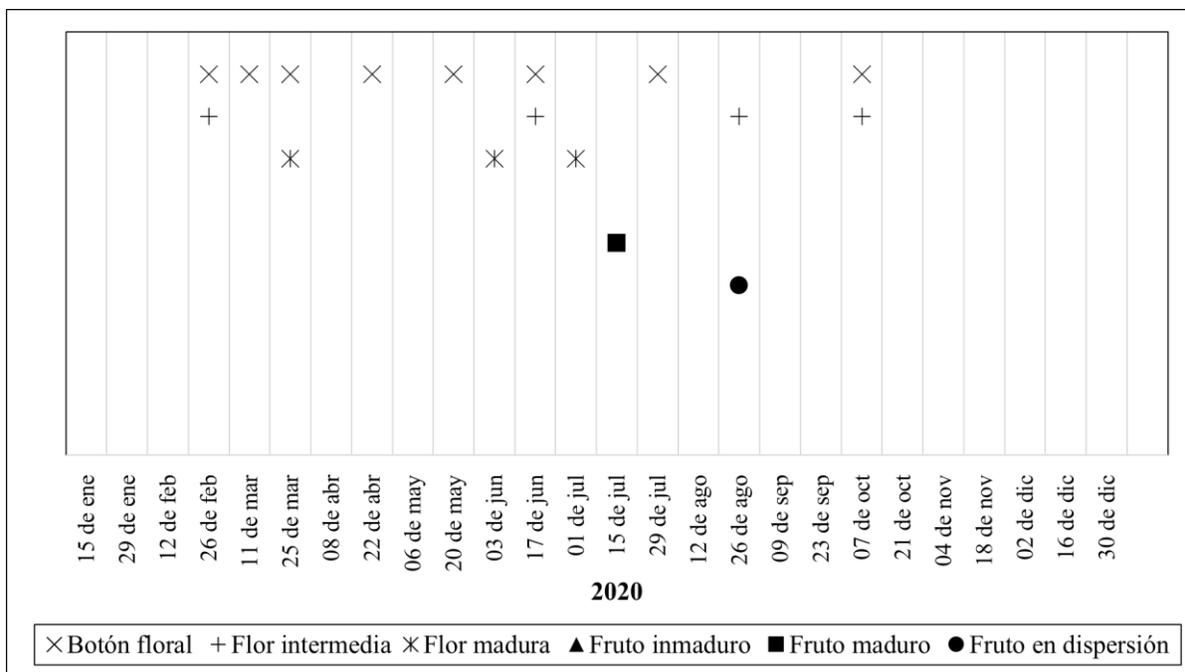


Figura 14. Patrón fenológico de la especie *L. williamsii* en el centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, San Luis Potosí.

En el mes de febrero se obtuvo el primero registró del estadio botón floral, siendo (2) el número mayor de botones registrados de las 10 plantas estudiadas, en el mes de mayo de igual manera, el mayor número fue (2) botones, para el caso de los meses marzo, abril, junio, julio y octubre, el mayor número de botones que se registro fue de uno. El primer registro que se obtuvo de la etapa de flor intermedia fue en el mes de febrero, en el cual el número mayor de flores registradas fue de uno, en los meses junio y agosto se registró la misma cantidad de flores intermedias (1), el mayor número (2) se presentó en el mes de octubre. Por otra parte, el estadio de flor madura se registró en el mes de marzo, siendo (1) el número mayor de flores, en el mes de junio se volvió a presentar esta etapa y el mayor número de flores registradas fue de 2, la mayor cantidad de flores se registró en el mes de julio (4) y fue el único mes en el que se presentó en más plantas (7) (Tabla 15).

Para el caso de la fructificación, no se obtuvieron registros del fruto inmaduro. En el mes de julio se registraron los primeros frutos maduros (2), hasta el mes de enero del año 2021 se volvió a presentar otro fruto maduro siendo (1) el número mayor de frutos. La etapa de frutos en dispersión se presentó únicamente en el mes de

agosto, de las 10 plantas el mayor número de frutos que se registró fue de 2 (Tabla 13).

Tabla 13. Promedio de las etapas fenológicas registradas de la especie *L. williamsii* en el centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, San Luis Potosí.

Fecha (2020)	FLORES (n=10)			FRUTO (n=10)			Precipitación acumulada (mm)
	Botón floral	Flor intermedia	Flor madura	Fruto inmaduro	Fruto maduro	Fruto en dispersión	
	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	
15 de ene							0
29 de ene							12
12 de feb							0
26 de feb	2 ± 0.8	1 ± 0.4					0
11 de mar							0
25 de mar	1 ± 0.5		1 ± 0.4				0
08 de abr							0
22 de abr	1 ± 0.3						3
06 de may							24
20 de may	1 ± 0.8						16
03 de jun			2 ± 0.8				14
17 de jun	1 ± 0.5	1 ± 0.4					92
01 de jul			2 ± 1.6				40
15 de jul					2 ± 0.6		10
29 de jul	1 ± 0.4						44
12 de ago							0
26 de ago		1 ± 0.3				2 ± 0.8	0
09 de sep							16
23 de sep							29
07 de oct	1 ± 0.3	2 ± 0.6					0
21 de oct							0
04 de nov							0
18 de nov							0
02 de dic							0
16 de dic							20
30 de dic							0

Centro de acopio La Negrita

En el mes de marzo se registraron los primeros botones florales, el estadio flor intermedia se registró de igual manera en el mes de marzo. Mientras que la etapa de flor madura se registró entre los meses de marzo a octubre (Figura 15).

Para el caso de la etapa de la fructificación, no se obtuvo ningún registro.

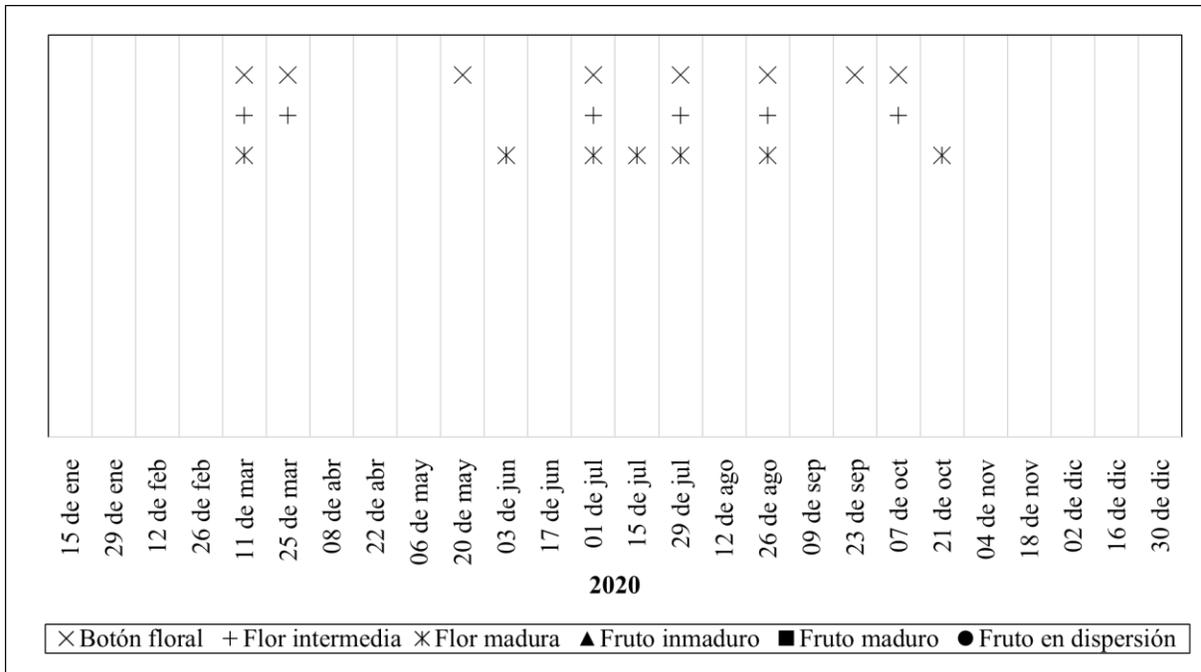


Figura 15. Patrón fenológico de la especie *L. williamsii* en el centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, San Luis Potosí.

En el mes de marzo se obtuvo el primero registró del estadio botón floral, siendo (2) el número mayor de botones registrados de las 10 plantas estudiadas, en el mes de mayo se volvió a observar esta etapa, siendo (5) el número mayor de botones por planta, para el caso de los meses julio y agosto, el mayor número de botones que se registro fue de (2), en el mes de septiembre el promedio de botones registrados fue de (1) siendo este el número mayor, los últimos botones que se observaron fueron en el mes de octubre, donde el número mayor fue de 3 botones por planta.

El primer registro que se obtuvo de la etapa de flor intermedia fue en el mes de marzo, en el cual el número mayor de flores registradas fue de (1), en los meses julio, agosto y octubre el número mayor de flores intermedias registradas por planta fue de (2).

Por otra parte, el estadio de flor madura se registró en el mes de marzo, siendo (1) el número mayor de flores, en el mes de junio se volvió a presentar esta etapa y el mayor número de flores registradas fue de (1), en las tres fechas que se visitaron

las plantas en el mes de julio, el número mayor que se registró de flores fue de (2) (Tabla 14).

Tabla 14. Promedio de las etapas fenológicas registradas de la especie *L. williamsii* en el centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, San Luis Potosí.

Fecha (2020)	FLORES (n=10)			FRUTO (n=10)			Precipitación acumulada (mm)
	Botón floral	Flor intermedia	Flor madura	Fruto inmaduro	Fruto maduro	Fruto en dispersión	
	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	
15 de ene							0
29 de ene							8
12 de feb							0
26 de feb							0
11 de mar	2 ± 0.6	1 ± 0.3	1 ± 0.3				0
25 de mar	1 ± 0.3	1 ± 0.4					3
08 de abr							3
22 de abr							0
06 de may							4
20 de may	3 ± 2						25
03 de jun			1 ± 0.5				10
17 de jun							60
01 de jul	1 ± 0.7	2 ± 0.4	2 ± 0.8				37
15 de jul			2 ± 0.8				4
29 de jul	1 ± 0.5	2 ± 0.7	2 ± 0.6				20
12 de ago							4
26 de ago	1 ± 0.7	2 ± 0.7	1 ± 0.5				0
09 de sep							4
23 de sep	1 ± 0.5						50
07 de oct	1 ± 0.9	1 ± 0.7					0
21 de oct			1 ± 0.4				0
04 de nov							0
18 de nov							0
02 de dic							0
16 de dic							19
30 de dic							0

7.2.2. *Thelocactus bicolor*

Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi

En el mes de enero se registraron los primeros botones florales y el último registro que se obtuvo fue en el mes de octubre. El estadio flor inmadura se mostró en los meses de enero, marzo, mayo, julio y septiembre, se puede observar que pasa un lapso de un mes para que se vuelva a presentar esta etapa. En el caso de la etapa de flor madura no se obtuvo ningún registro.

En el caso de la fructificación, se registraron los primeros frutos inmaduros en el mes de febrero y de marzo a julio, durante los siguientes meses no se observaron frutos inmaduros, hasta los meses de septiembre y octubre se volvieron a presentar.

Para el caso de la etapa de fruto maduro, solo se observó en el mes de junio. La última etapa (fruto en dispersión) fue registrado en los meses mayo, junio, julio y noviembre (Figura 16).

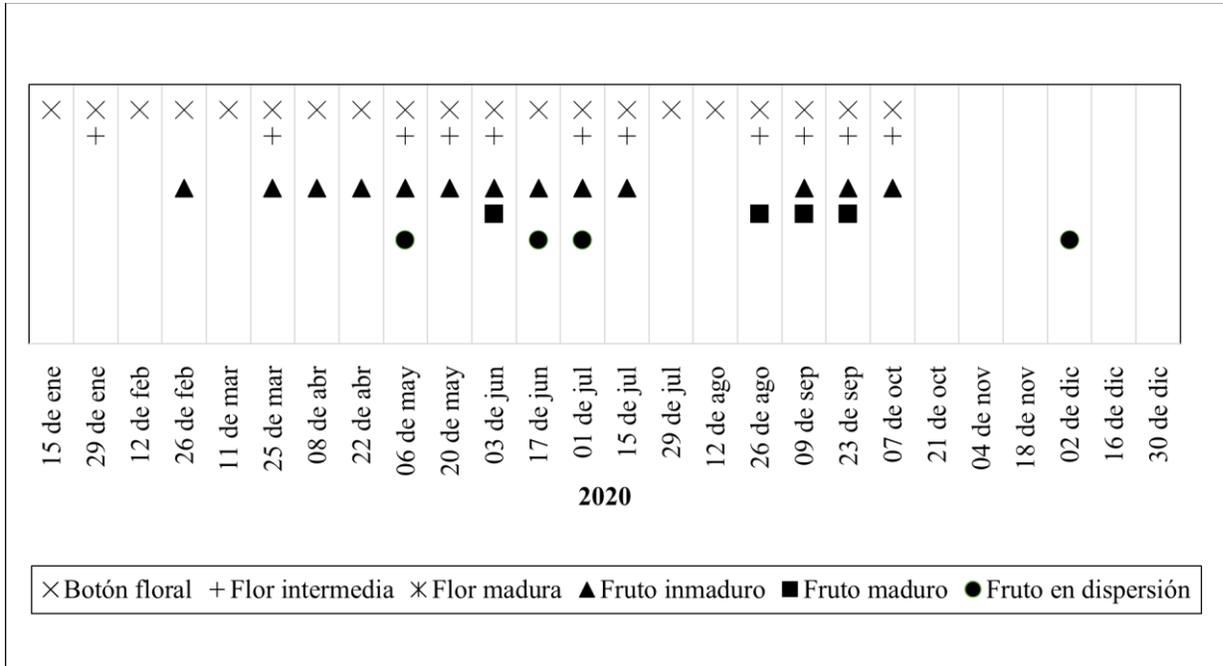


Figura 16. Patrón fenológico de la especie *T. bicolor* en el Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi, Linares, Nuevo León.

En el mes de enero se obtuvo el primero registró del estadio botón floral, siendo (5) el número mayor de botones, en el mes de febrero el mayor número fue (7) botones, para el caso de los meses marzo, abril el mayor número de botones que se registro fue de (3), en los meses mayo, junio, julio, agosto y enero del año 2021 el número mayor fue de (4). El primer registro que se obtuvo de la etapa de flor intermedia fue en el mes de enero, en el cual el número mayor de flores registradas fue de (1), en los meses de marzo, agosto y septiembre de igual manera el número que se registro fue de (1), en el mes de julio el número mayor de flores intermedias registradas fue de (5). Para el caso de la flor madura, no se obtuvieron registros de esta (Tabla 18).

La etapa de fruto inmaduro se observó por primera vez en el mes de febrero, siendo (1) el número más alto, en los meses de septiembre y abril se observaron el mismo número de frutos inmaduros, para el caso de los meses marzo y mayo, el número

mayor que se registro fue de (3), en los meses de junio y julio se observaron 4 frutos inmaduros por planta, siendo este el número más alto en todo el año de estudio. En el mes de junio se registraron los primeros frutos maduros (1), siendo este el único registro de esta etapa. El frutos en dispersión se presentó únicamente en el mes de mayo, junio y julio, en el mes de junio se registró el número más alto de frutos en dispersión (3) (Tabla 15).

Tabla 15. Promedio de las etapas fenológicas registradas de la especie *T. bicolor* en el Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi, Linares, Nuevo León.

Fecha (2020)	FLORES (n=10)			FRUTO (n=10)			Precipitación acumulada (mm)
	Botón floral	Flor intermedia	Flor madura	Fruto inmaduro	Fruto maduro	Fruto en dispersión	
	\bar{X} SD	\bar{X} SD	\bar{X} SD	\bar{X} SD	\bar{X} SD	\bar{X} SD	
15 de ene	1 ± 0.3						0
29 de ene	2 ± 1.6	1 ± 0.3					2
12 de feb	3 ± 2.2						0.3
26 de feb	3 ± 2.2			1 ± 0.3			1.6
11 de mar	2 ± 1.1						0
25 de mar	2 ± 1	1 ± 0.4		2 ± 1.2			8.3
08 de abr	2 ± 1.1			1 ± 0.3			0
22 de abr	2 ± 1.1			1 ± 0.3			0
06 de may	2 ± 1.4	1 ± 0.5		1 ± 0.3		1 ± 0.3	0
20 de may	2 ± 0.7	1 ± 0.9		3 ± 1.3			21
03 de jun	1 ± 0.3	2 ± 0.7		2 ± 1.4	1 ± 0.3		3
17 de jun	3 ± 1.5			2 ± 1.2		2 ± 1.1	24
01 de jul	1 ± 0.7	2 ± 1.6		1 ± 0.5		1 ± 0.3	1.3
15 de jul	1 ± 0.4	2 ± 0.6		1 ± 1.2			0
29 de jul	2 ± 1.3						220
12 de ago	2 ± 1.2						9
26 de ago	2 ± 1.2	1 ± 0.3		3 ± 0.9			31
09 de sep	2 ± 0.7	1 ± 0.3		1 ± 0.5			20.04
23 de sep	3 ± 0.9	1 ± 0.3		2 ± 0.6			47
07 de oct							0
21 de oct							0
04 de nov							0
18 de nov							0
02 de dic						2 ± 2.1	0
16 de dic							0
30 de dic							0

Centro de acopio Charco Cercado

En el mes de febrero se registraron los primeros botones florales y el ultimo registro que se obtuvo fue en el mes de junio, después de esto se presentó un aislamiento durante un mes, comenzando nuevamente en julio y persistió durante tres meses hasta octubre, después de esto se volvió a presentar un aislamiento durante dos meses y se volvió a observar esta etapa hasta el mes de diciembre. El estadio flor

inmadura se mostró únicamente en el mes de mayo. En el caso de la etapa de flor madura se obtuvo registro los meses de mayo y julio.

En el caso de la fructificación, se registraron los primeros frutos inmaduros en los meses de junio y julio, durante un mes no se observaron frutos inmaduros, hasta el mes de agosto, por un lapso de tres meses no se volvieron a presentar frutos pertenecientes a esta etapa, fue hasta el mes de noviembre que se obtuvo de nuevo el registro de estos. Para el caso de la etapa de fruto maduro, solo se observó en el mes de junio. La última etapa (fruto en dispersión) fue registrado en los meses agosto y octubre (Figura 17).

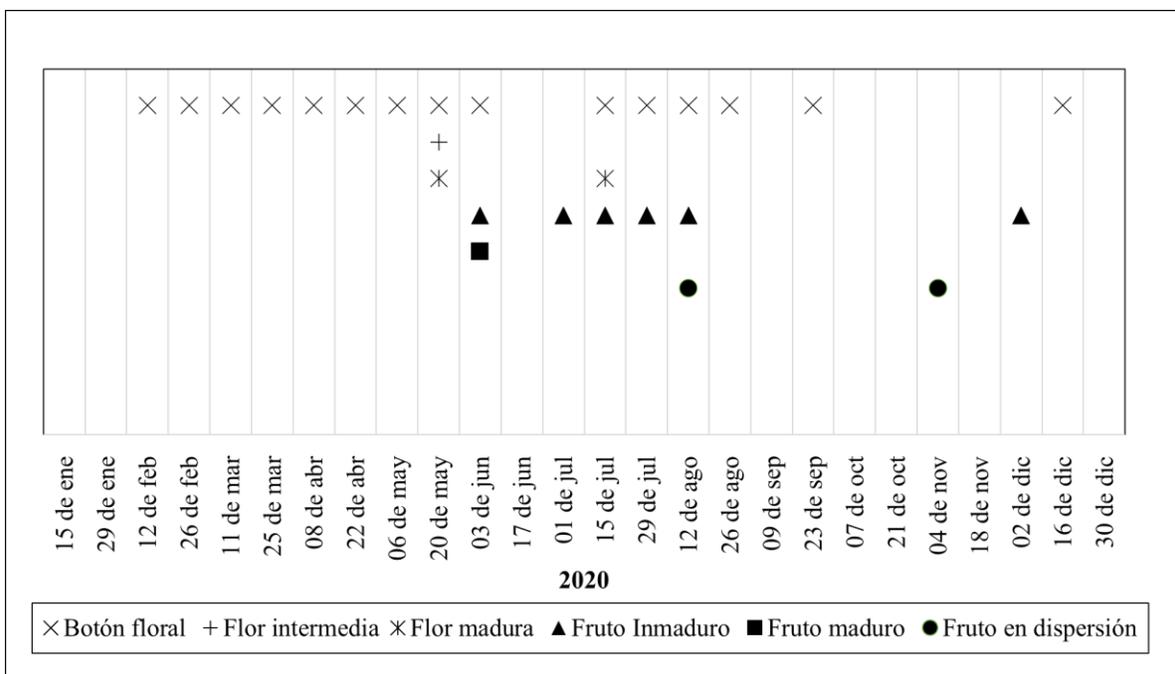


Figura 17. Patrón fenológico de la especie *T. bicolor* en el centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, San Luis Potosí.

En el mes de febrero se obtuvo el primero registró del estadio botón floral, siendo (2) el número mayor de botones, en los meses de marzo y mayo el mayor número fue (5) botones, para el caso del mes de abril el mayor número de botones que se registro fue de (6), a partir del mes de junio, el número de botones fue disminuyendo, siendo (2) el número mayor, en los meses de julio y septiembre se registró el mismo número de botones (1). El primer y único registro que se obtuvo de la etapa de flor

intermedia fue en el mes de mayo. Para el caso de la flor madura se observó en dos (mayo y julio) (Tabla 19).

La etapa de fruto inmaduro se observó por primera vez en el mes de junio, siendo (4) el número más alto, en el mes de julio se presentó el mayor registro de frutos inmaduros (8), para el caso del mes de agosto el número más alto fue de (2) En el mes de junio se presentó por primera la etapa de fruto maduro (1), siendo este el único registro de esta etapa. El frutos en dispersión se presentó únicamente en el mes de agosto y noviembre, en el mes de agosto se registró el número más alto de frutos en dispersión (3) (Tabla 16).

Tabla 16. Promedio de las etapas fenológicas registradas de la especie *T. bicolor* en el centro de acopio Charco Cercado, Guadalcázar, San Luis Potosí.

Fecha (2020)	FLORES (n=10)			FRUTO (n=10)			Precipitación acumulada (mm)
	Botón floral	Flor intermedia	Flor madura	Fruto inmaduro	Fruto maduro	Fruto en dispersión	
	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	
15 de ene							0
29 de ene							12
12 de feb	1 ± 0.3						0
26 de feb	2 ± 0.9						0
11 de mar	2 ± 1.1						0
25 de mar	3 ± 1.1						0
08 de abr	3 ± 0.8						0
22 de abr	5 ± 0.8						3
06 de may	4 ± 0.7	1 ± 0.3	1 ± 0.5				24
20 de may	2 ± 1.1						16
03 de jun	2 ± 0.8			2 ± 1.2	1 ± 0.4		14
17 de jun							92
01 de jul				5 ± 2.2			40
15 de jul	1 ± 0.5		1 ± 0.5	1 ± 0.7			10
29 de jul	1 ± 0.5			2 ± 1			44
12 de ago	1 ± 0.7			1 ± 0.7		3 ± 0.9	0
26 de ago	2 ± 1.1						0
09 de sep							16
23 de sep	1 ± 0.4						29
07 de oct							0
21 de oct							0
04 de nov						1 ± 0.3	0
18 de nov							0
02 de dic							0
16 de dic							20
30 de dic	1 ± 0.3						0

Centro de acopio La Negrita

En el mes de enero se registraron los primeros botones florales y el último registro que se obtuvo fue en el mes de junio, después de esto se presentó un aislamiento durante un mes, comenzando nuevamente en julio y persistió durante tres meses hasta septiembre, después de esto se volvió a presentar un aislamiento durante un mes y se volvió a observar esta etapa hasta los meses de octubre y noviembre.

El estadio flor inmadura se mostró en el mes de mayo durante tres meses no se observaron flores inmaduras, hasta el mes de agosto se volvió a obtener registro de estas. En el caso de la etapa de flor madura se obtuvo registro los meses de mayo y julio.

En el caso de la fructificación, se registraron los primeros frutos inmaduros en el mes de febrero, por un lapso de cuatro meses no se observaron frutos inmaduros, hasta el mes de junio y se siguieron observando flores maduras durante dos meses (julio y agosto), nuevamente durante tres meses no se volvieron a presentar frutos pertenecientes a esta etapa, fue hasta el mes de octubre que se obtuvo de nuevo el registro de estos. Para el caso de la etapa de fruto maduro, se observaron en el mes de febrero, no hubo presencia de estos durante seis meses, en los meses de agosto y septiembre se volvieron a observar. La última etapa (fruto en dispersión) fue registrado en los meses junio, septiembre y octubre (Figura 18).

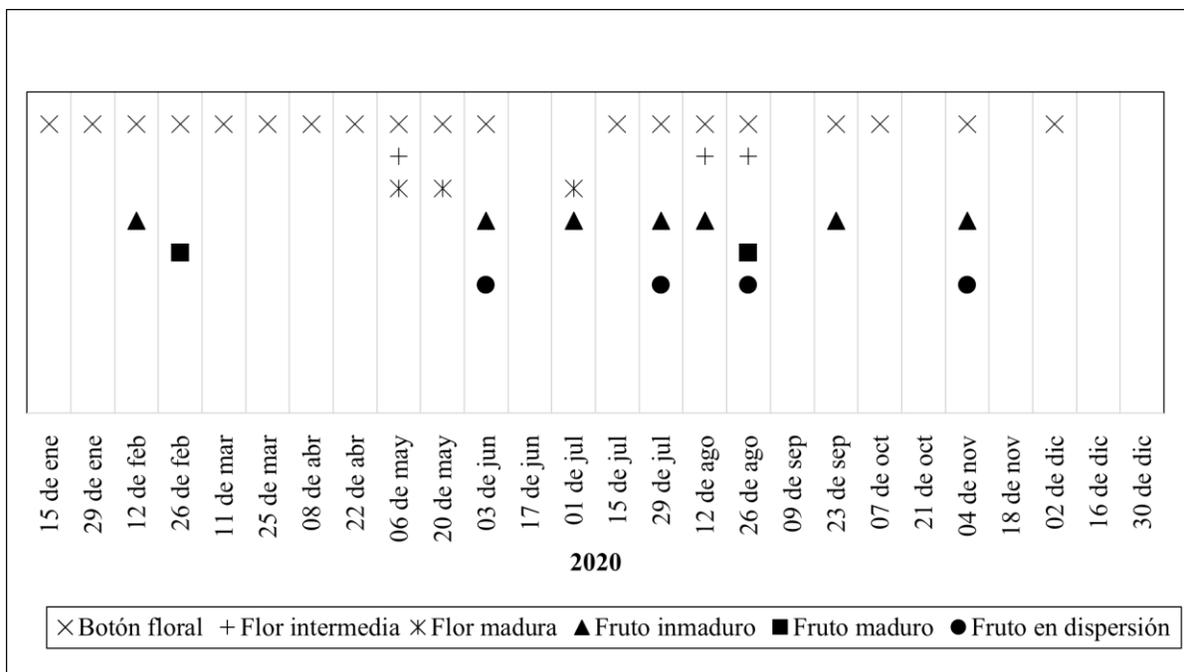


Figura 18. Patrón fenológico de la especie *T. bicolor* en el centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, San Luis Potosí.

En el mes de enero se obtuvo el primero registró del estadio botón floral, siendo (4) el número mayor de botones, en el mes de febrero el mayor número fue (5) botones, para el caso del mes marzo el mayor número de botones que se registro fue de (10) siendo este el número más alto registrado en todo el año de estudio, los meses de abril y julio se registró el mismo número de botones (6), en el mes de mayo el número más alto que se registro fue de (4), para el caso del mes de agosto, el número mayor de botones registrados por planta fue de (5), en los meses de septiembre y noviembre se registró el mismo número de botones (4). El primer registro que se obtuvo de la etapa de flor intermedia fue en el mes de mayo, esta etapa se volvió a presentar en el mes de agosto siendo (2) el número mayor de flores intermedias. Para el caso de la flor madura se observó en dos (mayo y julio), en el mes de mayo se observó el mayor número de flores maduras (6) (Tabla 20).

La etapa de fruto inmaduro se observó por primera vez en el mes de febrero, en los meses de junio y julio se observó el mayor número de frutos inmaduros por planta siendo (6 y 9). El frutos en dispersión se presentó únicamente en los meses de

febrero y agosto. En el mes de agosto se registró el número más alto de frutos en dispersión (3) (Tabla 17).

Tabla 17. Promedio de las etapas fenológicas registradas de la especie *T. bicolor* en el centro de acopio La Negrita, Guadalcázar, San Luis Potosí

Fecha (2020)	FLORES (n=10)			FRUTO (n=10)			Precipitación acumulada (mm)
	Botón floral	Flor intermedia	Flor madura	Fruto inmaduro	Fruto maduro	Fruto en dispersión	
	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	\bar{x} SD	
15 de ene	2 ± 1.5						0
29 de ene	2 ± 1.2						8
12 de feb	3 ± 1.4			1 ± 0.3			0
26 de feb	4 ± 1.6				1 ± 0.3		0
11 de mar	6 ± 1.6						0
25 de mar	6 ± 2.1						3
08 de abr	3 ± 0.7						3
22 de abr	4 ± 0.9						0
06 de may	3 ± 0.8	1 ± 0.4	2 ± 0.9				4
20 de may	3 ± 1.6		4 ± 1.5				25
03 de jun	2 ± 2.1			4 ± 2.2		1 ± 0.3	10
17 de jun							60
01 de jul				5 ± 2.6			37
15 de jul	3 ± 1.8						4
29 de jul	2 ± 1.2			3 ± 1.2		1 ± 0.3	20
12 de ago	2 ± 1.5	2 ± 0.7		2 ± 1.1			4
26 de ago	2 ± 1.6				1 ± 0.4	2 ± 1.1	0
09 de sep							4
23 de sep	2 ± 1.3			2 ± 1.1			50
07 de oct	2 ± 0.7						0
21 de oct							0
04 de nov	2 ± 1.2			1 ± 0.3		1 ± 0.3	0
18 de nov							0
02 de dic	2 ± 0.8						0
16 de dic							19
30 de dic							0

7.2.3. Apertura y cierre de la flor de las dos especies estudiadas

En el caso de la flor de *T. bicolor* ubicada en el centro de acopio Charco Cercado se registró que se mantiene abierta aproximadamente 4 horas en un horario de 13:25 a 17:15 p.m., las plantas de esta misma especie, ubicadas en el centro de acopio La Negrita mostraron un horario similar al ya mencionado (13:50 – 17:00 p.m.). Las flores de la especie *L. williamsii* presentaron un horario de apertura diferente en los tres sitios, para el caso de las plantas ubicadas en Charco Cercado se registró que las flores se mantienen abiertas aproximadamente de 4 a 5 horas. Las flores de las plantas ubicadas en el Jardín Botánico de igual manera que en

Charco Cercado se registró que su apertura se presentó a partir del mediodía con una duración aproximada de 3 a 5 horas. En cambio, las plantas de esta misma especie que se ubican en el centro de acopio La Negrita presentaron su apertura desde las 9:30 a.m. hasta las 16:00 p.m., dando un total de 6 horas con 30 minutos (Tabla 18).

Tabla 18. Registro de hora de apertura y cierre de la flor de *L. williamsii* y *T. bicolor* en los tres sitios de estudio.

Fecha	Charco Cercado		La Negrita		Jardín Botánico	
	<i>T. bicolor</i>	<i>L. williamsii</i>	<i>T. bicolor</i>	<i>L. williamsii</i>	<i>T. bicolor</i>	<i>L. williamsii</i>
06-mar-20						
09-mar-20		11:28 - 15:20 hrs				
04-may-20	13:25 - 17:15 hrs					
05-may-20			13:50 - 17:00 hrs			
12-jun-20		11:30 - 16:00 hrs		9:30 - 16:00 hrs		
30-jun-20						14:00 - 17:51 hrs
03-jul-20						12:53 - 17:00 hrs

7.3. Análisis de diversidad de artrópodos asociados a las flores de las cactáceas

7.3.1. *Thelocactus bicolor*

En relación con los artrópodos observados en las flores de *T. bicolor* ubicado en el centro de acopio La Negrita, En esta planta solo estuvieron presentes insectos pertenecientes al orden Hymenoptera y Coleoptera. Para el caso de los himenópteros se identificaron dos familias; Halictidae y Megachilidae, por otra parte, en los coleópteros solo estuvieron presente individuos pertenecientes a la familia Nitidulidae.

En la tabla 19 se indica los individuos que estuvieron presentes durante la floración de la planta, así como la estación del año, actividad y la hora en la que realizó esta misma (Figura 19 y 20).

Tabla 19. Insectos presentes durante la floración de *T. bicolor* en el centro de acopio La Negraita.

Estación del año	Orden	Familia	Especie	No. de insectos	Horario	Actividad
Verano	Hymenoptera	Halictidae	<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	6	16:00 - 17:00 hrs	Pecoreo
Verano	Hymenoptera	Megachilidae	Megachilidae sp. 1	3	16:00 - 17:00 hrs	Pecoreo
Otoño	Hymenoptera	Halictidae	<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	1	16:30 - 17:30 hrs	Pecoreo
Otoño	Hymenoptera	Halictidae	<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	4	16:30 - 17:30 hrs	Pecoreo
Otoño	Coleoptera	Nitidulidae	Nitidulidae sp. 1	1	16:30 - 17:30 hrs	Percha

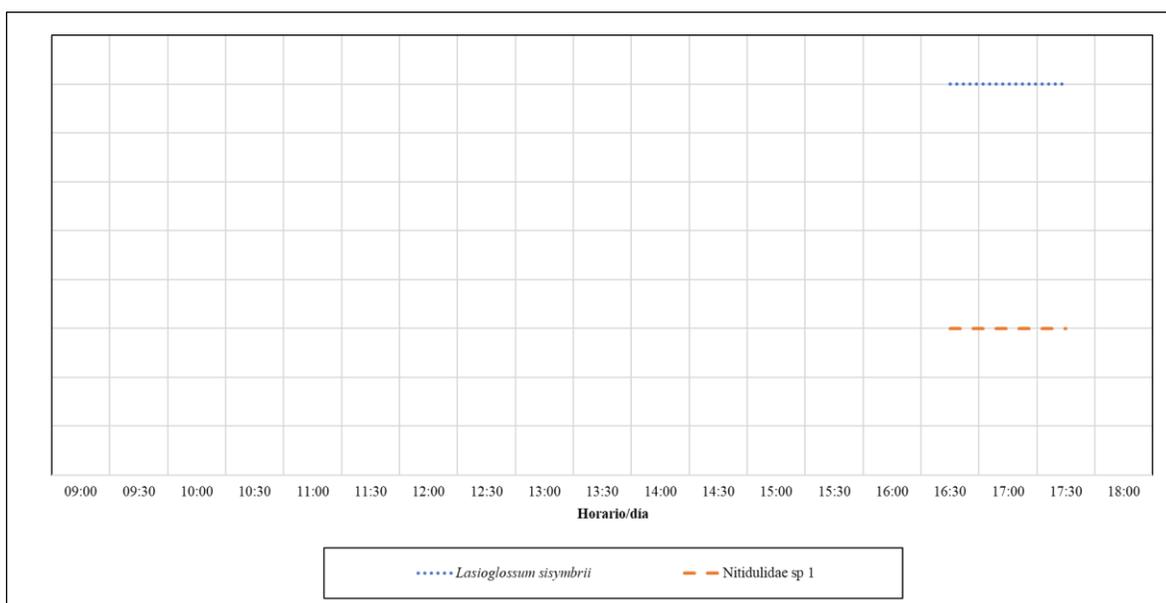


Figura 19. Registro de la hora en la que el insecto visitó las flores de *T. bicolor* en la estación otoño en el centro de acopio La Negraita Guadalcázar, San Luis Potosí.

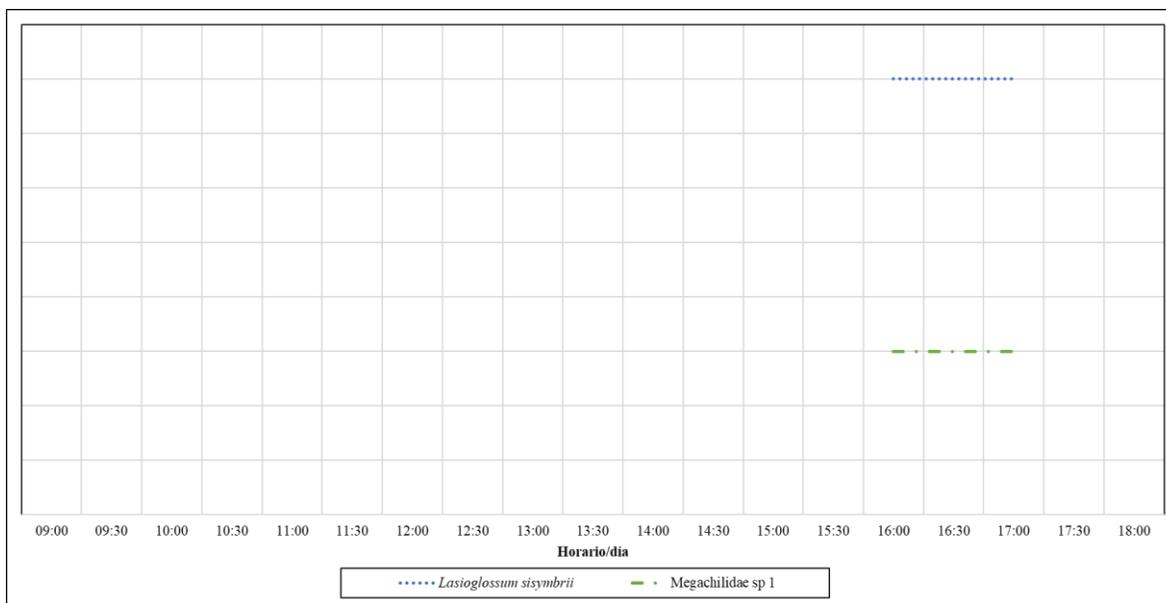


Figura 20. Registro de la hora en la que el insecto visitó las flores de *T. bicolor* en la estación verano en el centro de acopio La Negrita Guadalcázar, San Luis Potosí.

En relación con los artrópodos observados en *T. bicolor* ubicado en el centro de acopio Charco Cercado. Al igual que en La Negrita solo estuvieron presentes insectos pertenecientes al orden Hymenoptera y Coleoptera. Para el caso de los himenópteros se identificaron dos especies que pertenecen a los géneros *Lasioglossum* (*L. sisymbrii*) y *Agapostemon* (*A. tyleri*). Por otra parte, en los coleópteros solo estuvieron presente individuos pertenecientes a la familia Nitidulidae.

En la tabla 20 se indica los artrópodos que estuvieron presentes durante la floración de la planta, así como la estación del año, actividad y la hora en la que realizó esta misma (Figura 21 y 22).

Tabla 20. Insectos presentes durante la floración de *T. bicolor* en el centro de acopio Charco Cercado.

Estación del año	Orden	Familia	Especie	No. de insectos	Horario	Actividad
Verano	Hymenoptera	Halictidae	<i>Agapostemon tyleri</i>	1	16:00 - 17:00 hrs	Pecoreo
Verano	Hymenoptera	Halictidae	<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	4	16:00 - 17:00 hrs	Pecoreo
Invierno	Coleoptera	Nitidulidae	Nitidulidae sp. 1	3	16:00 - 17:00 hrs	Percha

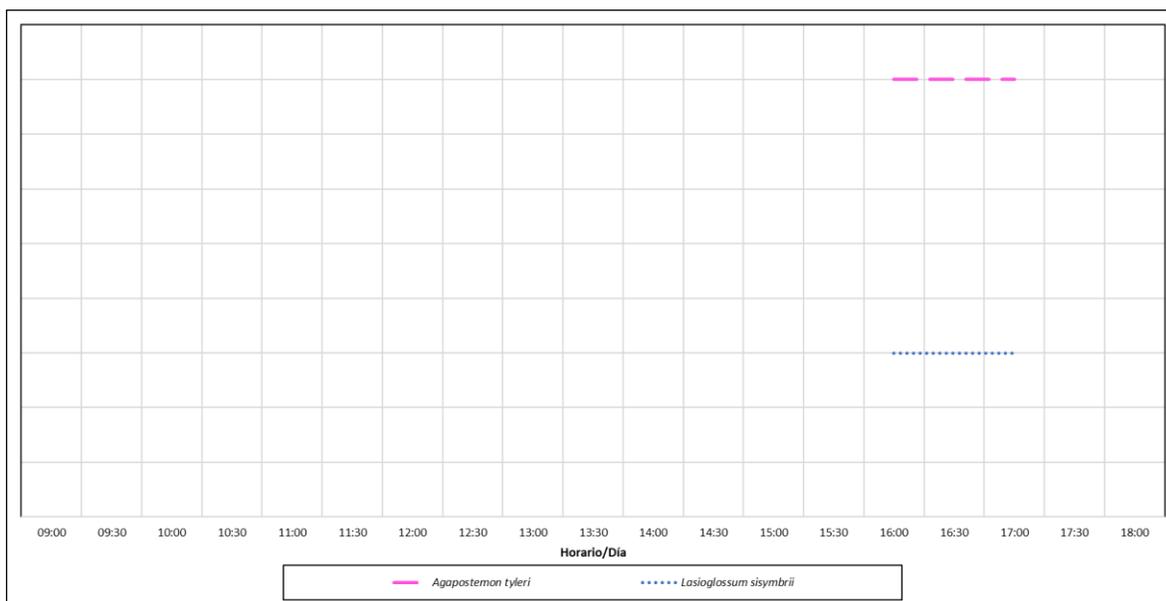


Figura 21. Registro de la hora en la que el insecto visitó las flores de *T. bicolor* en la estación verano en el centro de acopio Charco Cercado Guadalcázar, San Luis Potosí.

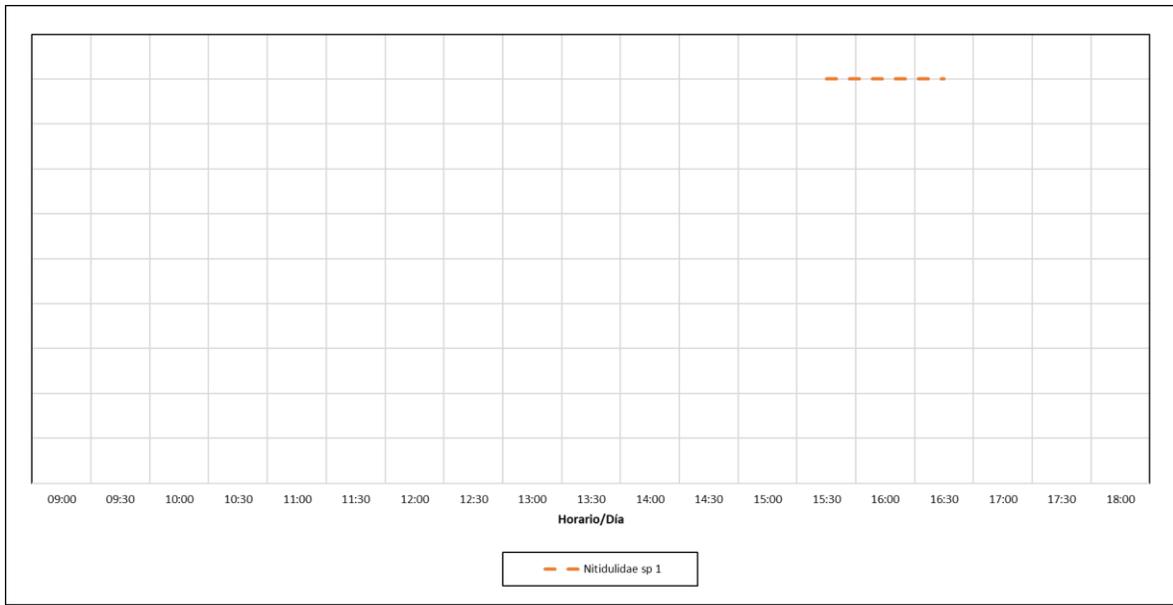


Figura 22. Registro de la hora en la que el insecto visitó las flores de *T. bicolor* en la estación invierno en el centro de acopio Charco Cercado Guadalcázar, San Luis Potosí.

Índice de similitud/ disimilitud de Jaccard

Se utilizó el índice de Jaccard para conocer la similitud que hay entre las especies que visitan las flores de *T. bicolor* en el centro de acopio Charco Cercado y La Negrita, entre estos dos sitios hay una distancia en línea recta de 9 km aproximadamente, ambos se encuentran en el mismo municipio (Guadalcázar, San Luis Potosí).

El índice nos indica que hay un 50% de similitud.

7.3.2. *Lophophora williamsii*

Los artrópodos asociados a *L. williamsii* en el centro de acopio La Negrita correspondieron a tres órdenes (Coleoptera, Diptera e Hymenoptera). Los individuos que fueron capturados del orden Coleoptera pertenecen a la familia Trogossitidae. En el caso de los dípteros se identificó una especie (*M. domestica* (Linnaeus, 1758)) la cual pertenece al género *Musca* de la familia Muscidae. Por otro lado, se identificaron cuatro familias pertenecientes al orden Hymenoptera;

Halictidae, en esta familia se identificó una especie *Lasioglossum sisymbrii* (Cockerell, 1895); Formicidae, los individuos que se identificaron de esta familia

pertencen al género *Liometopum*; Apidae y Megachilidae, en la tabla 21 se indica los artrópodos que estuvieron presentes durante la floración de la planta, así como la estación del año, actividad y la hora en la que realizó esta misma (Figura 23 y 24).

Tabla 21. Insectos presentes durante la floración de *L. williamsii* en el centro de acopio La Negrita.

Estación del año	Orden	Familia	Especie	No. de insectos	Horario	Actividad
Verano	Coleoptera	Trogossitidae	Trogossitidae sp. 1	2	16:00 - 17:00 hrs	Percha
Verano	Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	1	13:30 - 15:50 hrs	Percha
Verano	Hymenoptera	Megachilidae	Megachilidae sp. 1	10	13:30 - 15:50 hrs	Pecoreo
Verano	Hymenoptera	Apidae	Apidae sp. 1	2	13:30 - 15:50 hrs	Pecoreo
Verano	Hymenoptera	Formicidae	<i>Liometopum</i> sp.	1	13:30 - 15:50 hrs	Alimento
Otoño	Diptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	2	11:30 - 12:40 hrs	Percha
Otoño	Hymenoptera	Halictidae	<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	5	16:30 - 17:30 hrs	Pecoreo

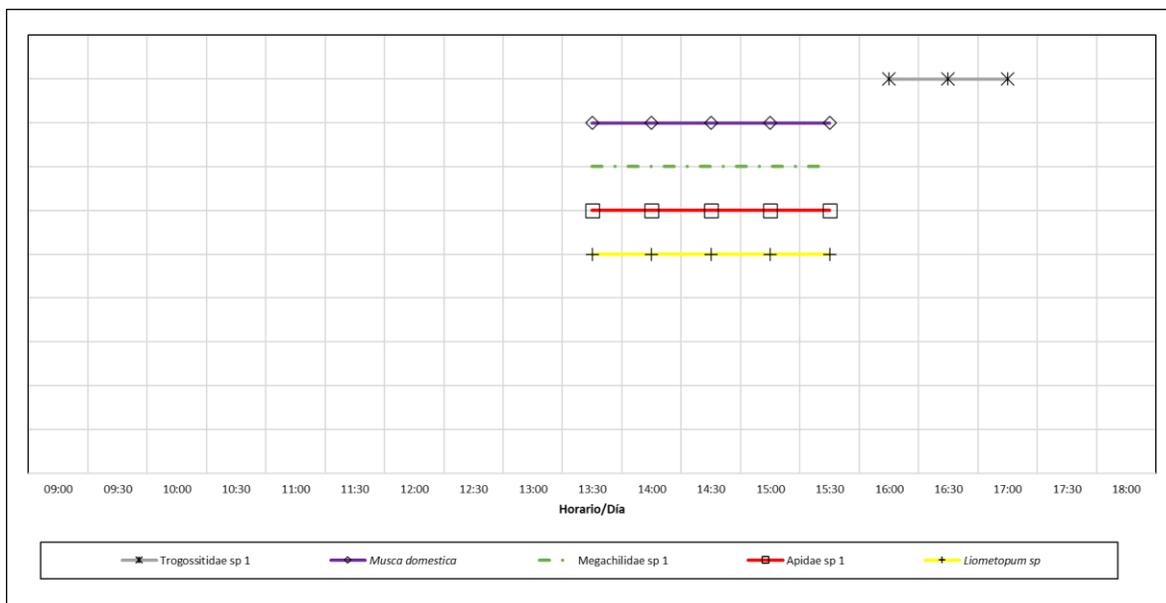


Figura 23. Registro de la hora en la que el insecto visitó las flores de *L. williamsii* en la estación verano en el centro de acopio La Negrita Guadalcázar, San Luis Potosí.

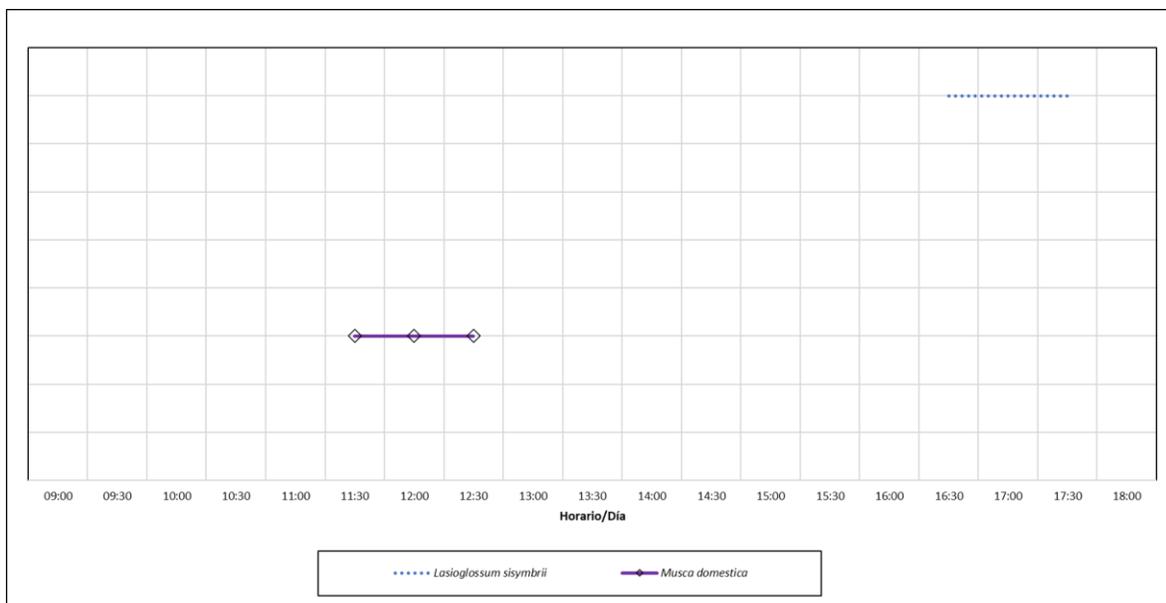


Figura 24. Registro de la hora en la que el insecto visitó las flores de *L. williamsii* en la estación otoño en el centro de acopio La Negrita Guadalcázar, San Luis Potosí.

Los artrópodos asociados a *L. williamsii* en el centro de acopio Charco Cercado correspondieron únicamente al orden Hymenoptera, los individuos que fueron capturados pertenecen a la familia Halictidae, en esta familia se identificó la especie *Lasioglossum sisymbrii* (Cockerell, 1895). En la tabla 22 se indica los artrópodos que estuvieron presentes durante la floración de la planta, así como la estación del año, actividad y la hora en la que realizó esta misma (Figura 25).

Tabla 22. Insectos presentes durante la floración de *T. bicolor* en el centro de acopio Charco Cercado.

Estación del año	Orden	Familia	Especie	No. de insectos	Horario	Actividad
Invierno	Hymenoptera	Halictidae	<i>Lasioglossum sisymbrii</i>	1	16:00 - 17:00 hrs	Pecoreo

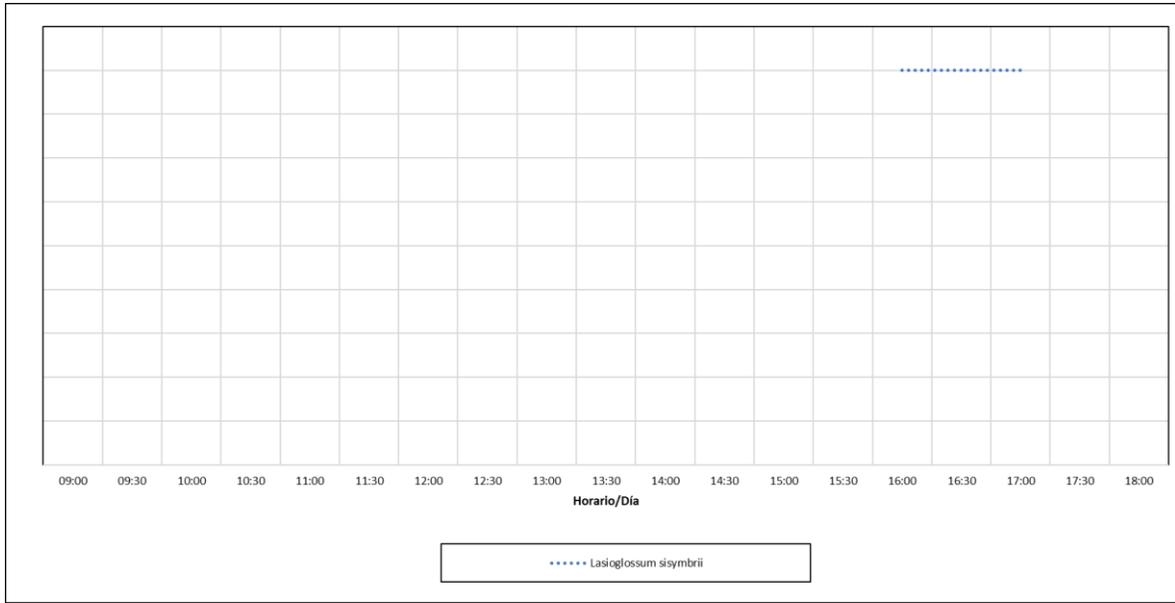


Figura 25. Registro de la hora en la que el insecto visitó las flores de *L. williamsii* en la estación invierno en el centro de acopio Charco Cercado Guadalcázar, San Luis Potosí.

índice de similitud/ disimilitud de Jaccard

Se utilizó el índice de Jaccard para conocer la similitud que hay entre las especies que visitan las flores de *L. williamsii* en el centro de acopio Charco Cercado y La Negrita, entre estos dos sitios hay una distancia en línea recta de 9 km aproximadamente, ambos se encuentran en el mismo municipio (Guadalcázar, San Luis Potosí).

El índice nos indica que hay un 16.7% de similitud.

8. DISCUSIÓN

Análisis de diversidad de artrópodos asociados a los frascos trampa de colores

En cuanto el número de individuos capturados en cada color utilizado para los frascos trampa, se encontró que el color azul en el centro de acopio La Negrita fue el color en el que se obtuvo la mayor abundancia de individuos (677). En otros estudios, se ha observado un mayor número de capturas en las trampa de color azul, medidas por riqueza y abundancia. (Campbell y Hanula (2007); Grundel *et al.*, 2011), mientras que Krug y Alvesdos-Santos (2008) encontraron que en las trampas de color amarillo se capturó mayor número de individuos. Para el caso de Charco Cercado la mayor abundancia se presentó en el color amarillo (380). Gonçalves y Oliveira (2013) menciona que el color de la trampa puede influir en la riqueza de las muestras en un período de muestreo, pero no al agrupar las muestras y puede tener una ligera influencia en la composición.

La eficiencia de las trampas puede variar según la disponibilidad de los recursos florales, es decir, cuanto mayor es la disponibilidad floral, menor es la eficiencia del muestreo (Cane *et al.*, 2000; Mayer, 2005; Roulston *et al.*, 2007; Wilson *et al.*, 2008; Morandin y Kremen, 2013) esto difiere en nuestro estudio ya que, la abundancia más alta para ambos sitios fue en la estación de primavera.

Los individuos que pertenecen a la familia Halictidae se vieron atraídas hacia los cuatro colores utilizados en los frascos trampa en ambos sitios y los individuos de la familia Andrenidae para el caso de Charco Cercado se capturó una especie con el frasco trampa de color azul. En La Negrita se capturó una especie con el color azul y dos en el color rosa, en cambio Sircom *et al.* (2018) mencionan en su estudio que entre las abejas no eusociales, tal como los miembros de Halictidae se sintió algo atraída por el azul, mientras que los de la familia Andrenidae no.

Registro para la fenología reproductiva de *T. bicolor* y *L. williamsii*

De acuerdo a las observaciones en *Havardia pallens* y *Zanthoxylum fagara*, Alvarado (2003) menciona que aquellas especies que evolutivamente han optado por desarrollar con mucha anticipación sus botones florales, posiblemente han ajustado la antesis de los mismos con determinadas condiciones ambientales, con lo cual corren el riesgo de llevar a maduración los botones al presentarse una determinada condición ambiental, y si esta condición no es sostenida, las flores posiblemente no completarán su desarrollo, por lo que la planta opta por abortarlos tempranamente y no invertir recursos en flores que difícilmente alcanzarán el objetivo final de producir semillas. Esto se observó en la especie *T. bicolor* ubicada en el Jardín Botánico EHX donde durante varios meses estuvo produciendo botones florales, pero de estos botones muy pocos continuaron con las siguientes fases de desarrollo.

Los individuos de *L. williamsii* de los tres sitios de estudio presentaron su mayor producción de flores maduras cuando se registraron las mayores precipitaciones, esto fue en el mes de julio. En contraste, la especie *T. bicolor* en los sitios que estaban ubicados en el municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí, este presentó su mayor producción de flores un mes antes (mayo) de que comenzaran los meses con mayor precipitación. García (2020) registró que el género *Mammillaria* presentó una mayor producción de flores durante periodos de precipitaciones bajas.

Otro factor que puede afectar la floración de las plantas es por el fotoperiodo y las respuestas son muy variables (específicas de cada especie) de forma que no todas las especies adelantaron la floración, e incluso algunas la retrasaron (Fitter y Fitter 2002; Obeso y Herrera, 2018).

Thelocactus bicolor en el sitio Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi produjo una mayor cantidad de frutos en los meses de marzo a agosto, cuando la temperatura media oscila entre los 25° C y 29° C, para el caso de *T. bicolor* en Charco Cercado se observó una mayor producción de flores y frutos en los meses de junio y julio cuando la temperatura media se encuentra en 23° C, en el centro de acopio La Negrita se presentó algo similar, la única diferencia fue que la temperatura

estaba entre 21°C a 22°C. La especie *Lophophora williamsii* fue similar a *T. bicolor* en la producción de flores y frutos con relación a la temperatura. Este acontecimiento se observó en una investigación que realizó García (2020) en la que menciona que, durante los periodos de temperaturas altas, los géneros *Thelocactus* y la especie *Mammillaria sphaerica* generaron una buena producción de flores y frutos.

Aunque los desplazamientos son muy variables entre especies, en las regiones templadas se estima que un incremento de la temperatura media anual de 1°C conduce a un adelanto de la floración entre 2 y 6 días (Fitter y Fitter 2002; Obeso y Herrera, 2018). Analizando las gráficas de fenología y el climograma, se observa que la floración en la especie *L. williamsii* se presentó en el mes de febrero en los centros de acopio que están ubicados en el municipio de Guadalcázar, San Luis Potosí donde se registró una temperatura media anual de 20°C para Charco Cercado y 19°C para La Negrita, en comparación con las plantas que estaban ubicadas en el Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi (Linares, Nuevo León) que comenzaron su floración en el mes de abril; en este sitio se registró una temperatura media anual de 22°C.

Salvatierra (2020) menciona que se necesitan más estudios a largo plazo para establecer cómo las condiciones climáticas, las precipitaciones y la temperatura influyen en la generación de botones florales, ya que la producción se ve afectada en periodos de sequía.

Análisis de diversidad de artrópodos asociados a las flores de las cactáceas

Los insectos pertenecientes a la familia Halictidae fueron capturados en tres estaciones del año (verano, otoño e invierno) todos en el mismo horario (16:00 – 17:00 h) para ambas especies (*T. bicolor* y *L. williamsii*) a excepción de las plantas de *L. williamsii* ubicadas en La Negrita. La abundancia de la familia Halictidae se vio beneficiada probablemente con el aumento de la radiación solar, ya que, al tener un tamaño pequeño tienden a perder más rápido la temperatura de su cuerpo, es probable que, por esto cuando los niveles de radiación son mayores, su actividad aumenta (Heinrich, 1974; Celis y Cure, 2017; Fernandes *et al*, 2011; Abril, 2019).

En un estudio realizado por Roubik y Buchmann (1984), determinaron que la mayor concentración de néctar se da durante la mañana, debido a que la floración se ve influenciada por el fotoperiodo (Obeso y Herrera, 2018) y que la actividad de los insectos de la familia Apidae, fue mayor en la mañana, disminuyendo durante la tarde. Abril (2019) lo confirma en su investigación donde la abundancia de individuos de la familia Apidae, disminuyó significativamente entre las 14:00 y 16:00 hrs. Sin embargo, en esta investigación, estos insectos pertenecientes a la familia Apidae se presentaron entre las 13:30 y 15:50 hrs en verano.

Los individuos de la familia Formicidae solo se registraron una ocasión, en verano y se les capturó en un horario de 13:30 y 15:50 hrs, en el mes septiembre se colectaron estos individuos, se presentó una precipitación mensual de 58 mm. La abundancia de la familia Formicidae disminuyó cuando se registra un aumento en la precipitación; las precipitaciones extremas pueden inundar los suelos, donde realizan sus actividades los individuos de esta familia (Obeso y Herrera, 2018; Abril, 2019).

El género *Agapostemon* se presentó únicamente en *T. bicolor*, siendo *A. tyleri* la especie que se capturó en verano en un horario de 16:00 - 17:00 hrs. Hurd y Linsley (1975) y Hurd *et al.* (1980) encontraron que los individuos del género *Agapostemon* se relacionaron principalmente con cucurbitáceas y asteráceas. Ramírez (2011) en su estudio encontró nuevas especies de plantas pertenecientes a otras familias que son fuente de recurso para el *Agapostemon* entre ellas destaca la especie *A. tyleri* en las flores de *Opuntia*.

La actividad de los insectos polinizadores como la floración de las plantas responden a un requerimiento de grados-día específico y en algunos casos es necesario que pasen periodos fríos invernales o requerimientos de periodos de bajas temperaturas durante el invierno, los insectos son más sensibles a responder a los cambios térmicos que las plantas (Parmesan 2007; Obeso y Herrera, 2018).

9. CONCLUSIONES

Análisis de diversidad de artrópodos asociados a los frascos trampa de colores

Para el caso del centro de acopio Charco Cercado se obtuvo un total 72 especies (incluyendo morfoespecies) las cuales pertenecen a 35 familias de la clase Insecta y 3 de la clase Arachnida, por otra parte, en el centro de acopio La Negrita se obtuvo un listado de 52 especies (incluyendo morfoespecies) las cuales pertenecen a 27 familias de la clase Insecta y 3 pertenecientes a la clase Arachnida.

De los cuatro colores utilizados, en los frascos trampa, el amarillo, colocado en el centro de acopio Charco Cercado registró la mayor abundancia (380) y número de especies exclusivas (32), en contraste, el color rosa reportó el menor número de especies exclusivas (4). Sin embargo, en los frascos que se colocaron en el centro de acopio La Negrita, el frasco de color azul fue en el que se colectó una mayor abundancia (677), y el color amarillo registró un mayor número de especies exclusivas (25), no se registró ninguna especie exclusiva con el color rosa.

El porcentaje más alto que se encontró de similitud entre el color rosa de los frascos trampa, entre los dos sitios ubicados en Guadalcázar, San Luis Potosí fue de 26% en el color rosa y el porcentaje más bajo fue de 17% en el color azul, el color amarillo obtuvo un 23% de similitud y el color blanco un 19%.

Registro para la fenología reproductiva de *T. bicolor* y *L. williamsii*

La especie *L. williamsii* no presentó la etapa de fructificación en el Jardín Botánico Efraím Hernández Xolocotzi ni en el centro de acopio La Negrita, la fructificación se registró en Charco Cercado. Para el caso de la etapa de floración esta especie inicio en el mes de febrero en los dos sitios de Guadalcázar, S.L.P. y en el Jardín Botánico esta etapa se presentó hasta el mes de abril.

El horario de apertura y cierre de la flor de *L. williamsii* fue diferente para los tres sitios de estudio, ya que, para los individuos que se encuentra en el municipio de Guadalcázar S.L.P. se presentó la apertura antes del mediodía manteniéndose

abiertas durante 4 y 6 horas. Los individuos de Linares N.L. presentaron su apertura después de mediodía manteniéndose abiertas entre 3 y 5 horas.

Thelocactus bicolor fue similar en la etapa botón floral para los tres sitios de estudio, los individuos iniciaron la floración en los meses de enero y febrero, para el caso de los individuos del Jardín Botánico EHX fue constante durante 10 meses (enero – octubre), en contraste a los individuos que se encuentran en el centro de acopio Charco Cercado y La Negrita la producción de botones florales se detuvo en el mes de junio y continuó a finales de julio. La etapa de flor madura solo se presentó en los centros de acopio de Guadalcázar, S.L.P.

El horario de apertura y cierre de la flor en *T. bicolor* fue similar en los dos centro de acopio de Guadalcázar, S.L.P., se presentó la apertura después del mediodía manteniéndose abiertas las flores durante 4 horas aproximadamente.

Análisis de diversidad de artrópodos asociados a las flores de las cactáceas

Se creó una colección de las especies asociadas a las dos especies de cactáceas estudiadas, esta formará parte de la colección entomológica del Departamento de Conservación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

En las flores de *T. bicolor* solo se capturaron insectos que pertenecen a los órdenes Hymenoptera y Coleoptera. En cuestión de los himenópteros se identificaron dos especies, *Lasioglossum sisymbrii* (Halictidae) la cual estuvo en las plantas de los dos sitios ubicados en Guadalcázar S.L.P. y una especie que pertenece a la familia Megachilidae, esta sólo estuvo presente en el centro de acopio La Negrita. Para el caso de los coleópteros se identificó una especie perteneciente a la familia Nitidulidae, que fue capturada en los dos centros de acopio, (Charco Cercado y La Negrita). Se registró un 50% de similitud entre los insectos capturados en las flores de *T. bicolor* en Charco Cercado y La Negrita.

Se observó una mayor diversidad de insectos en las flores de *L. williamsii* ubicadas en el centro de acopio La Negrita, se capturaron seis especies de insectos, de las cuales tres están identificadas; *Musca domestica* (Muscidae); *Liometopum* sp

(Formicidae); *Lasioglossum sisymbrii* (Halictidae). Las especies que no se identificaron pertenecen a las familias Trogossitidae (Coleoptera), Megachilidae (Hymenoptera) y Apidae (Hymenoptera). Para el caso de los insectos capturados en las flores de los individuos de *L. williamsii* ubicados en Charco Cercado, sólo se tuvo registro de una sola especie (*Lasioglossum sisymbrii*). Existe un 16.7% de similitud entre los insectos capturados en las flores de *L. williamsii* en Charco Cercado y La Negrita.

10. LITERATURA CITADA

- Abril Ruilova, M. P. y X. E. Guamán Arias (2019). Factores climáticos como determinantes de la presencia y riqueza diaria de insectos polinizadores (Dípteros, Himenópteros) (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay). 5- 20 pp.
- Acharya, R. S., T. Leslie, E. Fitting, J. Burke, K. Loftin y N. K. Joshi (2021). Color of Pan Trap Influences Sampling of Bees in Livestock Pasture Ecosystem. *Biology*, 10(5), 445.
- Alvarado Vázquez, M. A. (2003). Análisis fenológico y algunos aspectos reproductivos en especies selectas del matorral xerófilo del noreste de México. Tesis de Doctoral, Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L. 145p
- Anaya, D. M. y O. R. G. Rubio (2010). Análisis espacial por índices de distancia (Sadie) de *Lophophora williamsii* en tres parcelas con diferente grado de perturbación en San Luis Potosí. Laboratorio de Ecología, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.
- Anderson, E. F. (1969). The Biogeography, Ecology, and Taxonomy of *Lophophora* (Cactaceae). *Brittonia* 21(4): 299-310.
- Arnett Jr, R. H. (2000). American insects: a handbook of the insects of America north of Mexico. Crc Press.
- 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
- Arredondo G. A. (2010). Manual para la cosecha y beneficios de semillas de cactáceas ornamentales. Folleto técnico Núm. 38. INIFAP. San Luis Potosí, México. 44pp.
- Bongiorno de Pfirter, G. M. y E. L. Mandrile (1982). "Principios activos naturales con acción alucinógena: I. Mescalina. Su presencia en *Lophophora williamsii* (Lem.) Coulter (Cactáceas)." *Acta Farm. Bonaerense* 1(2): 111-120.

- Borror, D. J., y R. E. White (1970). A field guide to insects: America north of Mexico (Vol. 19). Houghton Mifflin Harcourt.
- Burkle, L.A. y R. Alarcón. (2011). The future of plant and pollinator diversity: understanding networks of interaction across time, space, and global change. *American Journal of Botany* 98: 528–538.
- Campbell, J. W. y J. L. Hanula (2007). Efficiency of Malaise traps and colors pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *Journal of Insect Conservation* 11: 399 – 408.
- Cane, J.H.; R.L. Minckley y L.J. Kervin (2000). Sampling Bees (Hymenoptera: Apiformes) for Pollinator Community Studies: Pitfalls of Pan-Trapping. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 73: 225-231.
- Casiano, M., J. Argumendo, R. Flores (2011). Muestreo semicuantitativo inventario forestal estatal cuantitativo matorrales.
- Castro, Mercedes. (2020). Litosol: características y usos. Lifeder. Obtenido de <https://www.lifeder.com/litosol/> .Consultado 20 de marzo de 2021.
- Celis, C y J. Cure (2017). Filogenia y clasificación taxonómica de los subgéneros de *Augochloropsis* (Hymenoptera: Halictidae). *Biología Tropical*. 1277 pp.
- Cerón Villanueva, J. L. (2010). Diversidad biológica de morfoespecies de insectos en el sector Tres de Mayo del Parque Nacional Tingo María. Tesis de Licenciatura, Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú.
- Clavijo González, N. (2018). Etnobotánica de *Lophophora Williamsii*. (Trabajo Fin de Grado Inédito). Universidad de Sevilla, Sevilla. 5 pp.
- Cruz, P.E. y N.P. Pavón (2011). Reproductive phenology of *Isolatocereus dumortieri* (Cactaceae) in semiarid scrub in central Mexico: Effect of rain during the dry season. *Journal of Arid Environments* 92 (2013) 53.

- Dafni, A., P. G. Kevan, B. C. Husband (2005). Biology practice Pollination. Enviroquest, Ltd. Canadá. Pp 401-418.
- 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.
- Dimmitt, M. A. (2000). Cactaceae (family of cacti). A natural history of the Sonora desert. Arizona-Sonora Desert Museum. University of California Press. United States, 183-218pp.
- Eaton, E. R., & Kaufman, K. (2007). Kaufman field guide to insects of North America. Houghton Mifflin Harcourt.
- Elizondo, R. E. N. y L. E. Silva (2018). El brebaje del desierto: usos del peyote (*Lophophora williamsii*, Cactaceae) entre los cazadores-recolectores de Nuevo León.
- Estrada Castellón, E., J. Á Villarreal Quintanilla y E. Jurado (2005). Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. Acta botánica mexicana, (73), 1-18.
- Fernandes, E., M. Faital, L. de Oliveira, V. Vieira, W. Anoniali. (2011). Influence of Climate Factors on Flight Activity of Drones of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae).
- Fisher, B. L., y S. P. Cover (2007). Ants of North America: a guide to the genera. Univ of California Press.
- Fitter, A.H., y R.S.R Fitter. 2002. Rapid changes in flowering time in British plants. Science 296: 1689-1691.
- Foelix, R. (2011). Biology of spiders. OUP USA.
- Forestales, A. Y. P. y C. E. San Luis (2007). Rompimiento de latencia en semilla de cinco especies de cactáceas del desierto chihuahuense.

- García, G. (2020). Fenología reproductiva de seis especies de cactáceas en Montemorelos, Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México. 61pp.
- García Naranjo Ortiz de la Huerta, A. y M. D. C. Mandujano (2010). Patrón de distribución espacial y nodricismo del peyote (*Lophophora williamsii*) en Cuatrociénegas, México. *Cactáceas y suculentas mexicanas*, 55(2), 56-64.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gill, R.J., O. Ramos-Rodríguez, N.E. Raine. (2012). Combined pesticide exposure severely affects individual and colony traits in bees. *Nature* 491:105–108.
- Gómez, H. C., H. M. Hernández. (2000). Diversity, geographical distribution, and conservation of Cactaceae in the Mier and Noriega region, Mexico. In *Biodiversity and Conservation* Cap 9. Klawer Academic Publishers. Holanda. 403 – 418 pp.
- Gonçalves, R. B., y P. S. Oliveira (2013). Preliminary results of bowl trapping bees (Hymenoptera, Apoidea) in a southern Brazil forest fragment. *Journal of Insect Biodiversity*, 1(2), 1-9.
- Gorostiague, P. (2016). Las cactáceas y sus polinizadores en el noroeste de argentina: distribución geográfica, cambio climático y conservación. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina
- Grundel R., J. Krystalynn, J.R.P. Fronhnapple y N. Pavlovic (2011). Effectiveness of bowl trapping and netting for inventory of a bee community. *Environmental Entomology* 40: 374 – 380.
- Hanson, P. E. (2016). *Insects and other arthropods of tropical America*. Cornell University Press.

- Harris, B. A., S. K. Braman y S. V. Pennisi (2017). Pan trap designs for monitoring pollinators and other beneficial insects in conservation gardens. *Journal of Entomological Science*, 52(1), 9-14.
- Heinrich, B. (1974). Thermoregulation in endothermic insects. Body temperature is closely attuned to activity and energy supplies. *Science*, 185.
- INECC. (2007). Caracterización ambiental de México. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/443/cap2.html#:~:text=Las%20rendzinas%20son%20suelos%20inmaduros,y%20margosos%20de%20los%20tr%C3%B3picos>. Consultado 20 de marzo de 2021.
- INEGI. (s.f.). Guía para la interpretación de cartografía: edafología – Inegi. Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1329/702825231736/702825231736_4.pdf . Consultado 20 de marzo de 2021.
- Islas-Barrios, Y., A. Serrato-Díaz, J. A Zavala-Hurtado, P. Octavio-Aguilar, A. Callejas-Chavero y A. Cornejo-Romero, (2021). Las flores de *Myrtillocactus geometrizans* (Cactaceae): morfología y artrópodos visitantes en un gradiente geográfico. *Botanical Sciences*, 99(1), 28-42.
- Jennersten, O. (1988). Pollination in *Dianthus deltoides* (Caryophyllaceae): effects of habitat fragmentation on visits and seed production. *Conserv. Biol.* 2: 359-366.
- Johnson, N. F., y C. A. Triplehorn, (2005). Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects (7.a ed.). Thomson Brooks/Cole.
- Kearns, C. A, D. W. Inouye. (1993). Techniques for pollination biologists. Colorado University Press. USA. Pp. 263-275.
- Kenna, D., H. Cooley, I. Pretelli, A. Rodrigues-Ramos, S. D. Gill, R. J. Gill. (2018). Exposure to pesticides affects flight dynamics and reduces flight

resistance in bumblebees. Department of Life Sciences, Imperial College London, Silwood Park, Ascot, Berkshire, UK.

Kerr, J.T., P. Galpern, L. Packer, S.G. Potts, S.M. Roberts, P. Rasmont. (2015). The impacts of climate change on the bumblebee converge on all continents. *Science* 349: 177-180.

Krug C. y I. Alves-dos-Santos (2008). O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Apoidea), um estudo em floresta ombrófila mista em Santa Catarina. *Neotropic Entomology* 37: 265 – 278.

LLife. (2005). Obtenido de The encyclopedia of CACTI: http://lilfe.com/Encyclopedia/CACTI/Family/Cactaceae/3420/TheLocactus_bicolor. Consultado 10 de noviembre de 2019.

Lord Britton, N. y J. N. Rose (1963). “Cactaceae: Descriptions and illustrations of Plants of the Cactus Family”. Courier Dover Publications.

Loyola Guillermo, N. A., y K. V. Pezo Yaguana (2018). Diversidad de insectos polinizadores y su respuesta a recursos florales, temperatura, humedad, precipitación y viento en un matorral andino del Ecuador (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).

Mandujano, M. C., A. G. Naranjo, M. Rojas-Aréchiga, y J. Golubov (2020). Conservation Status, Germination, and Establishment of the Divine Cactus, *Lophophora williamsii* (Lem. Ex Salm-Dyck) JM Coult., at Cuatro Ciénegas. In *Plant Diversity and Ecology in the Chihuahuan Desert* (pp. 227-240). Springer, Cham.

Maqueda-Díaz, E., y A. Callejas-Chavero (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.

- Martínez-Adriano, C. A., U. Romero-Méndez, J. Flores, E. Jurado, E. Estrada-Castillón (2015). Floral visitors of *Astrophytum myriostigma* in La Sierra El Sarnoso, Durango, México. *The Southwestern Naturalist*; Memphis Tomo 60, N. ° 2/3: 158-165.
- Martínez-Peralta, C. y M.C. Mandujano, (2012). Biología de la polinización y fenología reproductiva del género *Ariocarpus* Scheidweiler (Cactaceae). *Cact Suc Mex* (2012) 57(4):114 p.
- Mayer, C. (2005). Does grazing influence bee diversity: molecules, organisms, ecosystems. In: *International Symposium on Tropical Biology*, 5^o. Proceedings. Boston, MA, Springer. p. 173-179.
- McGavin, G. C. (2000). Insectos, arañas y otros artrópodos terrestres (No. Sirsi) i9788428212014).
- Mena-Mociño, L. V., S. Pineda-Guillermo, A. M. Martínez-Castillo, J. M. C. Yañez, J. A. Sánchez-García y J. I. Figueroa-De la Rosa (2017). Captura de Bracónidos con Platos-Trampa de color amarillo, azul, crema y verde, en el Área Natural Protegida “Cerro Punhuato”, Morelia, Michoacán.
- Morandin, L.A. y C. Kremen (2013). Hedgerow restoration promotes pollinator populations and exports native bees to adjacent fields. *Ecological Applications*, 23(4): 829-839.
- Moreno, C. E. (2001). Manual de métodos para medir la biodiversidad. Textos Universitarios de la Universidad Veracruzana. México. 15-35 pp.
- Novoa, S., A. Ceroni, C. Arellano. (2005). Contribución al conocimiento de la fenología del cactus *Neoraimondia arequipensis* subsp. *roseiflora* (Werdermann & Backeberg) Ostolaza (Cactaceae) en el valle del río Chillón, Lima-Perú. *Ecología Aplicada*, 4(1-2): 35-40.
- Oliveira, R. C., C. Menezes, S. A. E. Egea, F. V. L. Imperatriz. (2012). Trap-nest for stingless bees (Hymenoptera, Meliponini). *Apidologie*, 44: 29-37.

- Paredes, A. R., T. R. Van Devender, R. S. Felger. (2000). Cactáceas de Sonora, México: su Diversidad, Uso y Conservación. Arizona-Sonora Desert Museum Press. Canadá. 1-11 pp.
- Parmesan, C. 2007. Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. *Global Change Biology* 13: 1860-1872.
- Pérez, E. (2018). Efecto de tratamientos escarificativos en la germinación de cinco especies de cactáceas nativas del norte de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Petit, S. (2001). The reproductive phenology of three sympatric species of columnar cacti on Curacao. *Journal of Arid Environments*, 49: 521-531.
- Pielou, E.C. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley – Interscience Jhon Wiley University Illionis Press, Urbana, IL.
- Ponce Piña, A. (2018). *Lophophora williamsii*. Política, derecho, costumbres y usos.
- Potts, S. G., P. G. Kevan, J. W. Boone. (2005). Pollination conservation: collection, topography and monitoring. Pages. 401-434. In: A. Dafni, P. G. Kevan and B. C. Husband (Eds.). *Biology Practice Pollination*. Enviroquest, Ltd. Canada.
- Proença, C.R.B. (1992). Buzz pollination-older and more wispreadthat we think? *J. Trop. Ecol.* 8: 115-120.
- Ramírez Freire, 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, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolas de los Garza, Nuevo León, México 26 pp.
- Ramírez Freire, L. (2012). Abejas nativas (hymenoptera: apoidea: anthophila asociadas a la vegetación del Estado de Nuevo León, México (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).

- Ramírez Freire, L., G. Alanís Flores, R. Ayala Barajas, Velazco Macías, S. Favela Lara, (2014). El uso de platos trampa y red entomológica en la captura de abejas nativas en el estado de Nuevo León, México. *Acta zoológica mexicana*, 30(3), 508-538.
- Ramírez Freire, L., G. J. A. Flores, M. A. Alvarado, H. Quiroz, C. G. V. Macías. (2010). Polinización de *Stenocactus multicosatus* (Hildmann ex K. Schumann) A. Berger en el municipio de García, NL. *CIENCIA-UANL*, 13(2), 184-190.
- Ramírez Freire, L., G. J. A. Flores, M. A. Alvarado, H. Quiroz, C. G. V. Macías. (2011). Las abejas del género *Agapostemon* (Hymenoptera: Halictidae) del estado de Nuevo León, México.
- Rocha Flores, R. G., García Martínez, O., Villarreal Quintanilla, J. Á., & Sánchez Peña, S. R. (2017). Especies de Hemiptera-Heteroptera asociadas a *Opuntia* spp. y *Nopalea* spp. en el desierto chihuahuense mexicano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(8), 1773-1784.
- Roulston, T.A.H., S.A. Smith y A.L. Brewster (2007). A comparison of pan trap and intensive net sampling techniques for documenting a bee (Hymenoptera: Apiformes) fauna. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 80: 179-181.
- Rzedowski, J., y Huerta, L. (1994). *vegetación de México* (No. 582.16 R997r Ej. 1 002135). México: Limusa, Noriega Editores.
- Salomón-Montijo, B., Á. Reyes-Olivas, B. H. Sánchez-Soto (2016). Fenología reproductiva de *Stenocereus thurberi* (Cactaceae) en una región de transición del norte de Sinaloa, México. *Gayana Bot.* 73(2): 38.
- Salvatierra, A. (2020). Fenología reproductiva del cactus arborescente *Eulychnia acida* Phil. bajo tres condiciones agroecológicas en la región de Coquimbo, Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*.

- SEMARNAT. (2016). Cactáceas, riqueza natural de México. Obtenido de: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/cactaceas-riqueza-natural-de-mexico>. Consultado 26 de octubre de 2019.
- SEMARNAT. (s.f.) Suelos. Obtenido de http://www.paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/03_Suelos/3.1_Suelos/index.htm#:~:text=Las%20variantes%20m%C3%A1s%20comunes%20en,d e%20agua%20hacia%20el%20subsuelo. Consultado 20 de marzo de 2021.
- SHANNON, C.E. y W. WEAVER. (1949). The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana, IL
- Shrestha, M., J. E. Garcia, J. H.J. Chua, S. R. Howard, T. Tscheulin, A. Dorin, A. Nielsen, A. G. Dyer (2019). Fluorescent pan traps affect the capture rate of insect orders in different ways. *Insects*, 10(2), 40.
- Sih, A., A.M. Bell, J.M. Kerby. (2004). Two stressors are far deadlier than one. *Trends in Ecology and Evolution* 19: 274–276.
- Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature* 163:688
- Sircom, J., G. A. Jothi y J. Pinksen (2018). Monitoring bee populations: are eusocial bees attracted to different colours of pan trap than other bees? *Journal of Insect Conservation*, 22(3), 433-441.
- Terry, M. (2008). "Stalking the wild *Lophophora*: Part 3 San Luis Potosí (central), Querétaro, and Mexico City." *Cactus and Succulent Journal* 80(6): 310-317
- Terry, M., y K. Trout (2014). El consumo y la falta de producción: Un machete de doble filo en la conservación del peyote.
- Toledo, S., D. Barrios, J. A. García-Beltrán, y L. R. González-Torres (2021). Fenología de la especie amenazada *Leptocereus scopulophilus* (Cactaceae) en un bosque semideciduo de Cuba occidental. *Acta botánica mexicana*, (128).

- Viana, M. L., B. Ortega, M. Saravia, E.I. Badano, B. Schlumpberger. (2001). Biología floral y polinizadores de *Trichocereus pascana* (Cactaceae) en el Parque Nacional Los Cardones, Argentina. Revista de Biología Tropical. Marzo. Costa Rica.
- Viana, T. A., y A. P. Lourenço (2020). Surveys of the bee (Hymenoptera: Apiformes) community in a Neotropical savanna using pan traps. Papéis Avulsos de Zoologia, 60.
- Walter, H. E. (2010). Floral biology of *Echinopsis chiloensis* ssp. *chiloensis* (Cactaceae): evidence for a mixed pollination syndrome. Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 205(11), 757.
- Wilson, J. S., y O. J. M. Carril (2015). The bees in your backyard: a guide to North America's bees. Princeton University Press.
- Wilson, J.S., T. Griswold y O.J. Messinger (2008). Sampling bee communities (Hymenoptera: Apiformes) in a desert landscape: are pan traps sufficient? Journal of the Kansas Entomological Society, 81: 288-300.
- Zimmerman, A. D. y B. D. Parfitt (2006). *Lophophora williamsii*. Editorial Committee of Flora of North America, eds. 1993, ed. Flora of North America 4. New York and Oxford: Oxford University Press. p. 242.