



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Efectos ecológicos de la domesticación de la guayaba  
(*Psidium guajava* L.) sobre la diversidad y abundancia de  
artrópodos asociados en variedades cultivadas de la  
región “Los Cañones”, Zacatecas, México.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGO**

**P R E S E N T A:**

**ERICK LEONARDO CRUZ VARGAS**



**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. JOHNATTAN HERNÁNDEZ CUMPLIDO**

**Cd. Mx. 2023**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

Esta tesis se elaboró gracias al proyecto IN206422 de:  
Relación de la domesticación de la guayaba (*Psidium guajava* L.) con niveles tróficos superiores a cargo del Dr. Johnattan Hernández Cumplido en el Laboratorio de Interacciones y Procesos Ecológicos del Departamento de Ecología y Recursos Naturales.

### **Agradecimientos académicos.**

Al Dr. José Saúl Padilla quien nos brindó todas las facilidades y el acceso a la información recopilada en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, campo experimental “Los Cañones”, así como todo el conocimiento, el apoyo y la confianza otorgada durante el tiempo en campo y a la distancia.

A mi querido amigo Chuy quien nos enseñó no sólo lo necesario para continuar con este proyecto sino también un pedacito de su hogar, así como a Gina y Chío por no abandonarnos en ningún momento durante las recolectas, así como las risas, las experiencias y el conocimiento compartido dentro y fuera del instituto.

A mis sinodales por aceptar ser parte de mi jurado y tomarse el tiempo para revisar mi escrito y brindarme sus conocimientos a través de sus comentarios y correcciones, gracias por no dejar de lado este escrito a pesar de sus cargas de trabajo.

A Araceli por arroparme desde el momento en que llegué con Johnattan y siempre estar para atender mis dudas así hayan sido las más torpes o en momentos poco oportunos, así como confiar en mí en todo momento para apoyarme en su muestreo, gracias por las risas y el conocimiento durante el tiempo en campo y por no dejarme echar chela sólo con Chuy.

A Mich por orientarme y enseñar a montar a mis arañas para poder identificarlas con ayuda de sus tips y sus claves.

### **Agradecimientos personales.**

A mi padre Gustavo Cruz y madre Erica Vargas por siempre estar apoyándome en cada uno de los pasos que doy, por recordarme con amor que todo lo que hago estará respaldado por ustedes, porque sé que, aunque no he sido el mejor, siempre están ahí. Nada de esto sería posible sin cada una de sus enseñanzas, regaños y amor que me han dado a lo largo de mi vida. Que sepan que este pequeño logro es por y para ustedes, siempre viviré agradecido y orgulloso de ser su hijo, son los mejores y les amo mucho.

A mi hermana Vanessa Cruz por ser parte importante en este camino, por apoyarme y siempre estar en el momento que lo necesite, sé que puedo contar con tu apoyo sin importar nada y así lo es para ti. Gracias por enseñarme que la vida no es sencilla pero que no quiere decir que sea mala, sólo hay que verla de manera diferente y esforzarse un poco más y que cuando estamos juntos, nada nos puede lastimar. Gracias por apoyar tanto a nuestros padres, te amo y te admiro.

A mis abuelos Silvia y Benja por estar en todo momento para mi hermana y para mi, por todo su amor y entregarnos todo lo que son y tienen, sepan que este título es de ustedes también por todas las acciones que con amor nos dieron, gracias por enseñarme que su experiencia y sus gustos me han forjado a como soy, igualmente les amo mucho.

A mi novia hermosa Zaira López por permitirme ser parte de tu vida y por enseñarme tanto durante el tiempo compartido en la carrera como en campo, así como apoyarme y amarme con todas tus fuerzas sin importar lo turbulento que ha sido nuestro camino juntos, sabes que te amo con todo mi ser y que cuentas conmigo siempre. Gracias por tus ánimos, porras, regaños y todo lo que hiciste para apurarme a terminar esta etapa. Te amo eternamente, siempre.

A mi tonto y amor porque, aunque no se los digo, los admiro por ser las personas que son, por su bondad y su entrega a sus familias y trabajo, por luchar siempre y por enseñarme que siempre estarán para mí si lo necesito, los quiero y admiro mucho.

A mis familiares que cerca o a la distancia se han preocupado por mí y mi proceso de titulación, gracias por todo su apoyo y pensamientos.

A mis primos Mario y Rodri por la niñez que vivimos juntos, porque confío que, si necesitamos algo, podemos contar con nosotros siempre, además de ser ejemplos de disciplina, constancia y esfuerzo.

A mi mejor amigo Ian que por muchos momentos me alejó de los malos ratos pasados en la facultad y que con cariño y risas pudimos olvidarlos y pasar los mejores ratos, gracias por ser mi amigo y hermano dentro y fuera de la cancha. Gracias también a Franckie y Karen quienes han sido el soporte a lo largo de la carrera desde el inicio casi hasta el fin... de los tiempos, por tantas locuras y aventuras juntos en las prácticas de campo y en la fac, atesoro todos y cada uno de los momentos juntos y ojalá se queden en mi vida por siempre.

A mi bebé Nima por llenarme de besitos siempre y ser el motorcito no sólo mío sino de Zai y por acompañarnos siempre, quisiera que fueras eterna pero aprovecharé esta vida para darte lo mejor de mí.

## ÍNDICE

Resumen.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Importancia de la domesticación en la agricultura.....	9
1.2. Relación entre artrópodos y la domesticación.....	11
1.3. La producción de guayaba.....	12
1.3.1. <i>Psidium guajava</i> L.....	12
1.3.2. Recursos fitogenéticos.....	15
1.4. Antecedentes y justificación.....	17
II. OBJETIVOS.....	19
2.1. Objetivo general.....	19
2.2. Objetivos particulares.....	19
III. HIPÓTESIS.....	20
IV. SITIO DE ESTUDIO.....	20
V. MATERIAL Y MÉTODO.....	21
5.1. Sitio de muestreo.....	21
5.2. Recolección de artrópodos.....	23
5.3. Análisis estadísticos.....	26
VI. RESULTADOS.....	28
6.1. Distribución de los órdenes de artrópodos asociados a <i>P. guajava</i> L.....	28
6.2. Riqueza, abundancia y diversidad de artrópodos.....	32
6.2.1. Temporada de lluvias.....	32
6.2.2. Temporada de secas.....	35
6.2.3. Recolección de frutos.....	37
6.2.4. Temporada de lluvias frente temporada de secas.....	39
VII. DISCUSIÓN.....	43
7.1. Composición de la comunidad de artrópodos asociados a <i>P. guajava</i> .....	43
7.2. La domesticación y su impacto sobre la comunidad de artrópodos asociados a <i>P. guajava</i> L.....	50

7.3. El papel del campo experimental “Los Cañones”.....	51
VIII. CONCLUSIONES.....	53
IX. REFERENCIAS.....	54
Anexo 1 .....	61



## **Resumen.**

El proceso de domesticación se basa en procesos de selección artificial realizados por los seres humanos, lo cual trae como consecuencia cambios en las frecuencias de caracteres, tanto fenotípicos como genotípicos de las especies manejadas. Esto genera divergencias con respecto a sus ancestros silvestres. Se hipotetiza que esta divergencia promueve la creación de nuevos nichos ecológicos y que exista un recambio de especies de artrópodos asociadas a plantas silvestres, variedades locales y variedades comerciales. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto ecológico de la domesticación en la guayaba sobre parámetros de diversidad de artrópodos asociados en una planta perenne bajo procesos de domesticación. El estudio se realizó en el banco de germoplasma vivo del campo experimental INIFAP “Los Cañones” (Zacatecas) durante dos temporadas contrastantes (lluvias y secas) realizando recolectas manuales y por método de manteo en plantas silvestres, variedades locales y variedades comerciales. La abundancia promedio se obtuvo del conteo total de individuos y se utilizaron los estimadores de diversidad, índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ), la diversidad verdadera de Shannon ( $eH'$ ) y Simpson ( $D'$ ) por variedad. Para cuantificar la disimilitud entre variedades se utilizó el coeficiente de similitud de Jaccard.

No se encontraron diferencias significativas entre variedades de las dos temporadas, sin embargo, se encontró la presencia de grupos exclusivos de los órdenes Neuroptera y Thysanoptera en la temporada de lluvias en la variedad silvestre los cuales son considerados como controles biológicos y posiblemente empiecen a ser indicios de los efectos de la domesticación en *P. guajava*. Sin embargo, al tomar los datos obtenidos entre lluvias y secas, se observaron diferencias significativas debido al estrés hídrico que genera la temporalidad y que, en lluvias, los ciclos de vida de las comunidades de artrópodos se ven beneficiadas por caracteres propios de la planta. En todos los muestreos se observó una gran diversidad de arañas pertenecientes a las familias Oxyopidae y Thomisidae que pueden ser usadas como indicadores biológicos. Finalmente, el estudio resalta la importancia del trabajo que se realiza en el banco de germoplasma vivo como un sitio de estudio para posteriormente, llevarlo a cabo en los cultivos de la región guayabera del país.

**Palabras clave:** Domesticación, artrópodos, diversidad, variedades, banco, germoplasma, plaga.

# I. INTRODUCCIÓN

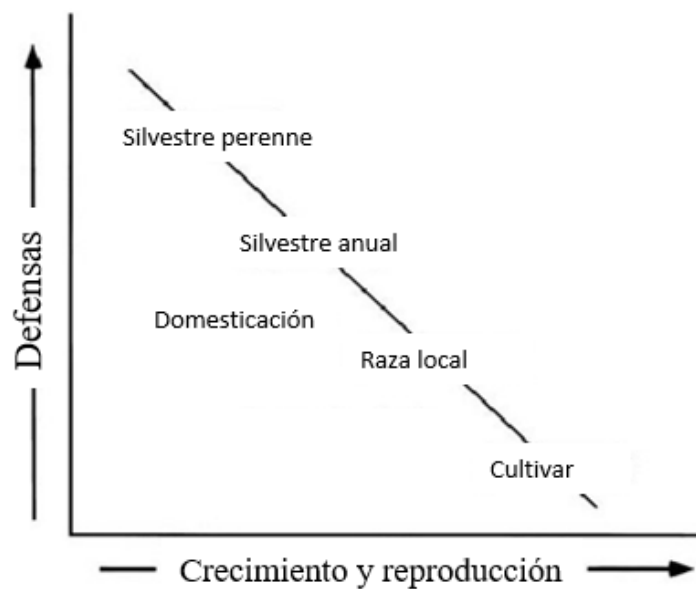
## 1.1. Importancia de la domesticación en la agricultura.

A lo largo de la historia, más del 40% de árboles frutales han sido domesticados por el hombre. El proceso de domesticación se basa en procesos de selección artificial impuestos por los humanos y el ambiente que estos manejan; En este proceso, el ser humano aumenta directamente la frecuencia de aquellos fenotipos deseables, promoviendo su crecimiento y cuidado e incluso y remueve fenotipos no deseables. Este proceso actúa en plantas bajo domesticación incipiente, semi-domesticadas y en plantas completamente domesticadas causando cambios en las frecuencias de caracteres, tanto fenotípicos como genotípicos de las poblaciones manejadas, generando divergencias con respecto a sus parientes silvestres (Casas *et al.*, 2007). Por otro lado, durante el proceso de domesticación se va perdiendo también la diversidad genética. Esto ocurre por el descarte de todos aquellos individuos que resultan poco útiles para la producción de objetos útiles y se van generando organismos cada vez más similares entre sí, al generar monocultivos en pro de la producción (Chávez, 2017).

Como resultado del proceso de domesticación, se termina sólo con una fracción de la diversidad que se encontraba en las poblaciones naturales o en los parientes silvestres. A menudo, las características que son seleccionadas durante la domesticación suelen ser similares como, por ejemplo, en muchas plantas, de acuerdo con Rosenthal y Dirzo (1997), lo que se busca al momento de someterlas al proceso de domesticación es que se obtengan frutos más grandes con respecto a sus parientes silvestres, una aceleración o sincronización en la fase de floración hacia fructificación o incluso, la obtención temprana de los propios frutos, es decir, un aumento en cuanto a su crecimiento y producción. Sin embargo, los mecanismos de dispersión y defensa contra enemigos

naturales se ven afectados a causa de la domesticación y han sido pobremente incluidos en planes de fitomejoramiento (Chen *et al.*, 2015).

A estas características que perjudican y benefician a las plantas, se les conoce como “síndromes de domesticación”, los cuales son definidas por Pickersgill (2007), como todas aquellas características fenotípicas asociados con el/los cambios morfológicos o genéticos de la planta silvestre progenitora a su forma domesticada y que puede llegar a generar disyuntivas al asignar recursos hacia un carácter específico como puede ser el aumento en la producción de frutos provocando que los caracteres asignados a la defensa vegetal se vean negativamente afectados (Fig. 1) (Rosenthal y Dirzo, 1997; Chen *et al.*, 2015). La domesticación de cultivos puede tener efectos complejos sobre las interacciones entre artrópodos y el control de plagas (Chen *et al.*, 2015), haciendo así entonces, que los cultivos sean modelos ideales para el conocimiento de los efectos de la selección artificial y su impacto tanto en el fenotipo, el genotipo de las plantas y su interacción con las comunidades de artrópodos asociadas a los cultivos, con respecto a los individuos silvestres.



**Figura 1** Correlación defensa-reproducción en plantas silvestres, domesticación, razas locales (variedad local) y cultivares. (Modificada de: Rosenthal y Dirzo, 1997.)

## **1.2. Relación entre artrópodos y la domesticación.**

Los artrópodos son parte esencial de los ecosistemas, pero cuando estos se transforman en agroecosistemas, pueden surgir explosiones demográficas de algunas especies de artrópodos y pueden convertirse en plagas; por otro lado, la herbivoría es una de las interacciones ecológicas más importantes en las comunidades y los artrópodos son especialmente relevantes entre los herbívoros ya que son los taxa más diversos y consumen entre el 5 y el 18% del área foliar. (Chen, 2016). Los insectos herbívoros a menudo suelen tener un rendimiento más alto en las plantas cultivadas que en los parientes silvestres de éstas, debido a la reducción de compuestos secundarios durante la domesticación de los cultivos (Turcotte *et al.*, 2014). De acuerdo con Turcotte *et al.* (2014) y Chen *et al.* (2015), se pueden presentar inconsistencias de las plantas como puede ser la variación en la expresión de sus defensas contra herbívoros, lo que ha generado una gran variación de gremios que son capaces de asociarse en los agroecosistemas.

Los efectos ecológicos de la domesticación tienen una fuerte dependencia al sistema de cultivo que se esté utilizando, la planta con la cual se esté trabajando y los caracteres que se deseen seleccionar, por lo que, bajo presiones de selección puede ser un importante parámetro para evaluar la relación entre planta domesticada-artrópodo ya que, además, los cambios ecológicos propiciados por la domesticación, esto podría plantear distintos escenarios en el que se genere una pérdida en la diversidad de los artrópodos asociados o bien a su aumento en el rendimiento y abundancia de estos, en especial de las plagas (Álvarez *et al.*, 2007).

### 1.3. La producción de guayaba.

#### 1.3.1. *Psidium guajava* L.

El árbol perennifolio puede medir de 3 a 10 metros, aunque algunos árboles silvestres pueden llegar a los 20 metros de altura (Fig. 2) con un diámetro a la altura del pecho de hasta 60 cm. Su distribución geográfica actual va desde México y Centroamérica, hasta Sudamérica. Su área ecológica se encuentra en la franja paralela al Ecuador (CONABIO). Aunque su centro de domesticación podría estar en la Amazonia brasileña, México es uno de los lugares donde tiene más diversificación y comercio (Arévalo-Marín *et al.*, 2021). El guayabo, pertenece a la familia *Myrtaceae* y se ha convertido en un cultivo de importancia económica en varios países del mundo por su producción abundante de frutos, su alto contenido de vitamina C, compuestos fenólicos y la amplia gama de derivados del fruto (Padilla *et al.*, 2007).



**Figura 2** Individuo de *P. guajava* L. en temporada de fructificación. Foto de autoría propia.

En el ámbito internacional, México se posiciona como el sexto lugar productor de guayaba después de la India, Pakistán, Sudan, Brasil y Egipto (SIAP, 2020), donde en los dos primeros países se cosechan 1.8 millones de toneladas de este fruto en 150,00 hectáreas y 570 mil toneladas en poco más de 63 mil hectáreas, respectivamente (Dinesh e Iyer, 2005). En el país, el cultivo de guayabo se encuentra entre los doce frutales de mayor importancia con aproximadamente 23,000 mil hectáreas y una producción anual de 290,000 toneladas, donde la mayor parte de la producción se destina al mercado interno para el consumo en fresco. (SIAP-SAGARPA, 2009).

La guayaba es considerada una fruta climatérica con un periodo de vida muy corto, por lo que debe ser cosechada en un estado de madurez fisiológica adecuada; una vez desprendida del árbol, experimenta un incremento en la actividad respiratoria y en la producción de etileno, alcanzando su valor máximo cuando el fruto está completamente maduro y disminuyendo durante la senescencia (Gutiérrez, 2013). Para el caso de México, la cosecha es de forma manual. Los procesos de manejo y conservación se caracterizan por la manipulación excesiva de los frutos, ya sea empacados o a granel, cuando llegan al consumidor presentan ciertos daños producto de la suma de todos los factores externos que anteriormente fueron enlistados. El manejo postcosecha se hace sin ninguna protección al fruto; para el caso de transporte se hace a granel, en cajas, hasta llenar los camiones, es en esta etapa donde los frutos sufren los peores daños. Estos daños, son principalmente térmicos, biológicos físicos y mecánicos. (Yam Tzec *et al.*, 2010).

En México, la producción el cultivo de la guayaba ha presentado variaciones, provocando que durante el periodo de 1990-2000, la superficie plantada se incrementara en un 4.83% en promedio (Aguilar, 2011). El estado de Zacatecas es el tercer productor a nivel nacional con ocho mil 802 toneladas en mil 738 hectáreas, por detrás de Michoacán y Aguascalientes (SIAP, 2022). Sin embargo, a través de los años, la producción ha sido cambiante debido a factores de mercado

como lo es la oferta-demanda, climáticos (heladas) y biológicos entre los que se encuentran las plagas y enfermedades como el picudo de la guayaba (*Conotrachelus* spp.), el temolillo (*Cyclocephala lunulata*), la enfermedad del clavo (*Pestalotiopsis* spp.) y la mosca de la fruta (*Anastrepha* spp) (González *et al.*, 2002) (Fig. 3).



**Figura 3.** Principales plagas y enfermedades de *P. guajava*. (1) *Conotrachelus* spp. (2) *Cyclocephala lunulata*. (3) Enfermedad de clavo en hojas y frutos (manchas de color rojizo). (4) *Anastrepha* spp.

De acuerdo con Mondragón *et. al.* (2009), el 70% de la producción a nivel mundial de la guayaba corresponde a la variedad “media china” que proviene de los municipios de Calvillo y Jalpa ubicados en los límites de los estados de Aguascalientes y Zacatecas respectivamente; esta región es conocida como “Calvillo-Cañones” con cerca de 12,000 hectáreas. En la actualidad, el estado de Aguascalientes es el que aporta un aproximado del 30% de la producción nacional. (SIAP, 2022) Otro estado productor importante de guayaba es Michoacán, donde se cultivan 9,718 hectáreas y el rendimiento promedio nacional ronda las 8 ton/ha; sin embargo, existe una variación entre los estados productores que van desde 1.4 ton/ha en Baja California Sur, hasta las 15.7 ton/ha

Aguascalientes. Ahora bien, en cuanto al rendimiento de la fruta, se sabe que aquel estado que mayor superficie tenga destinada al cultivo, tendrá el mayor rendimiento, caso contrario con los estados que destinan menor superficie a este cultivo, pues los rendimientos mostrados serán más bajos (Padilla, *et al.*, 1999).

En el mercado local, se buscan frutos de mayor tamaño y peso clasificando esta última característica en “extra” (>90 g/fruto), “primera” (60-90 g/fruto) y “segunda” (<60 g/fruto) además de una coloración amarilla por fuera, aunque el color de la pulpa puede variar, generalmente, siendo crema; así como la cantidad de semillas que sean menor para mejorar la rentabilidad del cultivo (Padilla *et al.*, 2010). Para obtener un mayor rendimiento por fruto, los productores han recurrido a la selección artificial y fitomejoramiento. La región “Calvillo-Cañones”, de acuerdo con datos del SIAP (2015), indicaron que en el periodo comprendido entre los años 2012-2015, ocupó 6,256 has promediando 94.87 mil toneladas de guayaba con un valor comercial de 361.82 millones de pesos mexicanos.

### **1.3.2. Recursos fitogenéticos.**

Para la seguridad alimentaria, los recursos fitogenéticos forman una parte importante en el mundo y, desde luego, en México. se definen como material genético de origen natural, limitados y perecederos, sentando bases genéticas que, mediante un uso adecuado permiten obtener variedades mejoradas de plantas. Estos recursos, están constituidos por la diversidad del material genético y tienen un valor actual o potencial que actúan como fuente inicial de características que no podemos sustituir como la adaptación a condiciones ambientales, aspectos de producción y resistencia a enfermedades y plagas por mencionar algunas (Padilla, 2007). Una forma de entender a las variedades locales o *landraces* es hallándolas en peligro y como una solución, el surgimiento de



variedades comerciales como un recurso en potencia que aún no alcanza a ser usado para la formación de nuevos linajes, pero en un futuro sí. (Jardón Barbolla, 2016)

Debido a procesos de deforestación y desertificación, se ha estimado que un porcentaje de la flora del planeta se encuentra en peligro de extinción (Iriando, 2001). Por lo que, la conservación y el uso sustentable de los recursos genéticos toman un rol fundamental para garantizar la seguridad alimentaria sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras, logrando así una mejora en cuanto a la productividad agrícola.

### **Estrategias de conservación.**

Las estrategias de conservación son clasificadas en dos grandes categorías, *in situ*, la cual implica la conservación de las especies en el hábitat natural en donde se desarrollan sus características específicas, así como la preservación de prácticas agrícolas empleadas por los campesinos. Mientras que la conservación *ex situ* implica la conservación de las especies fuera de su hábitat natural. En este sentido, los bancos de germoplasma funcionan como áreas de resguardo de material genético tanto de variedades silvestres, locales y comerciales para su futura producción, desempeñando un papel fundamental para la conservación, la disponibilidad y el uso de una amplia diversidad genética, siendo así una garantía para la biodiversidad (FAO, 2014). Siendo claro ejemplo el banco de germoplasma de guayaba del INIFAP “Los Cañones”, Zacatecas. (Fig. 4)



**Figura 4.** Fotografía aérea del banco de germoplasma de guayaba INIFAP “Los Cañones”. Foto tomada por Biól. Araceli Romero Pérez.

Este banco resulta ser un sitio prometedor de estudios futuros, ya que actualmente en esta región existen pocos y se cuenta aún con variedades silvestres y variedades locales que han sido reportadas por Padilla *et al.*, (2010) y que permiten atender tres objetivos principales que son:

- **Conservación.** Se busca la conservación de diversidad y material genético en una colección *ex situ*.
- **Caracterización.** Referente al conocimiento del material genético que se tiene, como se puede aprovechar y conocer las diferencias en cuanto los caracteres posibles y sus diferentes propósitos para poder realizar el mejoramiento y la obtención de “variedades clonales”.
- **Aprovechamiento.** El cual va desde el mejoramiento genético con progenitores que posean caracteres contrastantes y/o aprovechables para el ser humano y poder liberar estas variedades clonales obtenidas a partir de la caracterización.

#### **1.4. Antecedentes y justificación.**

Chen y Welter (2002) demostraron en su estudio que se pueden alterar las interacciones planta-insecto siendo mucho más abundante y menos parasitadas (<5%) las plantas en los campos de girasoles agrícolas que en los campos de girasoles silvestres que se encontraban en los alrededores. Sin embargo, también es importante reconocer que la domesticación no siempre altera las interacciones planta-insecto, ya que muchos insectos herbívoros son menos comunes en cultivos domesticados que en sus ancestros silvestres (Chen *et al.*, 2015).

Estudios como los de Chen *et al.*, 2017; Chao *et al.*, 2011 y Gols *et al.*, 2008 proponen que las comunidades de artrópodos asociados a variedades cultivadas cuentan con menor diversidad con respecto a sus parientes silvestres y sugieren que la explicación se debe a la transición que

tienen que hacer los artrópodos de ecosistemas naturales a los agroecosistemas, siendo este proceso más evidente en centros de origen de plantas cultivadas. (Chen *et al.*, 2017)

Gracias al personal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) campo experimental “Los Cañones”, pudimos acceder a las variedades de guayaba que han sido recolectadas por el instituto las cuales fueron utilizadas para el presente estudio y las que actualmente se han diferenciado por fitomejoramiento siendo un trabajo de más de veinte años; éstas son: *Calvillo Siglo XXI*, *Huejucar*, *Hidrozac*, *Caxcana* y *Merita*, cuyas características han sido descritas por Padilla *et. al.* (2010).

Actualmente existe muy poca literatura sobre la diversidad de artrópodos asociados a las variedades descritas por Padilla *et al.* (2010) así como a las variedades recolectadas que se encuentran presentes en el campo experimental por lo que, realizar este estudio amplía el conocimiento sobre las asociaciones de artrópodos en especies perennes bajo este tipo de conservación, las cuales son pocas. Además que guía en cuanto a la importancia ecológica, también se busca resaltar la importancia económica que representa la zona guayabera del país, así como el papel de instituciones como el INIFAP en su labor para generar conocimiento que ayude a los productores a enfrentar problemáticas con relación a su producción y economía, permitiendo dar pauta como antecedente para seleccionar y conservar las variedades que cuenten con mayor abundancia y diversidad de artrópodos sin que se conviertan en plaga y que afecten a la producción, reduciendo pérdidas económicas.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general.

Evaluar el efecto ecológico de la domesticación de guayaba (*Psidium guajava* L.) sobre la diversidad y abundancia de artrópodos asociados a la variedad silvestre, variedad local y variedad comercial de guayaba en la región “Los Cañones”.

### 2.2 Objetivos particulares.

1. Realizar un análisis de parámetros de riqueza, abundancia y diversidad de artrópodos asociados a las variedades de *P. guajava* L. en dos temporadas contrastantes de lluvias y secas.
2. Conocer el efecto ecológico de la domesticación mediante comparación estadística de parámetros comunitarios de artrópodos asociados en las variedades de *P. guajava* L.
3. Resaltar la importancia de sitios como el campo experimental “Los Cañones” y conocer la composición de comunidades asociadas a las variedades de *P. guajava* L. del sitio.
4. Generar conocimiento sobre las comunidades de artrópodos asociados a las variedades cultivadas en el sitio experimental “Los Cañones” y a la región “Calvillo-Cañones”.

### **III. HIPÓTESIS**

Las hipótesis planteadas en este proyecto a partir de los objetivos son:

1. Cuanto más domesticada se encuentre la planta, en este caso *P. guajava*, el reparto de recursos influirá en el aumento de características fenotípicas de la misma como el aumento en producción y tamaño de frutos, así como una disminución en sus defensas con respecto a la menos domesticada.
2. Debido a la baja de defensas en la planta, se espera que la comunidad de artrópodos se vea beneficiada presentando una mayor riqueza y abundancia en las variedades comerciales en comparación a las variedades locales y silvestres.
3. Las comunidades de artrópodos asociadas a los árboles de guayaba presentarán mayor abundancia y riqueza en la temporada de lluvias que en la temporada de secas debido a la disponibilidad de recursos presentes en las temporadas.

### **IV. SITIO DE ESTUDIO**

El sitio de estudio se encuentra en el municipio de Huanusco, al sur del estado de Zacatecas (Fig. 5) y es conocido como “Los Cañones” localizado entre los 21° 38” de latitud norte y los 100° 51” de longitud oeste. Al norte a 21° 47”, al sur 21° 39” de latitud norte, al este 102° 48” y al oeste 103° 13” latitud oeste. Tiene una extensión territorial de 718 km<sup>2</sup> y con un porcentaje del 0.97%

de la superficie del estado. El clima es semiseco semicálido, y no baja de 13°C, salvo algunas excepciones. La lluvia media anual va de los 600 mm hasta los 700 mm (INEGI, 2016).



**Figura 5.** Localización del municipio de Huanusco en el estado de Zacatecas, México. Mapa extraído de la coordinación estatal de planeación del estado de Zacatecas.

## V. MATERIAL Y MÉTODO

### 5.1. Sitio de muestreo.

En el municipio de Huanusco, se encuentra el Sitio Experimental “Los Cañones” (Fig. 6) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). De acuerdo con Padilla *et al.*, (2012), las principales características físico-químicas del suelo en sitio de estudio son: textura media, ligeramente alcalino (pH = 8.2), contenido de nitrógeno inorgánico y materia orgánica de 28.9 ppm y 1.1%, respectivamente los cuales son considerado de bajos a medio, aunque el contenido de potasio y calcio son altos (2 345 y 5 849 ppm, respectivamente).



**Figura 6.** Imagen satelital del sitio experimental de INIFAP en Huanusco, Zacatecas, México. Google maps.

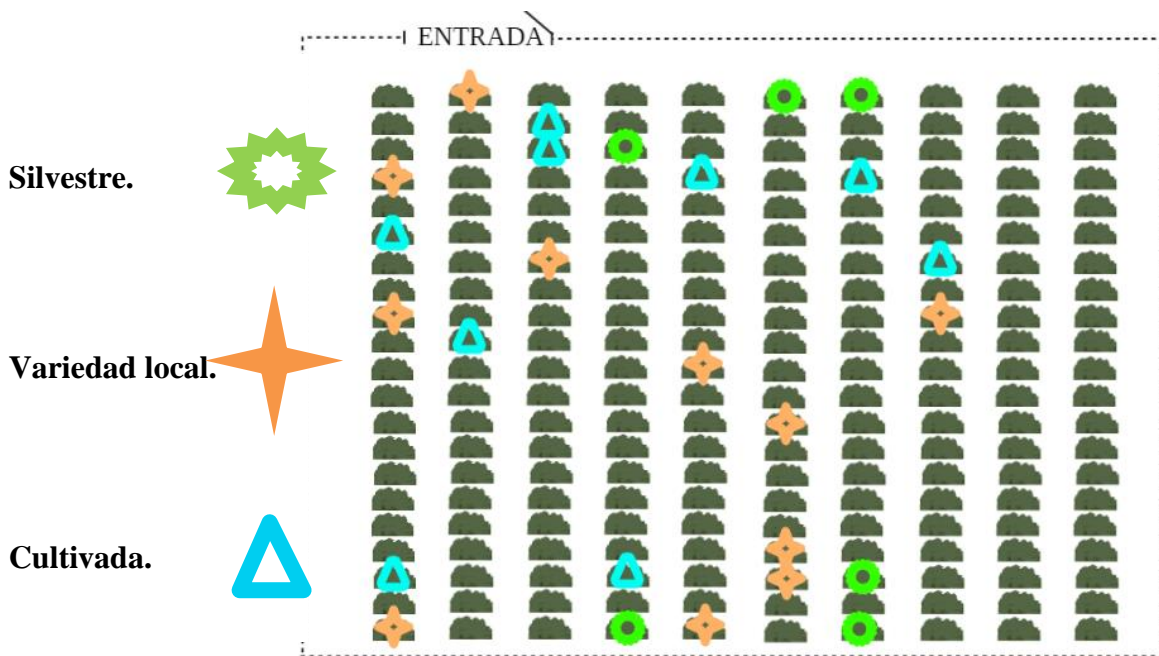
Las plantas recolectadas se encuentran ordenadas en hileras en donde únicamente son especies de guayaba sin compartir el sitio con alguna otra especie vegetal de cultivo (Fig. 7). En este sitio, el instituto busca mantener un banco de germoplasma vivo para continuar los estudios en las variedades de *P. guajava* L. (Padilla *et al.*, 2010).



**Figura 7.** Imagen panorámica del sitio de recolecta en el campo experimental “Los Cañones”. Fotografía tomada por Biól. Araceli Romero Pérez.

## 5.2. Recolección de artrópodos.

Se seleccionaron un total de 26 árboles de tres distintos tratamientos que son silvestre (6 árboles), variedad local (11 árboles) y variedad comercial (9 árboles) que se encontraban en el campo experimental por parcelas de 10 x 20 árboles, así como en los frutos mediante trampeo por manto y recolección directa. Se realizaron muestreos tanto en épocas de lluvias como en secas en coordinación con el personal que labora en el campo experimental “Los Cañones” del INIFAP en Zacatecas tomando la ubicación espacial de la figura 8 siendo así un total de tres recolecciones en el campo experimental “Los Cañones” tomando en cuenta la temporalidad de lluvias y secas, así como la de fructificación de *P. guajava* L.

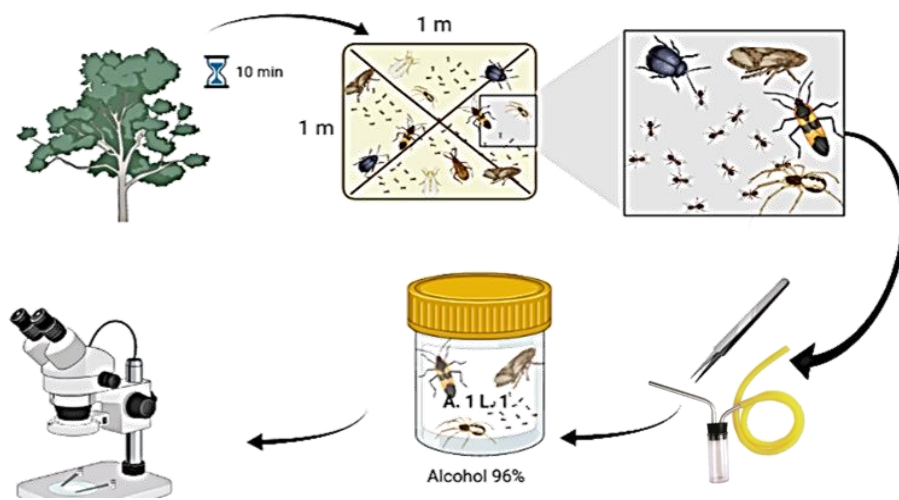


**Figura 8.** Localización espacial de los árboles de *P. guajava* L. en el campo experimental “Los Cañones”. Elaboración propia.



La primera recolecta se realizó en el mes de octubre del año 2020 considerando este mes como la temporada de lluvias la cual coincide con la temporada de fructificación, por lo que se realizó durante este periodo la recolecta de frutos. La segunda recolecta se realizó a finales del mes de febrero y principios de marzo del año 2021 considerando este periodo como la temporada de secas cuando se realiza la poda en los cultivos de acuerdo con Padilla *et. al.* (2007).

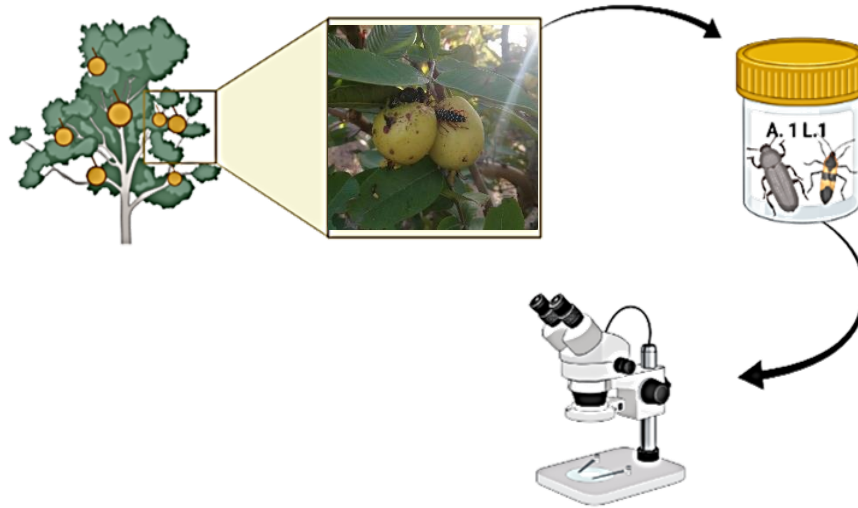
Durante ambos muestreos se aplicaron dos métodos de recolecta; el primer método consistió en trapeo por manto (Fig. 9) de  $1 \times 1$  m (González *et al.*, 2002), las cuales se realizaron a lo largo del dosel de los 26 árboles durante un tiempo de 10 minutos por cada uno, los individuos presentes en la tela de la trampa se recolectaron con ayuda de un aspirador o pinzas finas.



**Figura 9.** Representación gráfica de la recolecta de artrópodos mediante trampas de manto. Elaboración propia.

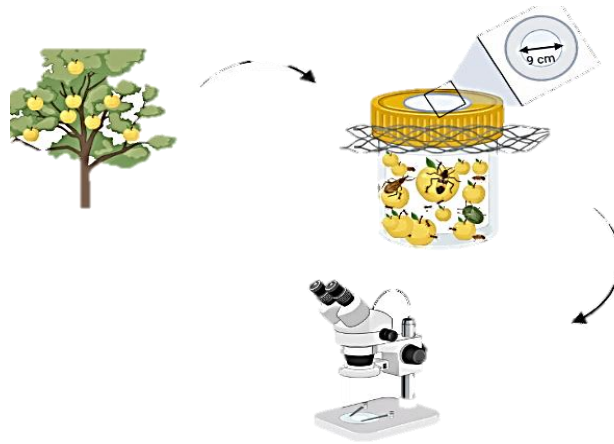
El segundo método fue mediante recolecta directa (Fig. 10) de insectos presentes en flores, flores en proceso de degradación y ápices del fruto, zonas usadas como reposo y refugio para algunos insectos como es el escarabajo *Conotrachelus dimidiatus* (Aragón-García *et al.*, 2015),

durante 10 minutos por árbol en un horario de 08:00 hrs a 14:00 hrs, evitando las horas de mayor calor ya que la actividad de las comunidades de artrópodos disminuye. (González-Gaona, 2020)



**Figura 10.** Representación gráfica de la recolección directa de artrópodos en hojas y frutos. Elaboración propia.

Para la obtención de los datos en frutos que se realizó de igual manera durante la temporada de lluvias, se tomaron de 12 a 20 frutos por árbol de cada tratamiento siguiendo un patrón de afuera hacia dentro de la planta de acuerdo con el patrón de colonización observado en *C. dimidiatus* (Tafoya *et al.*, 2010) los cuales se colocaron en recipientes transparentes de 500 ml con una perforación de 9 cm de diámetro en la tapa cubierta con una malla de tela de 0.1 mm de abertura (Romero-Pérez, 2023, Tafoya *et al.*, 2010) registrando fecha de recolección, número de fruto y tratamiento (Fig.11).



**Figura 11.** Representación gráfica de la recolección directa de artrópodos en hojas y frutos. Elaboración propia.

Los artrópodos recolectados en ambos muestreos se preservaron en alcohol al 70%, se etiquetaron con datos como hilera y número de árbol y se transportaron para su identificación taxonómica más fina posible con ayuda de guías y claves de identificación (Borror y White, 1970; García *et al.*, 2003; González-Gaona, 2020). En caso de no poder determinar a los artrópodos a un nivel más fino, se utilizó el criterio de morfoespecie.

### 5.3. Análisis estadísticos

Para los análisis estadísticos, se realizaron curvas de acumulación de especies con las series de números de Hill ( ${}^qD$ ) de orden de  $q_0$ ,  $q_1$  y  $q_2$ , en donde:  $q_0$ = representa a la riqueza de especies;  $q_1$ = representa el número de especies comunes observados en una comunidad y  $q_2$ = representa el número de individuos de especies dominantes presentes así como para determinar si el esfuerzo del muestreo fue suficiente para registrar las especies de artrópodos asociados a *P. guajava* mediante el programa iNEXT utilizando los estimadores no paramétricos de Chao 1 y Chao 2. El primero de estos es un estimador del número de especies raras en la muestra donde:

S= Número de especies observadas en una muestra.

a= Número de especies representadas por un único individuo (*singletones*).

b= Número de especies representadas por dos individuos en una muestra (*doubletones*).

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

El estimador de Chao 2 se basa en la incidencia en donde:

S= Número de especies observadas en una muestra.

L= Número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas).

M= Número de especies que ocurren en dos muestras.

$$Chao\ 2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Para determinar las diferencias en la riqueza y abundancia promedio de artrópodos entre tratamientos y temporalidades, se analizaron mediante pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis debido para posteriormente realizar comparaciones múltiples de Wilcoxon.

Para conocer la diversidad de artrópodos capturados entre las distintas variedades de *P. guajava* se calculó con el índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ). Para conocer las diferencias de riqueza y abundancia entre las variedades de guayaba tanto en lluvias y secas como en frutos, se utilizaron pruebas de Wilcoxon debido a que los datos no se ajustaron a los supuestos de una distribución normal (Moreno *et al.*, 2011).

Para cuantificar la disimilitud entre variedades se calculó el índice de Jaccard de la siguiente manera y en donde:

$$\text{Índice de Jaccard} = \frac{c}{a + b - c}$$

a= Número de especies de la muestra 1.

b= Número de especies de la muestra 2.

c= Número de especies en común.

El índice de Jaccard permite evaluar similitudes entre comunidades basados en presencia-ausencia y toman valores de cero a uno indicando los valores cercanos a cero que dos comunidades comparadas van a ser muy similares entre sí en cuanto a su composición de especies, por otro lado, valores cercanos a uno indican una alta disimilitud entre las comunidades comparadas (Moreno, 2001).

## VI. RESULTADOS

### 6.1. Distribución de los órdenes de artrópodos asociados a *P. guajava* L.

Durante todo el periodo de muestreo, se recolectaron un total de 1,214 individuos pertenecientes a ocho órdenes observados (Tabla 1) tanto en las dos temporadas contrastantes (lluvias y secas) como en los frutos en las tres variedades (silvestre, variedad local y variedad comercial) del campo experimental “Los Cañones”.

**Tabla 1.** Riqueza y abundancia total de morfoespecies capturados en las dos temporadas de recolecta de *P. guajava* L.

<b>Orden</b>	<b>Morfoespecies</b>	<b>Abundancia</b>
Araneae	46	233
Hemiptera	10	79
Coleoptera	9	91
Diptera	4	741
Hymenoptera	4	60
Thysanoptera	1	4
Neuroptera	1	5
Orthoptera	1	1
<b>Total</b>	<b>76</b>	<b>1214</b>

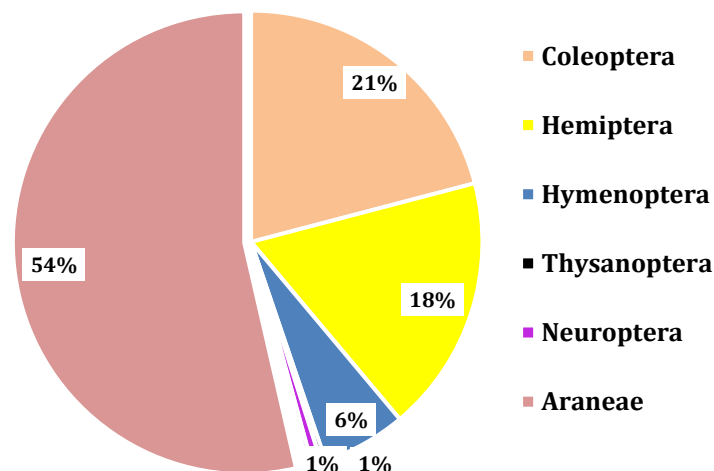
Los datos que se tomaron para las dos temporadas contrastantes y frutos se encuentran en la Tabla 2 la cual contiene el número de morfoespecies encontradas y su abundancia para las dos temporadas es decir, lluvias, secas y la recolecta de frutos.

**Tabla 2.** Riqueza y abundancia de morfoespecies por temporada y recolecta de frutos.

Orden	Morfoespecies			Abundancia		
	Lluvias	Secas	Frutos	Lluvias	Secas	Frutos
Araneae	46	10	0	159	74	0
Hemiptera	10	6	0	55	24	0
Coleoptera	9	3	4	64	13	14
Diptera	1	1	3	1	1	739
Hymenoptera	3	1	1	18	41	1
Thysanoptera	1	0	0	2	2	0
Neuroptera	1	0	0	5	0	0
Orthoptera	1	0	0	1	0	0

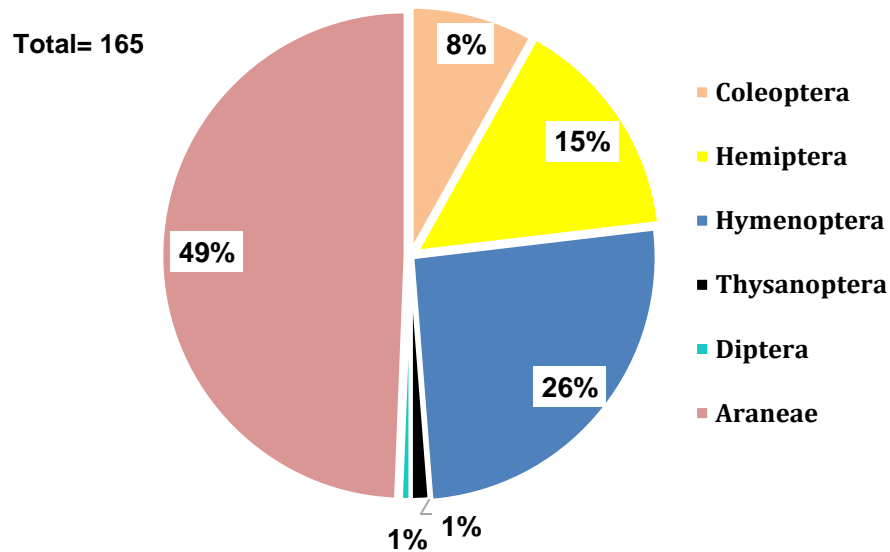
En la temporada de lluvias se observaron un total de 305 individuos con seis órdenes observados durante esta temporada, sin embargo, al únicamente observarse un solo individuo tanto para el orden Orthoptera y Diptera, en la gráfica se considera como 0% (Fig. 12).

**Total= 305**



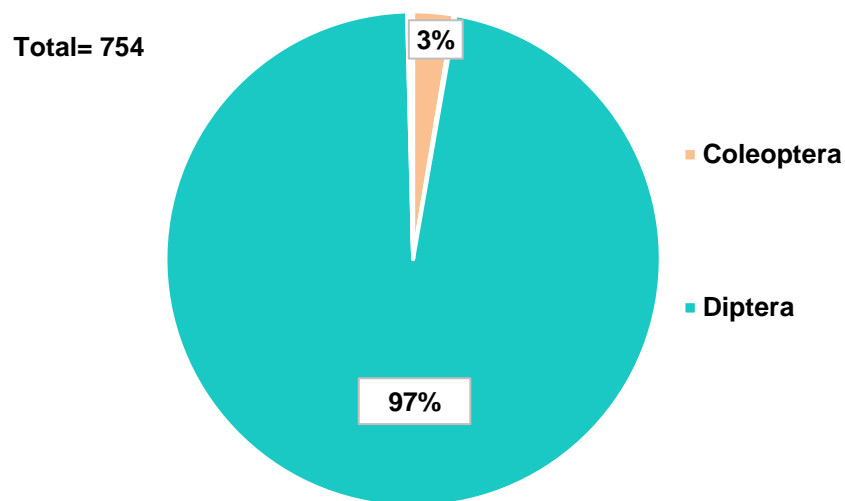
**Figura 12.** Porcentaje de morfoespecies de los seis ordenes (Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Thysanoptera, Neuroptera y Araneae) observados en temporada de lluvias (octubre 2020).

Mientras que, en temporada de secas, fueron recolectados 165 individuos pertenecientes a seis órdenes (Fig. 13).



**Figura 13.** Porcentaje de morfoespecies de los seis órdenes (Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Thysanoptera, Diptera y Araneae) observados en temporada de secas (febrero/marzo 2021).

Finalmente, en la recolectada realizada en hojas y frutos únicamente se presentaron dos órdenes, pero con mayor cantidad de individuos con un total de 754 ejemplares (Fig. 14).



**Figura 14.** Porcentaje de morfoespecies de los dos órdenes (Diptera y Coleoptera) presentes en el muestreo del mes de octubre en la recolecta de frutos de *P. guajava* L.

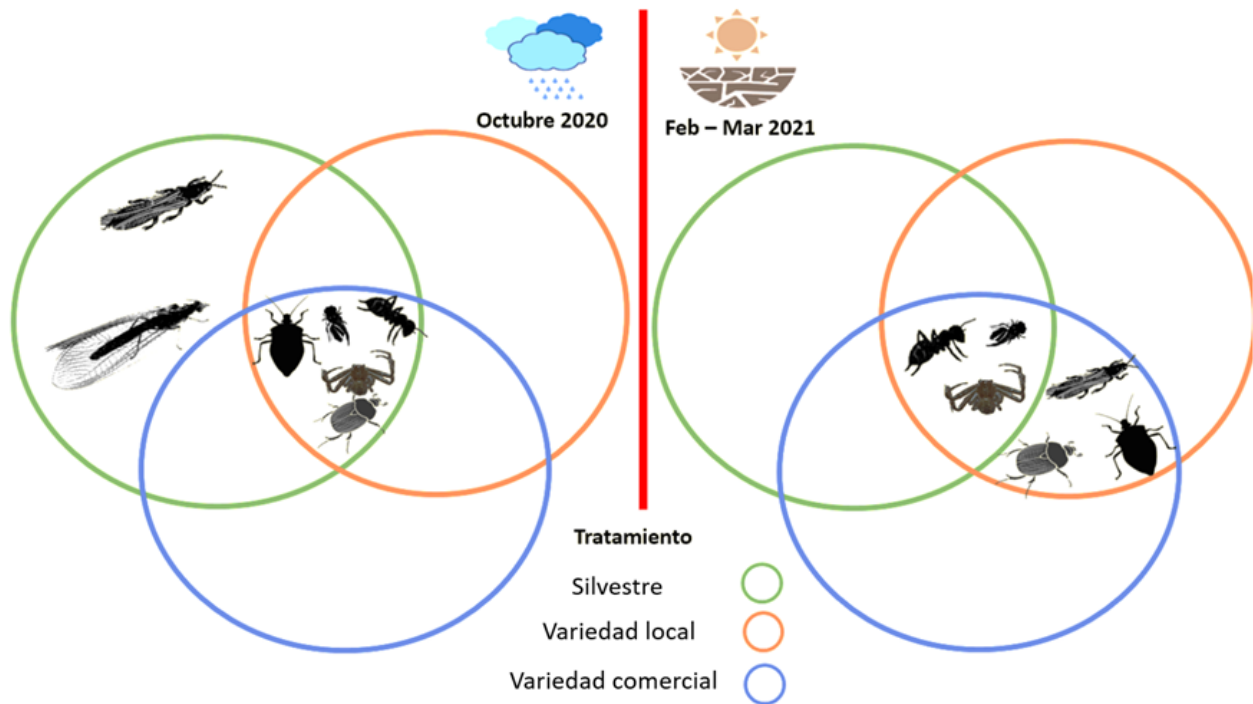
Los órdenes con mayor cantidad de morfoespecies y abundancia total durante las dos temporadas fueron Araneae, Hemiptera y Coleoptera con abundancias mayores a 90 individuos, aunque el orden Diptera es el que mostró mayor abundancia con 741 individuos seguido de Coleoptera con tres morfoespecies observadas durante la recolecta de frutos. La riqueza total por variedades fue de 50 morfoespecies en la variedad silvestre seguido de la variedad comercial con 53 y finalmente la variedad local con mayor riqueza de morfoespecies registradas con 65 (Tabla 3).

**Tabla 3.** Riqueza y abundancia recolectada en las dos temporalidades y frutos en las tres variedades que se encuentran en el Banco de Germoplasma de *P. guajava* L.

Orden	Silvestre		Variedad local		Variedad comercial	
	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia
Coleoptera	7	20	12	33	11	38
Hemiptera	7	18	15	30	10	31
Hymenoptera	1	3	4	26	3	31
Thysanoptera	1	1	1	1	1	1
Neuroptera	1	5	0	0	0	0
Diptera	4	67	6	356	5	318
Orthoptera	0	0	1	1	0	0
Araneae	29	53	26	85	23	96
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>167</b>	<b>65</b>	<b>532</b>	<b>53</b>	<b>515</b>

La figura 15 contiene la distribución de la riqueza de morfoespecies de cada orden asociado a variedades en donde se puede observar la presencia de un orden exclusivo (Neuroptera) en la variedad silvestre. Tanto el orden Hemiptera como el orden Coleoptera presentaron ejemplares tanto en variedad local y variedad comercial en la temporada de secas y en lluvias en las tres variedades utilizadas en el proyecto. Mientras que la familia Formicidae del orden Hymenoptera se encuentra presente en las tres variedades en ambas temporalidades. Por otro lado, el orden Thysanoptera en lluvias fue observado únicamente en la variedad silvestre, mientras que en la temporada de secas se presentó tanto en variedad local como variedad comercial. Finalmente, el orden Diptera fue exclusivo de la variedad local en secas.



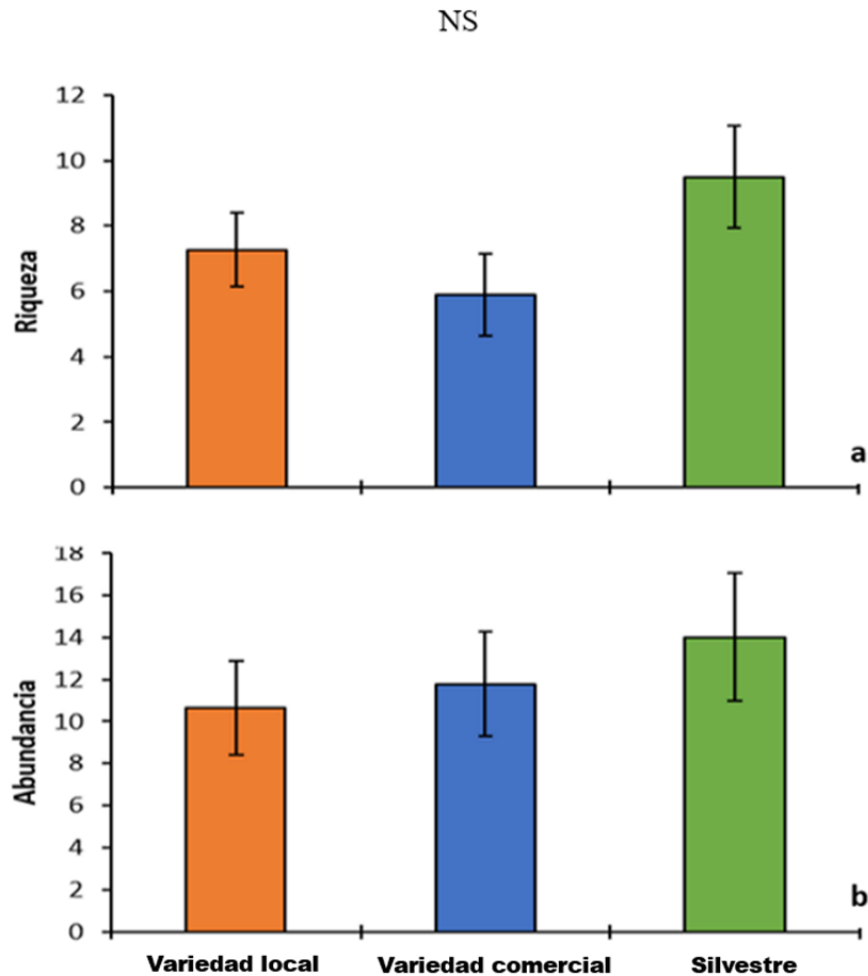


**Figura 15.** Distribución de riqueza de morfoespecies representadas en un diagrama de Venn observadas entre las dos temporalidades en las tres variedades de *P. guajava* L.

## 6.2. Riqueza, abundancia y diversidad de artrópodos.

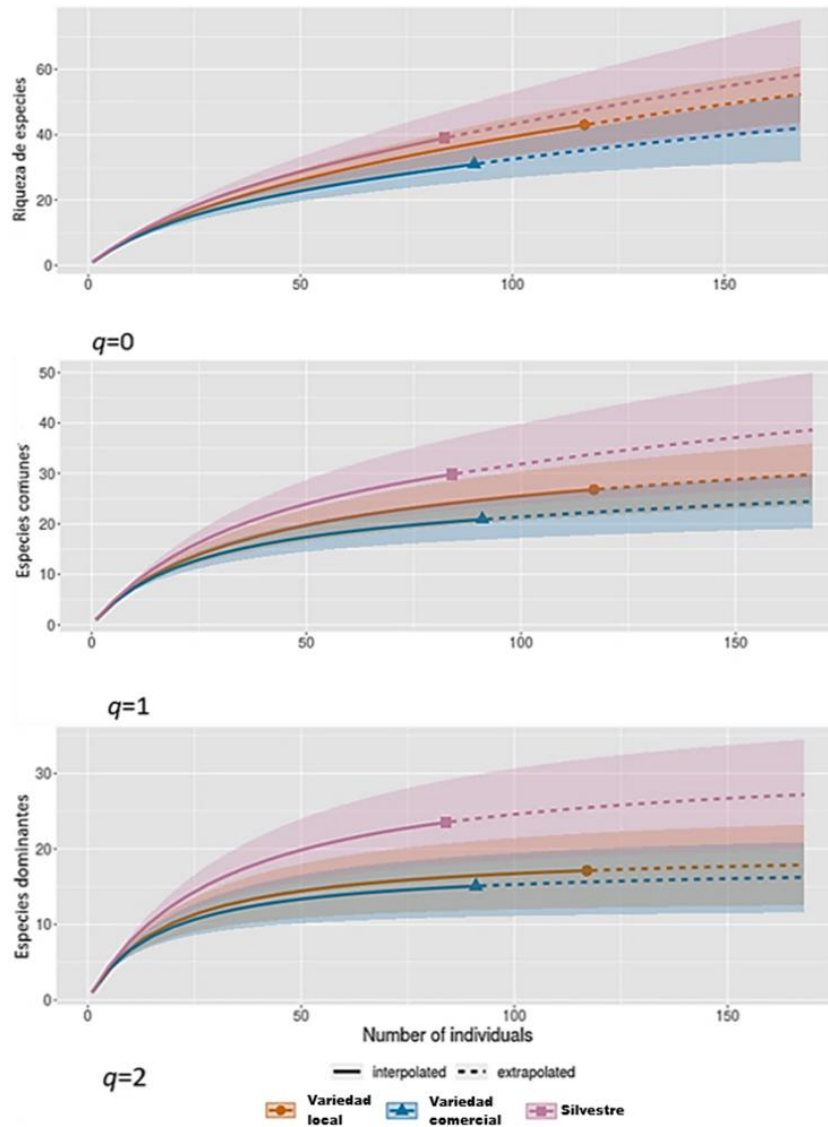
### 6.2.1 Temporada de lluvias.

Durante la temporada de lluvias registrada en el mes de octubre del año 2020, para el parámetro de riqueza no se encontraron diferencias significativas ( $X^2= 2.1602$ ,  $gl= 2$ ,  $p= 0.3396$ ) (Fig. 16 a). El mismo patrón se repite para la abundancia promedio observada (Fig. 16 b), en donde no se encontraron diferencias significativas ( $X^2= 0.0990$ ,  $gl= 2$ ,  $p= 0.9517$ ) de morfoespecies por variedad (silvestre, variedad local y variedad comercial).



**Figura 16.** Riqueza observada por variedad de *P. guajava* L. capturados por los dos métodos de recolecta (manteo y directa) durante la temporada de lluvias, en donde no se observaron diferencias significativas (a). Abundancia promedio por variedad obtenido de los mismos métodos de recolecta en donde no se observan diferencias significativas (b). Las barras representan media  $\pm$  EE.

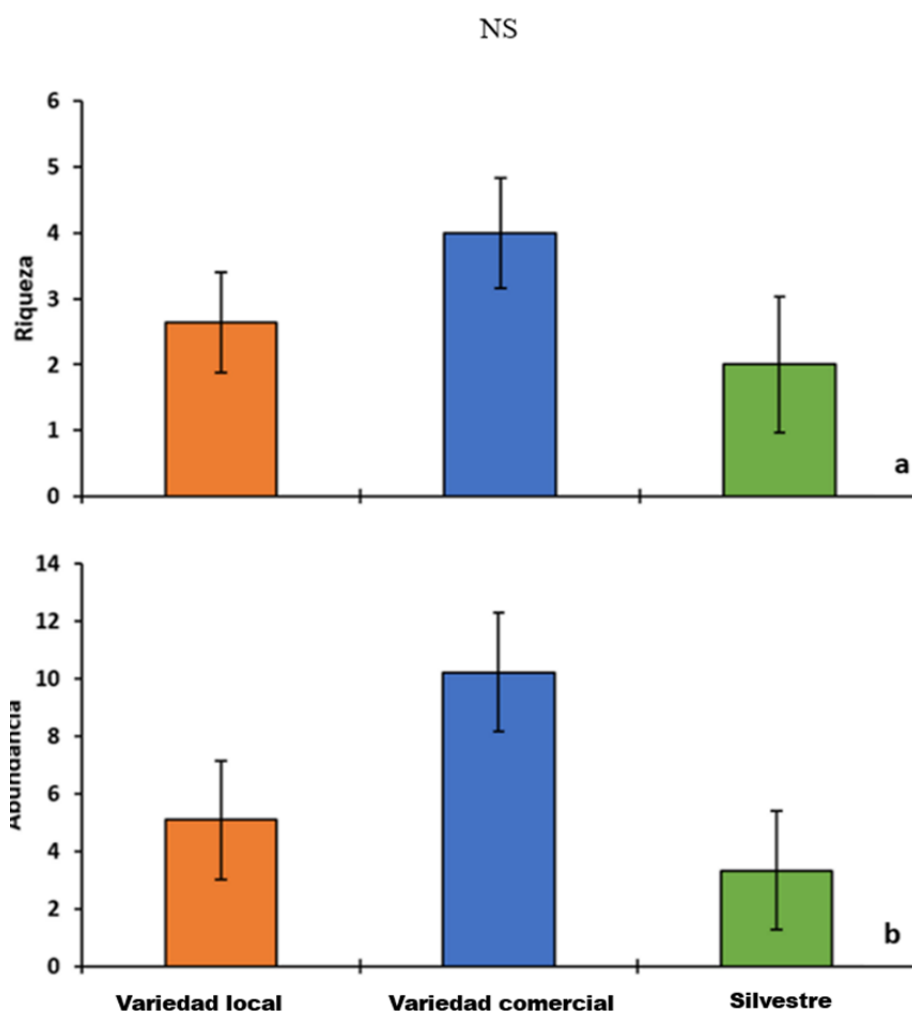
En cuanto a la diversidad presentada en la misma temporada de lluvias, se utilizaron curvas de acumulación de especies con las series de números de Hill (<sup>a</sup>D) de orden de q0, q1 y q2 (Fig. 17), en donde el número de individuos observados en silvestres fue de 84 en 39 morfoespecies, mientras que en variedad local fue de 117 individuos en 43 morfoespecies y finalmente en la variedad comercial se observaron un total de 91 individuos en menor cantidad de morfoespecies observadas con un total de 31.



**Figura 17.** Curvas de acumulación de especies con series de números de Hill ( $q$ ) pertenecientes a la temporada de lluvias (octubre 2020) de las variedades variedad local, variedad comercial y silvestre, graficada obtenida mediante el programa INEXT en donde las líneas continuas representan los datos interpolados (observados) y las líneas punteadas son valores extrapolados, así como los extremos sombreados corresponden a intervalos de confianza al 95%. Con una cobertura de especies ( $\hat{c}$ ) en variedad local de 0.7273, cultivada de 0.7958 y silvestre de 0.8251.

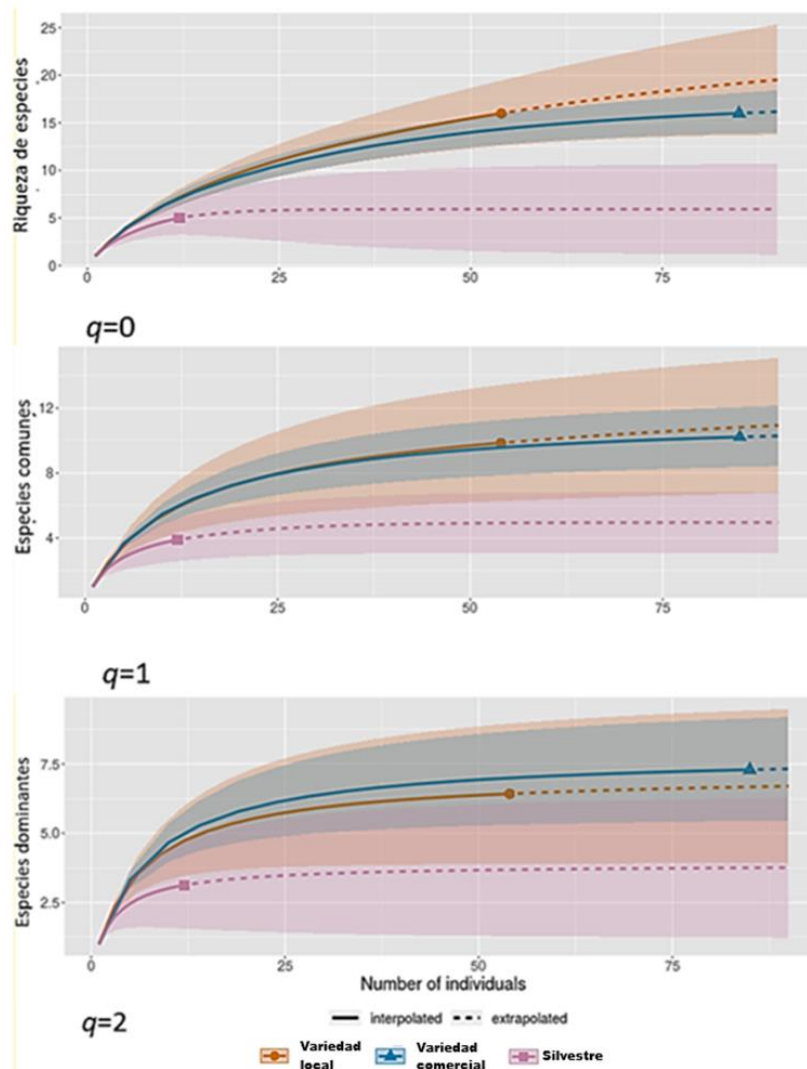
### 6.2.2 Temporada de secas.

Para la temporada de secas, registrada entre los meses de febrero y marzo de 2021, la riqueza de morfoespecies (Fig. 18a) fue menor en la variedad silvestre con respecto a variedad local y variedad comercial, sin embargo, no presentaron diferencias significativas ( $X^2= 2.5598$ ,  $gl= 2$ ,  $p= 0.2781$ ) entre las tres variedades descritas. Tampoco se presentaron diferencias significativas en la abundancia (Fig. 18b) de morfoespecies observada durante esta temporada ( $X^2= 3.5333$ ,  $gl=2$ ,  $p= 0.1709$ )



**Figura 18.** Riqueza observada por variedad de *P. guajava* L. capturados por los dos métodos de recolecta (manteo y directa) durante la temporada de secas, en donde no se observaron diferencias significativas (a). Abundancia promedio por variedad obtenido de los mismos métodos de recolecta en donde no se observan diferencias significativas (b). Las barras representan media  $\pm$  EE.

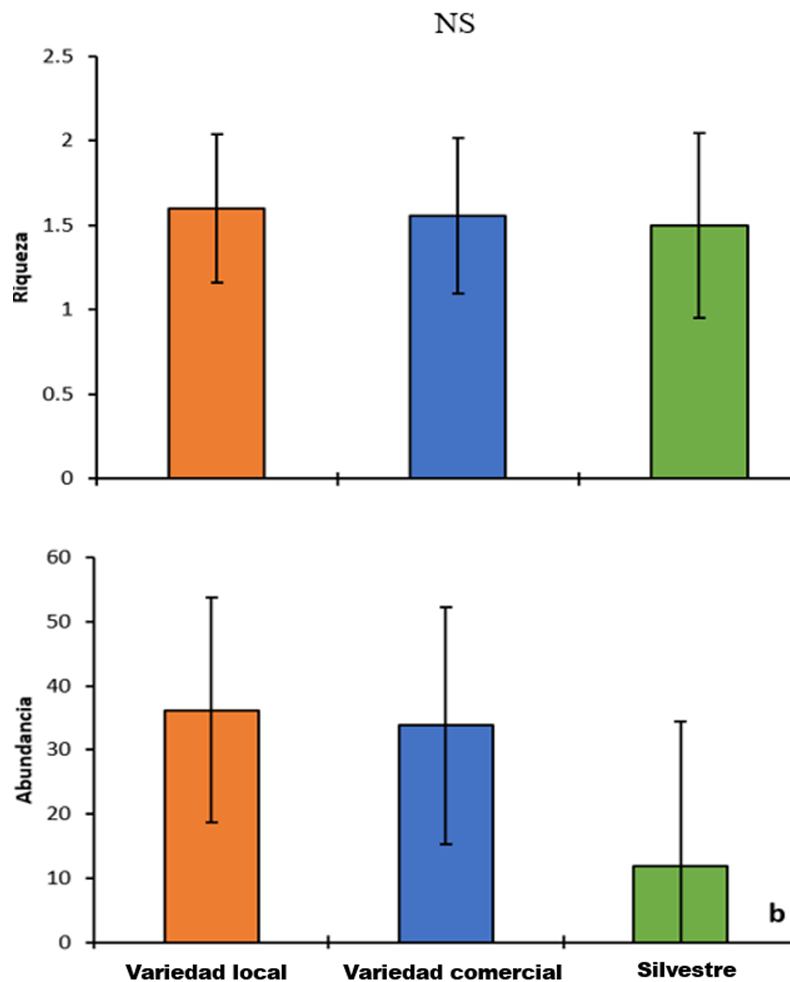
En las curvas de acumulación de especies para la temporada de secas (Fig. 19) se observó en la variedad silvestre, 5 morfoespecies con 12 individuos, en la variedad local 16 morfoespecies con 54 individuos, mientras que la variedad comercial se encontraron 16 morfoespecies con 85 individuos, en esta variedad es donde se registró el mayor número de individuos.



**Figura 19.** Curvas de acumulación de especies con series de números de Hill ( ${}^qD$ ) pertenecientes a la temporada de secas (febrero-marzo 2021) de las variedades variedad local, variedad comercial y silvestre, graficada obtenida mediante el programa INEXT en donde las líneas continuas representan los datos interpolados (observados) y las líneas punteadas son valores extrapolados, así como los extremos sombreados corresponden a intervalos de confianza al 95%. Con una cobertura de especies ( $\hat{c}$ ) en variedad local de 0.8724, cultivada de 0.9655 y silvestre de 0.859.

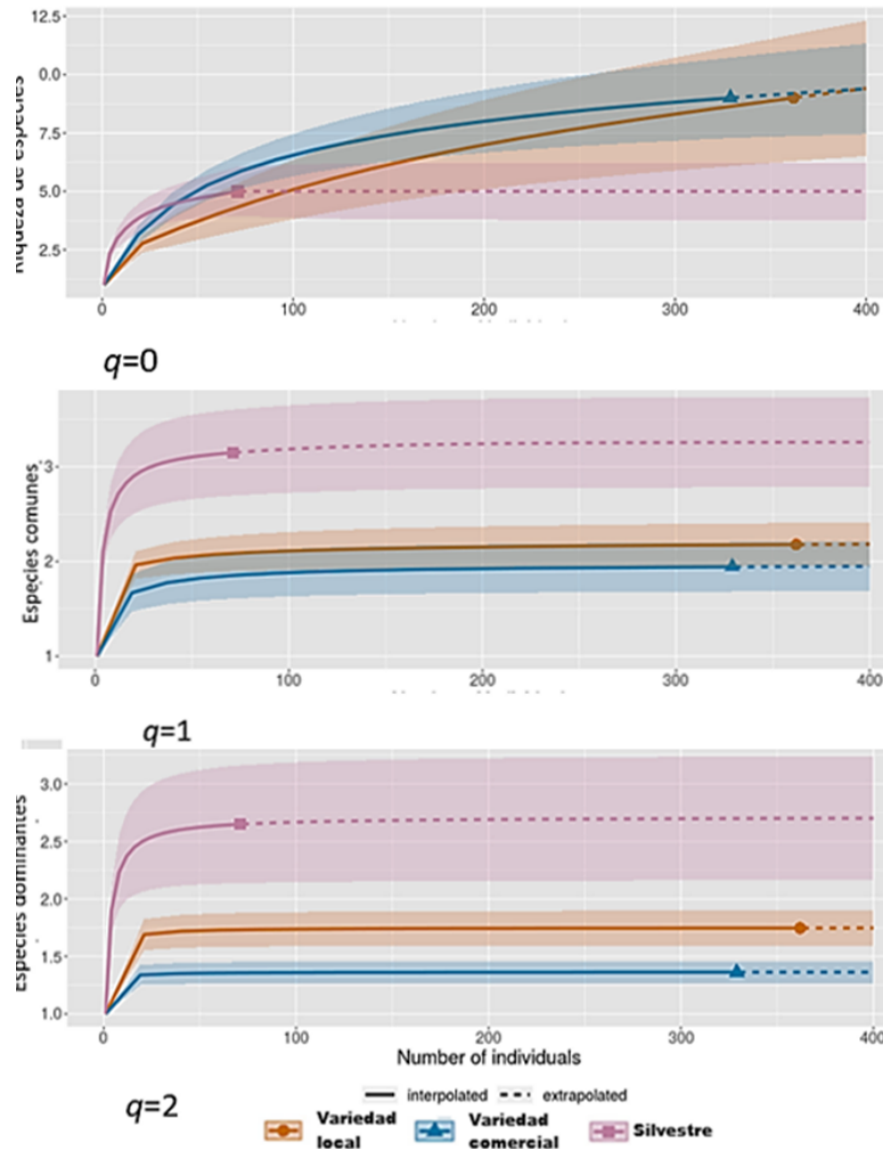
### 6.2.3 Recolecta de frutos.

Durante la última recolección que corresponde a los frutos de cada árbol seleccionado, la cual se llevó a cabo durante el mes de octubre del año 2020, tanto la riqueza ( $X^2= 0.0615$ ,  $gl= 2$ ,  $p= 0.9697$ ) (Fig. 20a) como la abundancia ( $X^2= 1.3546$ ,  $gl= 2$ ,  $p= 0.508$ ) de morfoespecies, no presentaron diferencias significativas entre cada una de las tres variedades muestreadas a pesar de que variedad local cuenta con mayor abundancia con respecto a variedad comercial y silvestre (Fig. 20b), mientras que en la riqueza, se observa en la gráfica igual número de morfoespecies entre variedad local y variedad comercial que son poco mayores a la variedad silvestre.



**Figura 20.** Riqueza observada por variedad de *P. guajava* L. capturados durante el mes de octubre de 2020 para la obtención de frutos, en donde no se observaron diferencias significativas en la riqueza de especies (a). Abundancia promedio por variedad obtenido en donde no se observan diferencias significativas (b). Las barras representan media  $\pm$  EE.

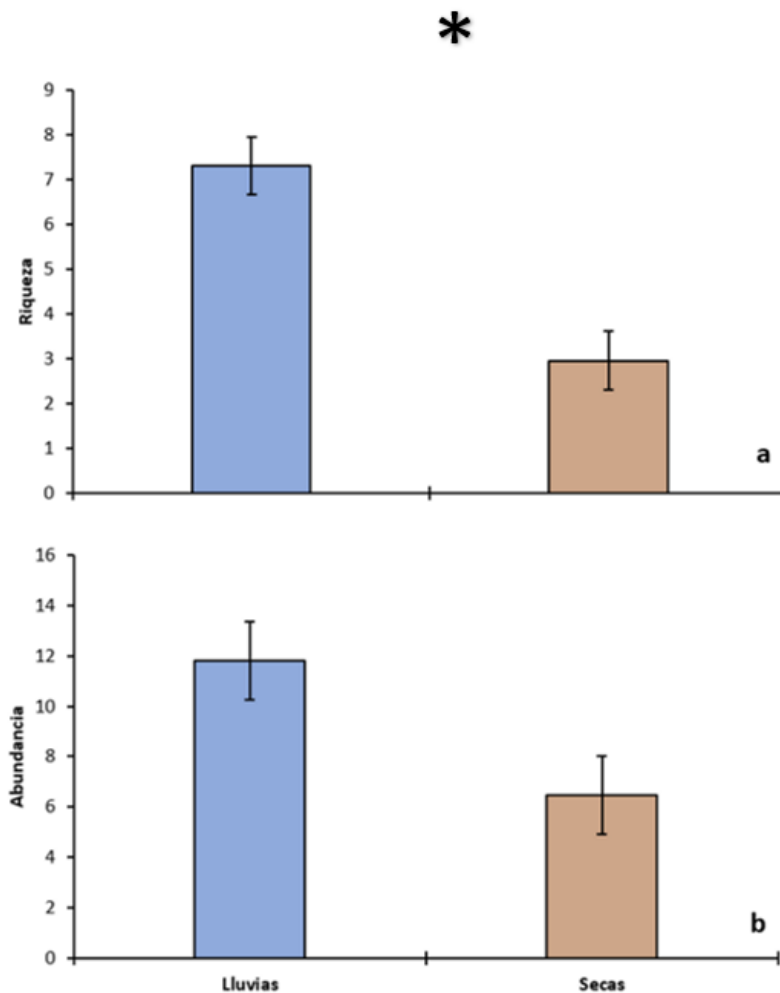
En cuanto a la diversidad de especies presentes en los frutos (Fig. 21), se obtuvieron un total de 71 individuos pertenecientes a 5 morfoespecies observadas en silvestres, 362 individuos en 9 morfoespecies en la variedad local la cual presentó la mayor cantidad de individuos observados y en la variedad comercial fue de 329 individuos en 9 morfoespecies.



**Figura 21.** Curvas de acumulación de especies con series de números de Hill ( $^qD$ ) pertenecientes a los datos obtenidos de los frutos (octubre 2020) de las variedades variedad local, variedad comercial y silvestre, grafica sacada mediante el programa INEXT en donde las líneas continuas representan los datos interpolados (observados) y las líneas punteadas son valores extrapolados, así como los extremos sombreados corresponden a intervalos de confianza al 95%. Con una cobertura de especies ( $\hat{c}$ ) en variedad local de 0.989, cultivada de 0.9939 y silvestre de 0.9859.

#### 6.2.4 Temporada de lluvias frente temporada de secas.

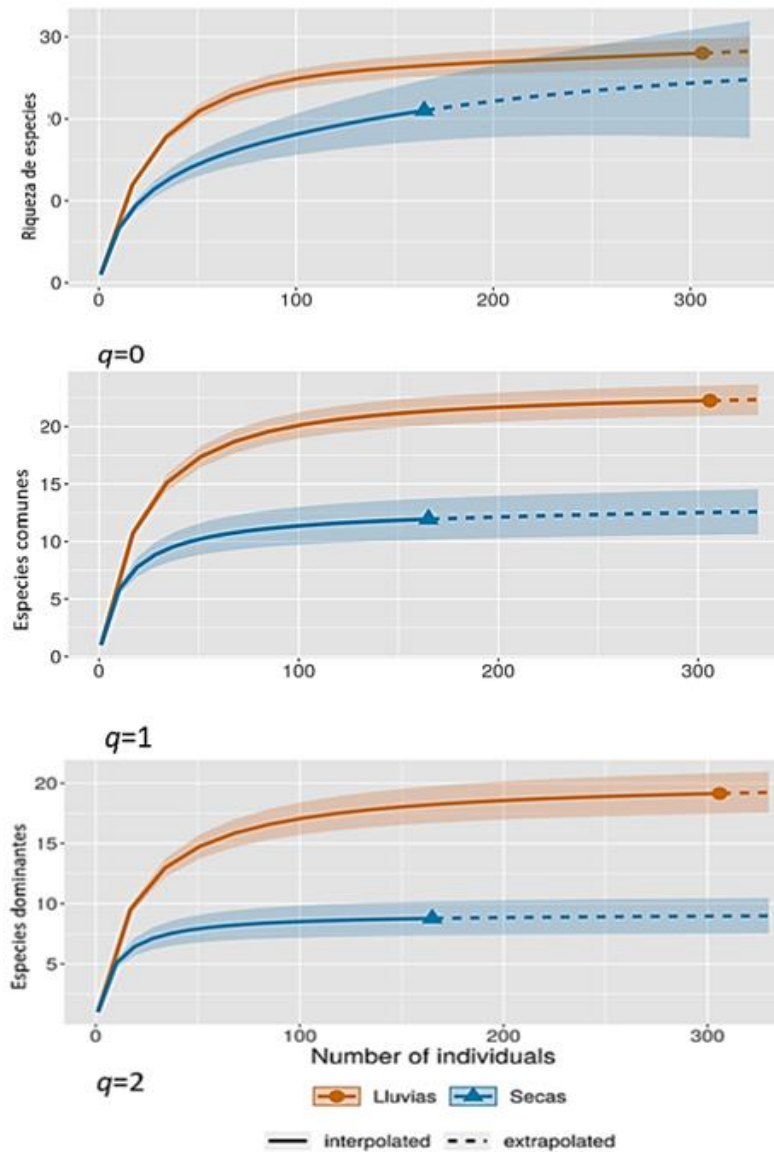
Por último, se realizaron los análisis para comparar los mismos parámetros comunitarios, pero ahora entre las dos temporadas contrastantes de lluvias (octubre 2020) y secas (febrero-marzo 2021) en donde en la riqueza de especies ( $X^2= 17.7331$ ,  $gl= 1$ ,  $p=0.0001$ ) (Fig. 22a) sí se observaron diferencias significativas presentando una mayor riqueza en la temporada de lluvias, con respecto a la temporada de secas, así como en su abundancia ( $X^2=11.8351$ ,  $gl=1$ ,  $p=0.0006$ ) siendo igualmente significativa la diferencia presentada en la temporada de lluvias (Fig. 22b).



**Figura 22.** Riqueza observada por variedad de *P. guajava* L. comparando las dos temporadas contrastantes (lluvias y secas), en donde se observaron diferencias significativas tanto para la riqueza (a) como la abundancia (b) de especies. Las barras representan media  $\pm$  EE.



Para la diversidad de especies en las dos temporalidades contrastantes (Fig. 23), se obtuvieron un total de 306 individuos en lluvias, por 165 en la temporada de secas la cual presentó la menor cantidad de morfoespecies observadas con 21 con respecto a las 26 que se observaron en lluvias.



**Figura 23.** Curvas de acumulación de especies con series de números de Hill ( $^qD$ ) pertenecientes a los datos obtenidos de las dos temporalidades contrastantes (lluvias/secas) de las variedades variedad local, variedad comercial y silvestre. Gráficos obtenidos del programa INEXT en donde las líneas continuas representan los datos interpolados (observados) y las líneas punteadas son valores extrapolados, así como los extremos sombreados corresponden a intervalos de confianza al 95%. Con una cobertura de especies ( $\hat{c}$ ) en lluvias de 0.9902 y en secas de 0.9639.

Los valores obtenidos para el índice de similitud de Jaccard para la temporada de lluvias muestran los valores más altos correspondientes a la comparación entre las variedades más comerciales (variedad local y variedad comercial) mientras que, los valores más bajos son los comparados entre la variedad silvestre y variedad local (Tabla 4).

**Tabla 4.** Valores de índice de Jaccard calculados para la abundancia de artrópodos en temporada de lluvias.

Jaccard	Variedad		
	Silvestre	Variedad local	Variedad comercial
Variedad			
Silvestre	-	-	-
Variedad local	0.278	-	-
Variedad comercial	0.353	<b>0.524</b>	-

En cuanto al índice de Jaccard de la temporada de secas (tabla 5), los valores obtenidos muestran nuevamente los valores más altos en la comparación entre la variedad local y variedad comercial, sin embargo, a diferencia de la temporada de lluvias, los valores menores se encuentran comparando a la variedad silvestre con la variedad comercial.

**Tabla 5.** Valores de índice de Jaccard calculados para la abundancia de artrópodos en temporada de secas.

Jaccard	Variedad		
	Silvestre	Variedad local	Variedad comercial
Variedad			
Silvestre	-	-	-
Variedad local	0.262	-	-
Variedad comercial	0.259	<b>0.358</b>	-

La similitud de Jaccard presentada en los frutos (tabla 6) muestra un comportamiento diferente a las dos temporadas (lluvias y secas) mostradas previamente, siendo que, las variedades que mayor disimilitud presentan son la variedad local con respecto a la variedad comercial (0.251) mientras que la variedad silvestre muestra el mismo valor al compararla con la variedad local y variedad comercial (0.263).

**Tabla 6.** Valores de índice de Jaccard calculados para la abundancia de artrópodos presentes en los frutos de *P. guajava*.

Jaccard	Variedad		
	Silvestre	Variedad local	Variedad comercial
Variedad			
Silvestre	-	-	-
Variedad local	0.263	-	-
Variedad comercial	<b>0.263</b>	0.251	-

## VII. DISCUSIÓN

### 7.1. Composición de la comunidad de artrópodos asociados a *P. guajava*.

Existen estudios que indican que el conocer las interacciones entre los artrópodos terrestres y las plantas perennes es importante para poder comprender las dinámicas poblacionales de los propios artrópodos y cómo estas se modifican debido a los cambios tróficos (Jeltje *et al.*, 2019). Este estudio busca mostrar la composición de artrópodos asociados a *Psidium guajava* L. en un sistema de conservación que tiene como objetivo llevar las mejores variedades a los campos agrícolas, siendo este, un enfoque que pocas veces se ha reportado en la literatura (Fuller, *et al.*, 2011); además de presentar datos sobre las comunidades de artrópodos asociados en este sistema, que en la literatura aún no se ha reportado.

Las comunidades de artrópodos asociados a *P. guajava* no presentan diferencias significativas en cuanto a su diversidad entre variedad silvestre, variedad local y variedad comercial en la temporada de lluvias (Fig. 15) en donde los órdenes dominantes fueron: Araneae, Coleoptera y Hemiptera en los parámetros abundancia y riqueza (Tabla 3). Para esta temporada, la mayor riqueza de estos tres órdenes se concentró en la variedad local (Tabla 4); sin embargo, en la temporada de lluvias se presentaron dos órdenes exclusivos de la variedad silvestre, los cuales fueron Neuroptera y Thysanoptera (Fig. 15), estos dos órdenes exclusivos son considerados como controles biológicos y el que se encuentren de esta forma pueden ser indicios de los efectos de domesticación en donde la variación fenotípica de la planta y en conjunto con su diversidad de comunidades de artrópodos. Lo anterior puede indicar una diferenciación entre variedades, en la que la variedad silvestre puede dar pie a la generación de nichos de diversidad, de acuerdo con autores como Whitham *et al.*, (2010).

Las curvas de acumulación de especies para la temporada de lluvias (Fig. 16) son una herramienta que permite identificar diferencias en cuanto a la diversidad de especies y son representadas por los números de diversidad de Hill sobre la acumulación de los individuos observados (Hsieh y Chao, 2016). El estimador de cobertura de muestra ( $\hat{c}$ ) fue mayor a 0.72 lo cual indica que el esfuerzo de muestreo fue el adecuado para que los índices exponenciales de Shannon ( $q_1$ ) e inverso de Shannon ( $q_2$ ), a pesar de no tener diferencias significativas, demuestran que existen más especies comunes y dominantes en la variedad silvestre que en la variedad comercial.

Para la temporada de secas, a pesar de tampoco presentar diferencias significativas en su diversidad entre las tres variedades, los órdenes más abundantes que se observaron fueron: Araneae, Hymenoptera y Hemiptera (Tabla 3). Para esta temporada, la mayor riqueza y abundancia de estos tres órdenes se presentó ahora en la variedad comercial (Fig. 17). A pesar de que el orden Hymenoptera presentara una mayor abundancia, tan sólo por detrás del orden Araneae (Fig. 12), su riqueza es baja y fue porque se encontraron individuos de la familia Formicidae cuya abundancia se ve diferenciada con respecto al muestreo realizado durante la temporada de lluvias debido al estado reproductivo en el que se encuentra la flora nativa provocando que durante la temporada de secas disminuyan las hormigas (Delgado Ochica, 2008).

Adicionalmente, para esta temporada de secas, las curvas de acumulación de especies (Fig.18) obtuvieron un estimador de muestra ( $\hat{c}$ ) superior a 0.85 indicando que igualmente el esfuerzo de muestreo ha sido el adecuado en donde el índice de exponencial de Shannon a pesar de no mostrar diferencias significativas al extrapolarla recolectando más individuos puede presentar diferencias entre la variedad local (la cual tuvo más especies dominantes) y la variedad comercial con respecto a la variedad silvestre, siendo que con el inverso de Shannon ( $q_2$ ) se observó

una mayor cantidad de especies dominantes en la variedad comercial que en la variedad local y aún más que en la variedad silvestre.

De acuerdo con Delgado-Ochica, 2008, cuando los cultivos de guayaba son de porte bajo, es decir, de alturas no mayores a los 3 metros debido a su manejo en cuanto a las podas, se provoca la eliminación de nidos y de individuos inmaduros de diferentes especies; mientras que las podas que se realizan para aumentar la producción como en el caso del cultivo del campo experimental, las especies tienen mayor oportunidad de generar nidos manteniendo diversidades altas. El hecho de no presentar diferencias significativas entre variedades en las dos temporadas, puede deberse a que las prácticas agronómicas son las mismas, manteniendo el mismo periodo de podas y riego en el huerto.

Para los índices de similitud, el coeficiente de similitud de Jaccard, considera valores de 0 a 1, en donde los valores que se encuentran cercanos a 0 representan similitudes bajas en la composición de las especies entre sitios (Moreno, 2001), demostrando para la temporada de lluvias que los valores más bajos obtenidos se encuentran entre las variedades silvestres con respecto a las variedades local (Jaccard: 0.278), por lo que, durante esta temporada, la composición con mayor similitud se observó entre las variedades comerciales y variedades locales (Jaccard: 0.524). Mientras que, para la temporada de secas, los valores que mostraron menor similitud fueron los obtenidos entre las variedades silvestres con respecto a las variedades comerciales (Jaccard: 0.259), siendo entonces las variedades comerciales y variedades locales las que nuevamente presentan mayor similitud (Jaccard: 0.358). Por otro lado, para la recolecta de frutos, los resultados muestran un comportamiento diferente pues las variedades locales y variedades comerciales tienen una menor similitud entre ellas (Jaccard: 0.251).

Padilla *et. al.* (2007) mencionan en su estudio que dentro del mismo campo experimental “Los Cañones” existe una variación en la productividad y calidad del fruto de las plantas, las cuales pueden ser las variedades comerciales o variedades locales las que permiten una obtención de frutos más grandes y de mayor calidad. En este sentido, el orden con más abundancia presentado en este estudio fue Diptera, muestreado en el mes de octubre con el 97% presente en la recolecta de frutos (Fig. 13) y en donde, a pesar de no presentar diferencias significativas entre variedades, la variedad local fue la que mayor abundancia y riqueza registró seguido de la variedad comercial con respecto a la variedad silvestre (Fig. 19), con cuatro morfoespecies dentro de las cuales, se encontró la mosca de la guayaba (*Anastrepha striata*) la cual ha sido descrita como una de las plagas principales en el cultivo de la guayaba en la zona guayabera del país de acuerdo con González y colaboradores (2002). esto puede ser debido a lo descrito por autores como Rosenthal y Dirzo (1997) quienes mencionan que uno de los objetivos de la domesticación es la presencia de frutos más grandes con respecto a las variedades silvestres.

El orden Araneae fue el segundo orden que mayor abundancia presentó en este estudio (Tabla 2), además de emplearse como indicadores biológicos de la biodiversidad local de ambientes específicos (González-Gaona, 2021). Los organismos pertenecientes a las familias Oxyopidae y Thomisidae son recurridos para mediciones de impacto de cambios antropocéntricos, así como sobre las medidas de conservación de un hábitat y su efectividad, finalmente, pueden ser utilizadas como organismos indicadores de alteraciones ambientales por plaguicidas (Avalos *et al.*, 2007; Núñez, 2014). En este estudio, se registraron 154 individuos en la temporada de lluvias, representado el 54% de la recolecta durante esta temporada que se llevó a cabo en el mes de octubre de 2020 ubicadas en 47 morfoespecies, de las cuales, las de mayor abundancia fueron las pertenecientes a las familias: Salticidae, Thomisidae, Mimetidae y Oxyopidae. Mientras que, para

la temporada de secas, el registro fue menor con respecto al anterior pues se registraron un total de 79 individuos los cuales forman parte del 49% de la comunidad de artrópodos asociados recolectados durante el periodo de febrero-marzo del año 2021.

Sin embargo, en su mayoría han sido individuos juveniles y esto puede ser debido al hecho de que, en el banco de germoplasma, el cultivo se sometió a un estrés hídrico para el escape de las bajas temperaturas en invierno para restablecer aproximadamente en los meses de marzo-abril y con esto, las poblaciones de arañas acompañan este restablecimiento. El estudio coincide con lo que sostienen Herschel y Lubin (1997) en su estudio demostrando que, en la temporada de lluvias, las plantas de diferentes microhábitats cuentan con una mayor complejidad estructural en las ramas las cuales proveen mayor sitio de refugio y un óptimo microclima para el desarrollo completo del ciclo de vida de las arañas. Finalmente, el estudio es coincidente con el realizado por González-Gaona *et al.*, (2021) en donde igualmente se observó una gran diversidad de arañas cuyas familias más representativas de su estudio el cual se llevó a cabo en huertos de guayaba de la región de Calvillo, Aguascalientes fueron pertenecientes a las familias Oxyopidae, Salticidae y Thomisidae y que igualmente son familias que son consideradas como indicadores biológicos.

El tercer orden más abundante en cuanto a riqueza y abundancia capturado mediante las trampas de manteo fue el orden Coleoptera (Tabla 2), el cual toma un papel importante en el cultivo puesto que la presencia de individuos de la familia Scarabaeidae como *Cyclocephala* spp (Temolillo) y *Cotinis mutabilis* (ver anexo 1) que, aunque no se ha reportado en la literatura como plaga este último, *Cyclocephala* spp si ha sido reportado por autores como Padilla *et. al.* (1999) como una plaga post-cosecha, en este estudio se mostró su presencia tanto en lluvias como en secas, además de ser el único orden presente junto con el orden Diptera en la recolecta en frutos, en su mayoría en frutos maduros dañados pues tanto *Cyclocephala* spp como *C. mutabilis* perforan el



fruto formando túneles y alimentándose de la pulpa permitiendo que otros organismos como los escarabajos longicornios de la familia Cerambycidae aprovechen de la pulpa de la guayaba. Otro de los organismos plaga de importancia debido a su impacto al cultivo tanto biológico como económico es el picudo de la guayaba (*Conotrachelus dimidiatus*) (Tafoya, 2010), sin embargo, en estos muestreos no se colectó.

Ahora bien, el cuarto orden más abundante fue el orden Hemiptera con un 18% y 15% en lluvias y secas respectivamente (Figs. 12 y 13), podemos observar que también es el segundo orden en cuanto a riqueza (ver Tabla 2), durante el muestreo, resalta la recolecta de organismos en estado de ninfa de la familia Miridae subfamilia Bryocorinae los cuales, posiblemente puedan estar relacionados a la enfermedad del clavo de la guayaba la cual afecta tanto a frutos como hojas de *P. guajava* L. con lesiones circulares café oscuro simulando una costra sobresaltada de la epidermis del fruto con la apariencia de un ‘clavo oxidado’, mientras que en las hojas se observan manchas asimétricas café rojizo alrededor de la nervadura central, los brotes tiernos se enroscan sobre su haz y las yemas terminales se secan y posteriormente, se caen (González, 2002), la enfermedad es causada por el hongo del género *Pestalotiopsis* spp. y es el hemíptero del género *Monalonion* spp (familia Miridae presente en la temporada de lluvias) el organismo vector de este hongo (SENASICA, 2017), por ello la importancia de su recolecta; este orden se encontró presente tanto en la temporada de lluvias como en los frutos en las tres variedades (silvestre, variedad local y variedad comercial) y en la temporada de secas sólo en las variedades locales y variedad comercial (Fig. 15).

Hablando sobre el orden Hymenoptera, este es el quinto en cuanto abundancia y riqueza total de los tres métodos de recolecta, sin embargo, en este estudio resalta su abundancia en la temporada de secas representando el 26% del total recolectado durante la temporada entre el mes

de marzo y febrero (Fig. 12), en su mayoría han sido organismos pertenecientes a la familia Formicidae, esta familia se caracteriza por tener individuos generalistas que pueden tolerar cambios estacionales como de hábitos permitiendo que fácilmente se puedan asociar a diferentes especies vegetales (Sadasivan, 2017). Así como ya se mencionó anteriormente, el aumento en abundancia en esta temporada es debido a que en lluvias las hormigas, así como otros himenópteros disminuyen en población debido al estado fisiológico de la planta.

Finalmente, este estudio mostró la presencia de dos órdenes exclusivos para la variedad silvestre los cuales fueron Thysanoptera y Neuroptera en temporada de lluvias (Fig. 15), sin embargo, la cantidad recolectada es mínima y se observa en la tabla 2 pues únicamente se recolectaron dos individuos del orden Thysanoptera por cinco del orden Neuroptera durante la temporada de lluvias, a pesar de esto, se sabe de acuerdo con López-Arroyo, (2001) y New, (2001) que la familia Chrysopidae es una de las familias más importantes del orden Neuroptera ya que cuenta con quince géneros usados como agentes de control biológico y ha sido gracias a la voracidad de sus larvas lo que ha colocado a esta familia como uno de los agentes de control biológico más favorecidos en los cultivos agrícolas.

Debido a la presencia de este orden en la variedad silvestre, se puede dar pie a lo que busca el estudio, la inferencia de la importancia de variedades silvestres ya que pueden servir como indicadores de que la comunidad de artrópodos asociados presentes en esta variedad ha preferido mantenerse a pesar de la selectividad que ha impuesto el hombre en su intento de obtener frutos más grandes y más dulces y fungir como reservorios de diversidad como lo mencionan Whitham y colaboradores (2010).

## **7.2. La domesticación y su impacto sobre la comunidad de artrópodos asociados a *P.***

### ***guajava* L.**

El objetivo de este estudio fue conocer si la domesticación ha generado algún tipo de impacto en este tipo de planta perenne que, como ya se había mencionado anteriormente, son escasos los estudios que lo plantean y demuestran utilizando este modelo de investigación ya que los periodos de vida son más cortos y se encuentran en constante cambio provocando así que las interacciones con las comunidades de artrópodos asociados se vean afectadas (Clement, 2010), por lo que, de acuerdo con la evidencia planteada en el presente estudio, no se ha visto afectada debido a lo previamente mencionado y de acuerdo con diferentes autores (Rosenthal y Dirzo 1997; Rodríguez-Saona et al. 2011; Jeltje et al. 2019) los cuales sostienen que los efectos de la domesticación en este tipo de plantas, resultan ser menos evidentes que en las plantas anuales por sus largos ciclos de vida. Además, en el caso de este estudio, se tratan de plantas que reciben el mismo tratamiento agroecológico, con periodos de poda, riego por goteo y la aplicación de pesticida por igual, por lo que, estudios posteriores considerando rasgos vegetales tales como tamaño y dulzor de fruto o dureza de hojas por mencionar algunos, para conocer si los efectos de la domesticación se han mostrado en los mismos, sería una oportunidad de investigación para el futuro (Fuller 2011).

La composición de las comunidades de artrópodos aquí descritas, sugiere que, al no presentar diferencias significativas entre las variedades, los efectos de la domesticación en los cultivos del campo experimental “Los Cañones”, en Zacatecas, aún no se han hecho evidentes pues, como ya se ha descrito, es lo que se esperaría debido a las características de la planta, a pesar de que las diferencias se aprecian entre temporadas, en donde existe un mayor número de especies dominantes en la variedad silvestre en la temporada de lluvias que en la temporada de secas.

Ahora bien, los resultados obtenidos en los frutos, a pesar de no ser significativamente diferente la riqueza presente en las tres variedades, en las curvas de acumulación de especies (fig. 21) se puede observar que en la extrapolación si se hace evidente esa diferencia entre las plantas de la variedad comercial y plantas silvestres que estaría siendo afectada debido a la selección directa de las plantas de la variedad comercial hacia una mayor calidad en los nutrientes, traduciéndose estos en la obtención de frutos más grandes y con mejor sabor que permitan a los artrópodos estar presentes (Benrey *et. al.* 1998). Por lo que, este estudio da pie a futuras investigaciones sobre la composición de las comunidades de artrópodos asociados a los cultivos que se encuentran en el campo experimental “Los Cañones”.

### **7.3. El papel del campo experimental “Los Cañones”.**

Diversos estudios han demostrado que los monocultivos a gran escala son considerados escenarios ideales para que las plagas se desarrollen, debido a la reducida diversidad genética que se mantienen en las plantas de la variedad comercial (Turcotte *et al.*, 2014). La selección empírica de los productores de guayabo ha sido inclinada hacia los cultivos denominados como “Media China” y “China” más por sus caracteres fenotípicos, es decir, árboles no mayores a tres metros, así como frutos de forma circulares y no aperados además de presentar una coloración amarillo intenso, qué por su productividad o calidad del fruto como sólidos solubles, acidez o jugosidad, entre otros. Además, su selección ha favorecido la producción de frutos con características propias del mercado nacional e internacional como el tamaño y peso del mesocarpio y las semillas (Padilla, *et al.*, 2010), sin embargo, estas características también son ideales para los enemigos naturales del guayabo.

La importancia de los bancos de germoplasma radica en que son una herramienta real para temas de restauración y conservación por las diferentes utilidades que se les pueden dar a todo el

material que estos centros son capaces de albergar, ya sea en material cultivado o en semillas con características que permitan ser empleados a mediano y largo plazo en los campos de cultivos con el objetivo de una mejora en la producción, traduciendo esto en una mejor calidad de producto y por tanto en incrementos económicos en el sector agrícola (Niculcar *et al.*, 2015).

El material que se encuentra en el campo experimental conservado en forma *ex situ*, proviene de diferentes partes de la Republica e incluso de otros países como China e Indonesia; actualmente se cuentan con muy pocos estudios relacionados a la evaluación y selección de germoplasma saliente o de las variedades que se encuentran en el sitio, sugiriendo así, que el aumento en la producción del guayabo puede lograrse mediante su mejoramiento (Hernández *et al.*, 2017), sin embargo, los estudios que se encuentran en la literatura, son guiados a la evaluación de caracteres morfológicos de la planta y a su producción, así como los contenidos de vitamina C, sin tomar en cuenta la composición de las comunidades de artrópodos y las interacciones planta-artrópodo que se encuentran en el propio banco de germoplasma, es por ello, la importancia de este trabajo.

Debido a esto, las variedades no han sido objetos de estudios que permitan dar a conocer la composición de las comunidades de artrópodos que se encuentran asociadas a estos cultivos, siendo este, uno de los principales problemas que se ha tenido este campo para su aportación al gremio productor agrícola de la zona guayabera del país, particularmente, la región de Calvillo-Cañones. Es por ello que este estudio muestra la composición de artrópodos considerando las tres variedades (silvestre, variedad local y variedad comercial) para fomentar la conservación de estas en búsqueda de un mejor fitomejoramiento de las mismas y atender uno de los objetivos de este campo experimental el cual es el aprovechamiento de variedades que permitan combatir plagas con el menor empleo de plaguicidas posible (Padilla *et al.*, 2010).

## VIII. CONCLUSIONES

1. Este estudio sienta una base sobre la composición de la entomofauna asociada al guayabo en la región ya que este tipo de análisis no ha sido reportado bajo estas condiciones en la región de “Los Cañones”.
2. Los parámetros de riqueza, abundancia y diversidad de artrópodos asociados a *P. guajava* L. no muestran diferencias significativas entre las tres variedades muestreadas en el campo experimental “Los Cañones”, sin embargo, al realizar los análisis entre temporadas, claramente existen diferencias significativas debido a que, en lluvias, los ciclos de vida de la entomofauna se ven beneficiados permitiendo su proliferación.
3. A pesar de que la domesticación en *P. guajava* L. ha sido estudiada a través de los años y se ha demostrado con la presencia de frutos más grandes y más dulces en los mercados no sólo mexicanos sino en el ámbito internacional, las evidencias en este estudio no permiten esclarecer los efectos de este proceso en cuanto a la composición de artrópodos asociados ya que no existió una diferencia entre las variedades silvestres y variedades comerciales que puedan sustentar los cambios que la domesticación pueda influir en la planta y sus interacciones.
4. Este tipo de estudios en bancos de germoplasma pueden permitir una mayor comprensión y por tanto mejoramiento en los cultivos llevando así, a futuro, variedades con las características deseadas por el productor sin dejar de lado la importancia ecológica de sus ancestros silvestres, evitando así ataques de plagas de gran impacto.
5. Evaluar los rasgos fisiológicos de la planta complementaría los datos obtenidos sobre el comportamiento de las comunidades de artrópodos ayudando a entender la evolución de los mismos y sus preferencias por cada variedad.

## IX. REFERENCIAS

- Aguilar Sánchez, G., Granado Ramírez, R., & Domínguez Álvarez, J. (2011). Uso de los recursos naturales y productivos en el cultivo de la guayaba en la región de Juchipila, Zacatecas. *Revista Geográfica De América Central*, 2(47E). Recuperado a partir de <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2362>
- Arévalo-Marín, E., Casas, A., Landrum, L., Shock, M. P., Alvarado-Sizzo, H., Ruiz-Sánchez, E. y Clement C. R. 2021. The taming of *Psidium guajava*: Natural and cultural history of a Neotropical fruit. *Frontiers in Plant Science*, 2138.
- Avalos, G., Rubio, G., Bar, M., González, A. (2007). Arañas (Arachnida: Araneae) asociadas a dos bosques degradados del Chaco húmedo en Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical* 55(3-4):899-909.
- Bautista, A., Parra, F., Espinosa, F. J. (2012). Efectos de la domesticación de plantas en la diversidad fitoquímica. 253-267. En J. C. Rojas y E. A. Malo (eds.). *Temas Selectos en Ecología Química de Insectos*. El Colegio de la Frontera Sur. México. 446 p.
- Benrey B, Callejas A, Rios L, Oyama K y Denno RF. (1998). The effects of domestication of *Brassica* and *Phaseolus* on the interaction between phytophagous insects and parasitoids. *Biol. Control*, 11: 130–140.
- Borror, D. J., y White, R. E. 1970. *A field guide to insects: America north of Mexico* (Vol. 19). Houghton Mifflin Harcourt.
- Casas, A., & Parra, F. (2007). Agrobiodiversidad, parientes silvestres y cultura. *LEISA Revista de Agroecología* 23: 5-8
- Chávez, M. (2017). Síndromes de domesticación en plantas. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. [http://www.cicy.mx/sitios/desde\\_herbario/ISSN: 2395-8790](http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/ISSN:2395-8790). Consultado el

11 de noviembre de 2020 en:

[https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2017/2017-05-04-Chavez-Pesqueira-Sindromes-de-domesticacion-en-plantas.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2017/2017-05-04-Chavez-Pesqueira-Sindromes-de-domesticacion-en-plantas.pdf).

Chen, Y. H. (2016). Crop domestication, global human-mediated migration, and the unresolved role of geography in pest control. *Elem Sci Anth*, 4.

Chen, Y. H., Gols, R., & Benrey, B. (2015). Crop domestication and its impact on naturally selected trophic interactions. *Annual Review of Entomology*, 60, 35-58.

Chen, Y. H., Welter, S. C. (2002). Abundance of a native moth *Homoeosoma electellum* (Lepidoptera: Pyralidae) and activity of indigenous parasitoids in native and agricultural sunflower habitats. *Environ Entomol* 31: 626–636. doi: 10.1603/0046-225X-31.4.626.

Clement, C. R., Michelly de Cristo, A., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Alves Pereira A., Picanço-Rodrigues, D. (2010). Origin and Domestication of Native Amazonian Crops. *Diversity* 2, (72-106).

CONABIO. *Psidium guajava*. Consultado el 07 de noviembre de 2020 en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/52-myrta3m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/52-myrta3m.pdf)

Delgado Ochica, Y. C. (2008). Himenópteros (Insecta: Hymenoptera) asociados a guayabal común y a guayaba manzana (*Psidium guajava* L.) en el Guamo – Tolima (Colombia). Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D. C.

Dinesh, M. R., & Iyer, C. P. A. (2005). Significant research achievement in guava—improvement and future needs. In *Souvenir 1st International Guava Symposium*. Lucknow, India (pp. 7-16).

FAO. (2020). *Las principales frutas tropicales Análisis del mercado 2018*. Roma.



- Fuller, D. Q., Willcox, G. y Allaby, R. G. (2011). Cultivation and domestication had multiple origins: arguments against the core area hypothesis for the origins of agriculture in the Near East. *World Archaeology*, 43(4): 628-652.
- García, G. M., Rodríguez, A. R., Cruz, B. C., Flores, M. L., Corral, J. A. R., Vázquez, C. G., Lozano, A. (2003). Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas.
- González G. E., De Lira R. K. V., Segovia, P. C., Ibarra N. G., Padilla R. J. S., Sánchez L. R., Castañeda C. C. (2021). Arañas asociadas a huertos de guayaba en Calvillo, Aguascalientes. *La agricultura y los recursos naturales ante las contingencias de salud y cambio climático*. 12-18 pp.
- González G. E., Padilla R.J.S, Reyes M.L., Perales de la C.M.A. y Esquivel V.F. (2002). Guayaba. Su cultivo en México. Libro Técnico No. 1. INIFAP. CIRNOC-Campo Experimental Pabellón. 182 pp.
- González G. E. (2020). Biodiversidad de artrópodos y plantas para el manejo fitosanitario del agroecosistema guayaba. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Biotecnología en Procesos Agropecuarios Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, México. 119pp
- Gutierrez, A. (2013). Evaluación de la calidad de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) del banco de germoplasma de Corpoica palmira. Nacional de Colombia. Gutiérrez, R. M.
- Henschell, J. R., & Lubin, Y. D. (1997). A test of habitat selection at two spatial scales in a sit and wait predator: A web spider in the Naimb Desert Dunes. *Journal Animal Ecology*, 66, 401-413.

- Hernández Delgado, S., Padilla Ramírez, J. S., Mayek Pérez, N. (2017). Caracterización morfológica de germoplasma de guayabos de México: implicaciones en su conservación y mejoramiento genético. *Revista Brasileira de Fruticultura Jaboticabal*, v. 40, n. 2.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456.
- INEGI. (2016). Diccionario de datos climáticos escalas 1:250 000 y 1:1 000 000 (vectorial). [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Anuario Estadístico del Estado de Aguascalientes, México, 2018
- Jardón Barbolla, Lev. (2016). Más allá del pensamiento tipológico y la cosificación: las variedades locales de cultivos como proceso biosocial. *Interdisciplina 4*, n° 9: 29-49.
- Jeltje, M. Stam, J. M., Kos, M., Dicke, M. y Poelman E. H. (2019). Cross-seasonal legacy effects of arthropod community on plant fitness in perennial plants. *Journal of Ecology*. 107: 2451–2463.
- López-Arroyo, J.I. (2001). Depredadores de áfidos asociados a los cítricos en Nuevo León, México. P. E-153. In: Sociedad Mexicana de Entomología. Memorias XXXVI Congreso Nacional de Entomología y XXVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Querétaro, Qro. México.
- Mondragón C., Toriz, L. M., Guzmán, S. H. (2009). Caracterización de selecciones de guayaba para el Bajío de Guanajuato, México. *Agricultura técnica en México*, 35(3), 315-322. Recuperado en 11 de noviembre de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-25172009000300008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000300008&lng=es&tlng=es).

- Moreno, C. E., (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E. y Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas, Revista mexicana de biodiversidad. 82: 1249-1261.
- New, T. R. (2001). Introduction to the systematics and distribution of Coniopterygidae, Hemerobiidae, and Chrysopidae used in pest management. Pp: 6-28. In: P. McEwen, T.R. New and A. E. Whittington (eds.) Lacewings in the Crop Environment. Cambridge University.
- Niculcar, R., Latorre, K., Vidal, O. (2015). Conservación ex situ plantas en el banco de germoplasma SAG-Magallanes: Una herramienta para la restauración ecológica. Anales del Instituto de la Patagonia, 43(1), 109-113.
- Núñez, G. I. 2014. Las arañas como bioindicadores. In: Bioindicadores guardianes de nuestro futuro ambiental. C. A. González, A. Vallarino, J. C. Pérez, J., A. M. Low, P. (eds.) El Colegio de la Frontera Sur. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. pp. 273-290. ISBN 978-607-8429-059.
- Padilla, J.S., Gaona, E., Perales de la Cruz, M.A. (2010). Nuevas variedades de guayaba (*Psidium guajava* L.)
- Padilla, J.S., Gaona, E., Perales de la Cruz, M.A., Reyes, H. R., Osuna, E.S. (2007). Variabilidad del fruto de la guayaba (*Psidium guajava* L.) mexicana.
- Padilla, J.S., Gaona, E., Valadez, C., Esquivel, F., Reyes, L. (1999). Tecnología para aumentar la productividad del guayabo en la región Calvillo-Cañones.

- Pickersgill B. (2007). Domestication of Plants in the Americas: Insights from Mendelian and Molecular Genetics. *Annals of Botany* 100: 925-940. Consultado el 08 de noviembre de 2020 en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2759216/>.
- Rodríguez-Saona, C., Vorsa, N., Singh, A. P., Johnson-Cicalese, J., Szendrei, Z., Mescher, M. C. y Frost, C. J. (2011). Tracing the history of plant traits under domestication in cranberries: potential consequences on anti-herbivore defences. *Journal of Experimental Botany*, 62: 2633–2644.
- Ruiz, C. E. (2019). Efecto de la domesticación del aguacate (*Persea americana* Mill) sobre las interacciones con sus insectos herbívoros defoliadores de Michoacán, México. Ciudad Universitaria, CDMX.
- Sadasivan, K., & Kripakaran, M. (2017). A new species of *Tyrannomyrmex* Fernández 2003 (Formicidae, Myrmicinae, Solenopsidini) from Western Ghats, Kerala, India. *Zootaxa*, 4344(2), 261–276. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4344.2.3>
- SAGARPA. (2017). SIAP. Obtenido de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultado en: <http://infosiap.siap.gob.mx>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2020). Panorama agroalimentario 2020. pp 82-83.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2017). Programa de trabajo del manejo fitosanitario del guayabo, a operar con recursos de emergencias sanitarias del programa de sanidad e inocuidad agroalimentaria 2017 en el estado de Aguascalientes.

- Tafoya, F.; Perales-Segovia, C.; González-Gaona E.; Calyecac-Cortero, H. G. (2010). Fruit damage patterns caused by ovipositing females of *Conotrachelus dimidiatus* (Coleoptera Curculionidae) in guava trees. *Psyche* 2010: 1-4
- Triplehorn, C.A. & N.F. Johnson. (2005). Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Belmont, California, Brooks/Cole, Thomson Learning. 864 pp
- Turcotte, M. M., Turley, N. E., & Johnson, M. T. (2014). The impact of domestication on resistance to two generalist herbivores across 29 independent domestication events. *New phytologist*, 204(3), 671-681.
- Whitham, T. G., Gehring, C. A., Evans, L. M., LeRoy, C. J., Bangert, R. K., Schweitzer, J. A., Allan, G. J., Barbour, R. C., Fischer, D. G., Potts, B. M. y Bailey, J. K. (2010). A community and ecosystem genetics approach to conservation biology and management. En: J. A. DeWoody, J. W. Bickham, C. H. Michler, K. M. Nichols, G. E. Rhodes, K. E. Woeste. (Eds.). *Molecular Approaches in Natural Resource Conservation and Management* (pp. 50-73). Cambridge University Press.
- Wink, M. 1988. Plant breeding: importance of plant secondary metabolites for protection against pathogens and herbivores. *Theoretical and Applied Genetics*, 75: 225–233.

## Anexo 1

**Morfoespecie 1** – Orden: Coleoptera, Familia: Scarabaeidae, *Cyclocephala* spp.



**Morfoespecie 2** – Orden: Coleoptera, Familia: Scarabaeidae, *Cotinis mutabilis*.



**Morfoespecie 3** – Orden: Hemiptera, Familia: Reduviidae, *Zelus* spp.



**Morfoespecie 4** – Orden: Hemiptera, Familia: Coreidae, *Leptoglossus* spp.



**Morfoespecie 5** – Orden: Araneae, Familia: Salticidae, *Icius* spp.



**Morfoespecie 6** – Orden: Araneae, Familia: Thomisidae





**Morfoespecie 7** – Orden: Hymenoptera, Familia: Formicidae



**Morfoespecie 8** – Orden: Thysanoptera, Familia: Thripidae



**Morfoespecie 9** – Orden: Neuroptera, Familia: Chrysopidae, *Chrysoperla*

