



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

“Estudio florístico y diversidad biológica y estructural de arvenses en una huerta orgánica de naranja con diferente manejo en Misantla, Veracruz”

## TESIS

Que para obtener el título de:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA:

P R E S E N T A N:

Araceli Peña Miguel

Fabel Renata Ruiz Argüello

JURADO DE EXAMEN:

DIRECTOR: DR. CARLOS CASTILLEJOS CRUZ

ASESORA: M. EN C. ROJAS CHAVEZ SONIA

ASESORA: M. EN C. AYALA HERNANDEZ MARIA MAGDALENA

SINODAL: DRA. OROZCO ALMANZA MARIA SOCORRO

SINODAL: DR. HERNANDEZ PEREZ EZEQUIEL



Ciudad de México

Junio, 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



Proyecto apoyado por el Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica  
FiBL Suiza dentro del marco “Holistic Management of HLB on Organic Citrus  
Production” financiado por “Coop Sustainable Found” (CH).



This project is supported by the  
**Coop Sustainability Fund.**







## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México que nos brindó las herramientas y el espacio para desarrollarnos como como estudiantes y formarnos profesionalmente.

A la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza que fue nuestra casa durante este proceso y junto con sus profesores nos han apoyado y guiado.

Al Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica (FiBL) y la Coop Sustainable Found por su invaluable apoyo y financiamiento que hicieron posible este trabajo.

Al Dr. Carlos Castillejos Cruz, más que un mentor y guía en nuestra formación, ha sido un amigo. Por su apoyo incondicional en todos los aspectos, por el tiempo y esfuerzo dedicado, la oportunidad de realizar este trabajo y por todo el cariño.

Al Dr. Salvador Garibay que ha sido parte fundamental en la realización de esta investigación.

Al Dr. David Hernández que nos brindó su tiempo y espacio para la realización de los muestreos y a sus padres que nos recibieron en su hogar.

Al Dr. Marco Antonio Salazar que nos abrió las puertas de su casa incontables veces siempre brindándonos su tiempo, atenciones, conocimiento, cariño y amistad.

A la M. en C. Sonia Rojas que siempre ha estado dispuesta a brindarnos su tiempo, apoyo y conocimiento a lo largo de este trabajo.

A nuestro comité sinodal, por sus comentarios y revisiones realizadas a este trabajo.

A nuestros amigos Yeraldi, Hiráis, Dania, Lasso, Estrella, Benjamín, Juan Manuel y Moisés, por acompañarnos en este camino, compartir la carrera, disfrutar las prácticas de campo y por apoyarnos en el proceso.

A los profesores y profesoras que han sido parte de nuestro crecimiento como estudiantes, el Dr. Antonio Valdivia, el Dr. José Luis Guzmán, la Dra. Alejandrina Ávila, la M. en C. Magdalena Ayala, la M. en C. Leticia López (Q.E.P.D), el profesor Roberto Cristóbal y a la Dra. Bertha Peña por su apoyo, su conocimiento y su paciencia.

A mis padres por su apoyo a todas mis decisiones y por siempre tener presente mi bienestar, a mis hermanas porque siempre estuvieron para ayudarme y apoyarme, a Vicky por tantos años de amistad y apoyo. A Ren, que además de ser conjunta de este trabajo se convirtió en mi mejor amiga y un gran soporte a lo largo de la carrera; gracias por compartir todas esas malas elecciones. –Araceli Peña Miguel.

A mi familia, particularmente a mis padres por su apoyo incondicional y su esfuerzo por impulsarme a concluir mis estudios y siempre velar por mi seguridad y bienestar, a mis abuelos por confiar en mí, a mi tía Yolanda y mi tío Alejandro por siempre procurarme y a mi tía Talía por siempre creer en mí. A mis mejores amigos, que son también mi familia, Hikaru, Nori, Gabriel, Ricardo y Jesús por estar siempre conmigo, por inspirarme y apoyarme en cada etapa de mi vida. Y por último a Ara por ser mi cómplice en todo, mi mano derecha, mi compañera en este camino y mi mejor amiga. –Fabel Renata Ruiz Argüello.



# Contenido

RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
MARCO TEÓRICO .....	12
Estudio florístico.....	12
Arvenses y su importancia .....	13
Agricultura orgánica .....	13
Producción citrícola en México.....	14
Diaphorina citri .....	15
Control biológico .....	16
Diversidad estructural.....	17
ANTECEDENTES.....	17
OBJETIVO GENERAL .....	20
OBJETIVOS PARTICULARES .....	20
HIPÓTESIS .....	20
MÉTODO.....	21
Zona de estudio .....	21
Diseño de la huerta .....	22
Composición florística .....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
Listado florístico .....	27
Composición florística .....	35
Distribución geográfica.....	37
Forma de crecimiento.....	38
Ecofuncionalidad.....	39
Tipo de hoja .....	40
Fenología .....	41
Cobertura .....	43
Diversidad $\alpha$ y $\beta$ .....	45
Efecto de la diversificación del ambiente sobre la densidad de <i>Diaphorina citri</i> .....	47
CONCLUSIONES .....	49
RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	50
Recursos electrónicos utilizados .....	56
ANEXO .....	57

MONOCOTILEDÓNEAS .....	57
EUDICOTILEDÓNEAS.....	61

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Escala de Braun-Blanquet para estimar cobertura y abundancia de especies.....	24
Cuadro 2. Riqueza de plantas vasculares de la huerta de naranja Valencia Tardía con manejo orgánico en el municipio de Misantla, Veracruz, localidad de Palpoala.....	35
Cuadro 3. Familias y géneros de plantas vasculares mejor representadas en la huerta de naranja Valencia Tardía con manejo orgánico en el municipio de Misantla, Veracruz, localidad de Palpoala. ....	35
Cuadro 4. Comparación de diversidad $\alpha$ entre dos diferentes tipos de corte en la huerta con manejo orgánico en diferentes estaciones del año.....	46
Cuadro 5. Índices de correlación de Pearson para diversidad de arvenses e incidencia de <i>D. citri</i> .	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la huerta orgánica de naranja en la localidad de Palpoala en Misantla, Veracruz.....	21	
Figura 2. Muestreo de arvenses, transectos y cuadros por tipo de corte.....	22	
Figura 3. Corte bajo de las arvenses en la huerta orgánica.....	23	
Figura 4. Corte alternado de las arvenses en la huerta orgánica.....	23	
Figura 5. Medición de la estratificación vertical.....	25	
Figura 6. Muestreo por cuadrante de 1 m <sup>2</sup> .....	25	
Figura 7. Clasificación fitogeográfica las especies de arvenses presentes en la huerta estudiada en Misantla, Veracruz.....	37	
Figura 8. Clasificación de la forma de vida de las especies de arvenses presentes en la huerta estudiada en Misantla, Veracruz.....	38	
Figura 9. Ecofuncionalidad de las especies de arvenses presentes en la huerta estudiada en Misantla, Veracruz.....	39	
Figura 10. Tio de hoja de las especies de arvenses presentes en la huerta estudiada en Misantla, Veracruz.....	40	
Figura 11. Fenología reproductiva de las arvenses presentes en la huerta estudiada en Misantla, Veracruz.....	41	
Figura 12. Flor de <i>Melochia pyramidata</i>	Figura 13. Fruto de <i>Desmodium tortuosum</i> ..	42
Figura 14. Floración de <i>Spilanthes repens</i>	Figura 15. <i>Crotalaria incana</i> con fruto .....	42
Figura 16. Porcentaje de cobertura de vegetación de cada tratamiento.....		43
Figura 17. Altura de los niveles de estratos de algunas arvenses presentes en ambos manejos de la huerta.....		45
Figura 18. Dendograma de similitud entre los tratamientos por estacionalidad.....		47
Figura 19. Incidencia de <i>Diaphorina citri</i> en la huerta estudiada en función del tipo de corte de las arvenses.....		48

## RESUMEN

Se realizó un estudio florístico de las arvenses presentes en la huerta orgánica “El ensueño”, localidad Palpoala en el municipio de Misantla, Veracruz que cuenta con diferentes manejos de corte de arvenses con corte bajo y corte alternado. Se calculó la diversidad con el índice de Shannon-Weinner y la equitatividad con el índice Pielou. Durante un periodo anual de producción de naranja se recolectaron todas las arvenses presentes y se determinaron taxonómicamente, se evaluó su estratificación, se recabaron los datos de densidad poblacional de *Diaphorina citri* y se evaluó su relación mediante el índice de correlación de Pearson con el programa PAST. La riqueza florística correspondió a 28 familias, 79 géneros y 107 especies, el hábito mejor representado fue el herbáceo, el 40% de las especies se encontraron presentes todas las estaciones del año y su distribución fue principalmente como ampliamente distribuidas en América y endémicas regionales. El componente neófito fue el que presentó menor número de especies. Se presentaron cuatro estratos bien definidos de acuerdo con el tipo de corte: razante de 0 a 20 cm, herbáceas bajas de 20 a 40 cm, herbáceas medias de 40 a 80 cm, herbáceas subfrutescentes y arbustos de 80 a 120 cm. Se observó que la presencia de la *D. citri* concuerda con la época de brotación de los árboles y en el corte alternado se presentó menor cantidad durante todo el periodo de evaluación. El índice de correlación de Pearson para las variables de diversidad de arvenses y densidad poblacional de *D. citri* permitió establecer que el corte de tipo alternado facilita controlar el número de individuos de esta plaga.

## INTRODUCCIÓN

En México la producción de cítricos representa una actividad socioeconómica de gran importancia. Sin embargo, esta actividad se encuentra amenazada, tanto a nivel nacional como mundial por la enfermedad conocida como Huanglongbing (HLB), considerada por algunos autores (falta la cita aquí) como como la enfermedad más grave de la citricultura (Hall, 2008), la cual es ocasionada por la bacteria *Candidatus liberibacter* spp., transmitida por el psílido asiático *Diaphorina citri*.

El aumento en la incidencia de plagas y enfermedades se relaciona con la expansión de los monocultivos a expensas de la diversidad vegetal local, la cual es un componente esencial que proporciona servicios ecológicos claves para asegurar la protección de los cultivos (Altieri y Letorneau, 1982). En México las estrategias de control de *Diaphorina citri* se basan principalmente en la aplicación de insecticidas. Esta práctica no es la mejor opción ya que genera problemas colaterales, como la selección de insectos resistentes, disminución de las poblaciones de insectos benéficos, y la contaminación de agua y suelo, por estbna razón buscar e implementar formas de control alternativos es necesario, entre ellos está la agricultura orgánica (Michaud, 2004; Quershi y Stasly, 2008).

La agricultura orgánica de algunos recursos naturales favorece la interacción entre el suelo, los animales y las plantas, conservar los nutrientes naturales y los ciclos de energía y potenciar la diversidad biológica, lo cual contribuye a la agricultura sostenible y para la conservación de la naturaleza. Los servicios ecosistémicos que se obtienen son: formación, acondicionamiento y estabilización del suelo, reutilización de los desechos, retención de carbono, circulación de los nutrientes, depredación, polinización y suministro de hábitat (FIDA *et. al*, 2003), por lo cual se sugieren diferentes manejos que propicien dichas interacciones de las cuales resulta un medio heterogéneo que tiende al equilibrio, una de las principales opciones es el Manejo Integral de Arvenses (MIA) en huertas orgánicas (Gómez, 1992).

El MIA es ampliamente recomendado debido a que al conservar y diversificar de la flora arvense que se establece en las huertas, se contribuye a disminuir las poblaciones de organismos fitófagos y aumentar las de los insectos benéficos (Altieri *et al*, 2007). La presencia de diferentes especies de arvenses dentro de los cultivos influye en la composición e interacciones de la entomofauna (Blanco-Valdés, 2016), a tal punto que los depredadores

y parasitoides son más efectivos en los hábitats complejos y heterogéneos como el medio silvestre, en los que se favorece la diversidad de arvenses. Los insectos benéficos tienen mayores posibilidades de encontrar presas alternativas, abrigo, sitios para reproducción y refugios para su dormancia (CATIE, 1990; Blanco y Leyva, 2007).

Por lo anterior, es necesario realizar investigaciones para analizar el papel que realizan las plantas arvenses en los agroecosistemas y determinar, si son perjudiciales o pueden asociarse al control de plagas. Para ello, se realizó un estudio florístico de las arvenses presentes en una huerta de naranja orgánica con dos tipos diferentes de manejo (corte bajo y corte alternado) en Misantla, Veracruz y establecer su ecofuncionalidad en el control biológico de *Diaphorina citri* en los cultivos orgánicos de naranja en Misantla, Veracruz.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Estudio florístico**

La vegetación es uno de los elementos más perceptibles del medio físico y es relevante debido a las múltiples relaciones que mantiene con otros elementos del medio; influye en los procesos morfogenéticos, en los flujos hídricos y es uno de los elementos más diferenciadores del paisaje como indicador de las interacciones en un ecosistema ya que refleja los cambios de las condiciones climáticas en el espacio a través del tiempo, crea microclimas locales y constituye un recurso económico y ecológico en equilibrio con el medio (Ibarra y Yetano, s.f.; Martínez de Pisón, 1983). Si bien hay tipos de vegetación similares que se repiten en distintas áreas geográficas no existen dos espacios ocupados por comunidades idénticas. Esto se debe, en parte, a que la composición florística varía continuamente (Matteucci, 2002). De aquí que la clave para entender la dinámica de los organismos en un ecosistema sea el estudio de los parámetros relacionados con la vegetación, en particular su riqueza, composición florística, diversidad, frecuencia, fenología, entre otros (cita).

Los estudios florísticos aportan información sobre la composición vegetal presente en una zona determinada, entre ellos: 1) la detección de patrones espaciales de los individuos o las especies, 2) estudio de los procesos poblacionales que influyen en los patrones

espaciales o temporales, 3) detección de tendencia o variaciones en las relaciones de las comunidades o de grupos de especies y 4) establecimiento de correlaciones entre los patrones espaciales de las comunidades y patrones de una o más variables ambientales, 5) permite conocer la riqueza florística de una región determinada y apreciar los cambios naturales y los causados por la presión antrópica sobre los ecosistemas (Matteucci, 2002; Aponte y Cano, 2013).

### **Arvenses y su importancia**

Una planta arvense es aquella que se encuentra en campos de cultivo o lugares con disturbio. Algunas son utilizadas en ciertas condiciones, mientras que otras son consideradas como indeseables (Blanco y Leyva, 2007; Blanco-Valdés, 2016). En el sentido agronómico, representan plantas sin valor económico o interfieren en la actividad de los cultivos, afectando su capacidad de producción y desarrollo normal por la competencia de agua, luz, nutrimentos y espacio físico o por la producción de sustancias nocivas para el cultivo (Blanco y Leyva, 2007). También son consideradas como plagas, reservorios de patógenos o de vectores y su presencia está relacionada con la incidencia y distribución de las enfermedades de los cultivos (Wisler y Norris, 2005).

El manejo adecuado de arvenses comienza con la identificación de las especies problemáticas, comprensión de su biología y el desarrollo de prácticas para controlar su establecimiento y proliferación, para ello se requiere la descripción cuantitativa de la composición de las comunidades prevalecientes. Se consigue, además, la protección de los suelos contra la erosión, la regulación de las aguas de escorrentía, la conservación de la biodiversidad genética y la reducción de los costos de deshierbe hasta un 85% (Alan y Barrantes, 1989; Altieri, 1996; De Egea, *et. al.*, 2018).

La importancia ecofuncional de las arvenses en un cultivo depende de sus características biológicas, así como de las condiciones climáticas y edáficas del área. Igualmente, importantes son las condiciones de manejo del cultivo tales como las labores de preparación, intensidad de uso de terreno y sistemas de control (Blanco y Leyva 2007).

### **Agricultura orgánica**

La agricultura es la actividad en la cual el hombre maneja los recursos naturales, la calidad y cantidad de energía disponible, para producir los vegetales que satisfacen sus

necesidades. Se inició con base en una gradual acumulación de conocimiento ecológico y biológico sobre los recursos naturales utilizados y se desarrolló mediante sistemas autóctonos de generación y transmisión de dichos conocimientos y de adaptación y adopción de innovaciones tecnológicas (Hernández, 1988).

El *Codex Alimentarius* establece que un sistema de producción orgánico debe: 1) mejorar la diversidad biológica del sistema, 2) aumentar la actividad biológica del suelo, 3) mantener la fertilidad del suelo a largo plazo; 4) reciclar desechos de origen animal o vegetal para devolver los nutrimentos del sistema, minimizando el uso de fuentes no renovables; 5) contar con recursos renovables en sistemas agrícolas localmente organizados; 6) promover el uso saludable del agua, el suelo y el aire, así como minimizar todas las formas de contaminación que pueden resultar de la producción agrícola; 7) manejar los recursos agrícolas en su procesamiento con el cuidado de no perder la integridad orgánica en el proceso y 8) establecerse en fincas después de un periodo de conversión cuya duración estará determinada por factores específicos de cada sitio, tales como el historial del terreno y el tipo de cultivo y ganado producido (Codex, 1999). La agricultura orgánica rescata las prácticas tradicionales de producción, pero no descarta los avances tecnológicos no contaminantes, sino más bien los incorpora adaptándolos a cada situación particular (FIDA *et al.*, 2003).

### **Producción citrícola en México**

De acuerdo con la FAO (2011), Brasil es principal productor de naranja a nivel mundial con un 27.2% del total; seguido por los Estados Unidos, con el 17.0%; China, con el 9.2% y; en cuarto lugar, México, con una producción de 5.2% respecto al total mundial.

En México, los principales estados productores de naranja son: Veracruz; que ocupa el 45.2% de la superficie y aporta el 39.8% de la producción nacional, seguido por San Luis Potosí con el 17.9% y Tamaulipas con el 12.4% (FAO, 2011). Veracruz constituye la primera región productora de naranja en México. En el norte del estado de Veracruz existen tres zonas citrícolas de importancia la Zona 1 que incluye Álamo, Tihuatlán y Tuxpan, la Zona 2 Gutiérrez Zamora, Papantla y Tecolutla, mientras que la Zona 3 se ubica en Martínez de la Torre, Tlapacoyan y Misantla.

En la zona 3 los cítricos que se producen son naranja, limón y mandarina. En el cultivo de naranja, la variedad que predomina es la Valencia Tardía. Los rendimientos varían entre

10 y 30 t/ha, según las condiciones del suelo, topografía y nivel tecnológico con que se trabajen las huertas con un promedio de 14 t/ha. Los rendimientos han disminuido en los últimos años, debido a la falta de atención a los huertos y la presencia cada vez más frecuente de plagas y enfermedades. Al igual que en otras regiones, en Martínez de la Torre la proporción de naranja que no cumple con los requisitos que demanda el mercado, aumenta cada vez más, principalmente por manchado y menor tamaño de la fruta (FAO, 1993).

El cultivo de naranja se encuentra gravemente amenazado a nivel nacional y mundial por HLB (Hall, 2008). El vector responsable de la diseminación de esta enfermedad es el psílido asiático de los cítricos (PAC) *Diaphorina citri*, el cual está catalogado como plaga cuarentenaria que afecta a todas las especies de cítricos en el mundo (Halbert y Manjunath, 2004).

### **Diaphorina citri**

Es un insecto polífago que se desarrolla exclusivamente en plantas de la familia Rutaceae, particularmente en especies del género *Citrus* (Bellis, *et al.*, 2005). Este polífago se alimenta de la savia que circula por el floema de la planta, además aloja al patógeno *Candidatus Liberibacter spp.*, organismo causal de la enfermedad Huanglongbing (Halbert, 1998) la cual se manifiesta con brotes amarillentos, malformación de frutos con tendencia a caerse, reducción de la calidad de jugo, aumento en el nivel de acidez y la muerte de la planta (Polek *et al.*, 2007; Bassanezi *et al.*, 2009).

Las ninfas y adultos extraen la savia de las hojas y peciolas e inyectan toxinas ocasionando deformaciones de brotes, caída del follaje y flores, además de un moteado en las hojas (clorosis), misma que puede confundirse con la carencia de zinc y marchitez de los tallos (Timmer *et al.*, 2003). Además, dado que los huevecillos son depositados en las partes más ocultas de la yema terminal, las larvas de primer estadio se alimentan de esta zona causando la muerte de la yema apical provocando el crecimiento anormal de las ramas de los árboles (Gallo *et al.*, 1988)

*D. citri* tiene varios enemigos naturales (Gonzales *et al.* 2003; Michaud, 2004; Gaona, 2009; Lomelli, *et al.*, 2010), sin embargo, el impacto en las poblaciones de la plaga es mínimo, probablemente debido al mal uso de los plaguicidas, la reducción en la diversidad



de especies vegetales hospedantes, el incremento en la extensión de monocultivos y las condiciones climáticas adversas (Altieri y Glissman, 1983; Walker y Greenberg, 1998).

Varias investigaciones han demostrado que los brotes de ciertas plagas son menos probables en cultivos diversificados con arvenses que en cultivos libres de ellas, debido principalmente a que algunas arvenses ofrecen recursos importantes para los enemigos naturales, tales como presas/huéspedes alternativos, polen o néctar, así como microhábitats que no están disponibles en los monocultivos libres de arvenses (Altieri y Letourneau, 1982; Altieri, 1988, 1992).

### **Control biológico**

El control de plagas consiste en alterar las tasas de mortalidad y natalidad de las poblaciones de insectos deteriorando sus posibilidades de sobrevivencia; esta acción evita que la población de las plagas aumente. Por lo tanto, a través del control biológico de plagas se utilizan organismos vivos para suprimir la densidad poblacional o el impacto de un organismo plaga específico haciéndolo menos abundante o dañino. Así, las poblaciones de insectos o ácaros pueden ser reguladas de una forma u otra cambiando su distribución y abundancia en el espacio y el tiempo.

De acuerdo con Gómez y Paullier (2015) el control biológico aplicado se subdivide en cuatro estrategias según el modo de acción seleccionado y los procesos que estos impliquen:

- **Clásico:** consiste en introducir intencionalmente un agente de control para su establecimiento permanente para que intervenga sobre la plaga a largo plazo; por lo general se liberan parasitoides y depredadores que controlan otros insectos y ácaros o la liberación de insectos herbívoros para controlar malezas. El control clásico depende de encontrar el agente apropiado no nativo del área de la cual la plaga requiere control.
- **Por inoculación:** implica la liberación intencional de un organismo vivo como agente de control biológico, criado a gran escala en laboratorio, con la expectativa de que se multiplique y controle la plaga por un período extenso, pero no permanente, es decir, el número de insectos liberados es insuficiente para controlar la plaga y el éxito depende de la habilidad de éstos para multiplicarse y reducir la población blanco.

- Por inundación: para esta estrategia se utilizan organismos vivos que controlan plagas liberando un gran número de organismos que provienen de crías masivas. Los agentes de control (organismos liberados) deben eliminar una alta proporción de la población blanco antes de dispersarse o pasar a ser inactiva. El éxito depende exclusivamente de la población liberada y no en su progenie.
- Por conservación: se basa en la modificación del ambiente o prácticas de manejo para proteger y fomentar la existencia de enemigos naturales que disminuyan el efecto de organismos plaga. Este método combina la protección de agentes de control biológico y provee recursos para que sean más efectivos.

### **Diversidad estructural**

Los estudios de los sistemas ecológicos revelan los efectos de la complejidad del hábitat en la diversidad de especies. Existen ciertos conjuntos de plantas que ejercen papeles funcionales claves que influyen en la biodiversidad de un agroecosistema. Además del manejo del cultivo, otros factores que afectan la presencia de los insectos son la composición de la vegetación, tamaño y forma de crecimiento, el follaje, el desarrollo estacional, la variedad y persistencia de sus partes vegetativas y la arquitectura de plantas. Se ha demostrado que la presencia de arvenses en los cultivos mantiene la composición de la entomofauna y los insectos benéficos tienen mayores posibilidades de encontrar presas alternativas, abrigo, sitios para reproducción y refugio; por lo que están relacionadas con alguna de las etapas de vida de los insectos (Lawton, 1983; Salazar *et. al*, 2015).

### **ANTECEDENTES**

En algunos estudios realizados para el estado de Veracruz relacionados con el control de la *Diaphorina citri*, el control biológico y el efecto de la diversidad de arvenses, López (2012) evaluó la influencia de diferentes sistemas de manejo de arvenses, sobre la densidad poblacional de *Diaphorina citri* y entomófagos asociados, sus resultados sugieren que la diversidad de arvenses garantiza la sobrevivencia de depredadores que obtienen recursos alimenticios de éstos.

Arias (2017) determinó la incidencia de *Diaphorina citri* en dos huertas de naranja Valencia con diferencia sistema agronómico, donde observó una mayor abundancia del psílido durante la temporada de brotación, esto se relaciona posiblemente con la producción de brotes al inicio de la primavera. Asimismo, encontró que las características del paisaje que rodea a las parcelas y la constitución de cada una pudieron haber influido en la presencia del psílido.

Forster (2017) registró un mayor número de enemigos naturales de *Diaphorina citri* debido al número de arvenses y la cantidad de recursos alimenticios. También observó que el corte alternado, a pesar de contener mayor diversidad de plantas y de insectos benéficos con respecto al corte de tipo bajo, no se observó una diferencia significativa en la población de *D. citri*.

Figuroa y Sánchez (2018) estudiaron la diversidad de arvenses en huertas de naranja Valencia Tardía, con manejo convencional y orgánico en Tlapacoyan, Veracruz, cuyos resultados indican que en la huerta orgánica la conservación del estrato herbáceo perteneciente a la flora nativa del sitio se conserva, ya que en ella la diversidad de especies refleja sus valores más altos de riqueza.

Anzalone *et al.* (2012) determinaron parámetros poblacionales de las malezas, la cobertura del suelo y el índice de valor de importancia de cada especie arvense registrada en huertos de naranja en Yaracuy, Venezuela, (IVI) reportando 103 especies pertenecientes a 25 familias botánicas, con 23 especies representando el 80% del IVI total.

Murillo *et. al* (2020) analizó parcelas en monocultivo de limón persa (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q.Jiménez) y parcelas en policultivo (limón persa, plátano y cacao), en sus resultados la parcela en policultivo tuvo la mayor diversidad y equidad en fauna edáfica e insectos asociados a las arvenses que las parcelas en monocultivo.

En relación con las arvenses y parámetros poblacionales de la entomofauna Hoyos *et al.* (2015), estudiaron las las malezas asociadas a los cultivos de cítricos, guayaba, maracuyá y piña en Colombia. Registraron a Poaceae y Asteraceae como las familias de arvenses más dominantes y que la mayoría de las especies de arvenses asociadas a los cultivos frutales presentan hábitos herbáceos y ciclos de vida inferiores a un año. Flores (2020) evaluó los efectos en cascada que los alrededores, el paisaje y las diferentes prácticas de manejo tienen en diferentes gremios de artrópodos en plantaciones de papaya,

para lo cual utilizaron un modelo de ecuación para evaluar los efectos directos e indirectos de las prácticas de manejo, el paisaje sobre los herbívoros y sus enemigos naturales así como sus efectos en cascada sobre el daño de las hojas de papaya y la producción de frutos encontrando que el rendimiento del cultivo se explica por las prácticas de manejo, el fósforo disponible en el suelo y por la abundancia de enemigos naturales.

Zhou (2018) diseñó una red de 73 sitios de 100 m de radio seleccionados al azar en un área agrícola cerca de Nanning, provincia de Guangxi en donde el arroz y la caña de azúcar son los principales cultivos, encontraron un total de 45 cultivos menos dominantes. En cada sitio midieron la diversidad de plantas herbáceas corroborando que la heterogeneidad de los cultivos es tan importante para la diversidad de plantas herbáceas y composición en el paisaje tropical como en otros lugares.

Hyvönen y Saloén (2002) destacaron los efectos que tienen los herbicidas sobre los campos de cultivo de centeno, avena, chícharos y cebada donde las especies más susceptibles a herbicidas disminuyeron su abundancia, lo que provocó patrones sesgados de la diversidad en la comunidad de arvenses.

Salazar y Salvo (2007) realizaron un estudio de entomofauna asociada a cultivos hortícolas orgánicos y convencionales, donde compararon mediante el conteo visual los niveles de abundancia y riqueza de insectos, así como la proporción de grupos funcionales. Ellos registraron que la mayor riqueza y abundancia correspondió al orden Hymenoptera. Tendencias similares se observaron en datos obtenidos mediante red de arrastre en malezas. Estos resultados sugieren que la práctica de manejo orgánico incrementa la diversidad de especies.

Blanco y Leyva (2010) calcularon la abundancia y diversidad de especies en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), precedido de un barbecho de papa (*Solanum tuberosum* L.) con el objetivo de determinar las especies de arvenses dominantes y subordinadas. Sus resultados mostraron que *Cyperus rotundus* y *Rottboellia exaltata* fueron las especies dominantes en el sistema, probablemente como consecuencia de los precedentes culturales, dominados por herbicidas selectivos de elevado poder residual.

En estos estudios se puede observar una relación clara entre la incidencia de la *Diaphorina citri* y la heterogeneidad de las arvenses presentes en el cultivo, lo que puede

verse influenciado debido a una mayor presencia de insectos benéficos, ente los cuales pueden encontrarse enemigos naturales de esta plaga.

## **OBJETIVO GENERAL**

Estudiar la composición florística de las plantas arvenses presentes en una huerta de naranja orgánica con dos tipos diferentes de manejo (corte bajo y corte alternado) en Misantla, Veracruz y establecer su ecofuncionalidad en el control biológico de *Diaphorina citri*.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Obtener el listado florístico de las arvenses que se establecen en la huerta.
- Determinar la diversidad  $\alpha$  y  $\beta$  en dos diferentes tipos de corte (bajo y alternado).
- Comparar la diversidad  $\alpha$  entre dos diferentes tipos de corte (bajo y alternado).
- Establecer la ecofuncionalidad de las arvenses y su relación con los insectos.
- Evaluar el impacto que ejerce la diversidad estructural sobre la ecofuncionalidad de la comunidad de arvenses.
- Analizar el efecto de la diversificación del ambiente sobre la densidad poblacional de *Diaphorina citri*.

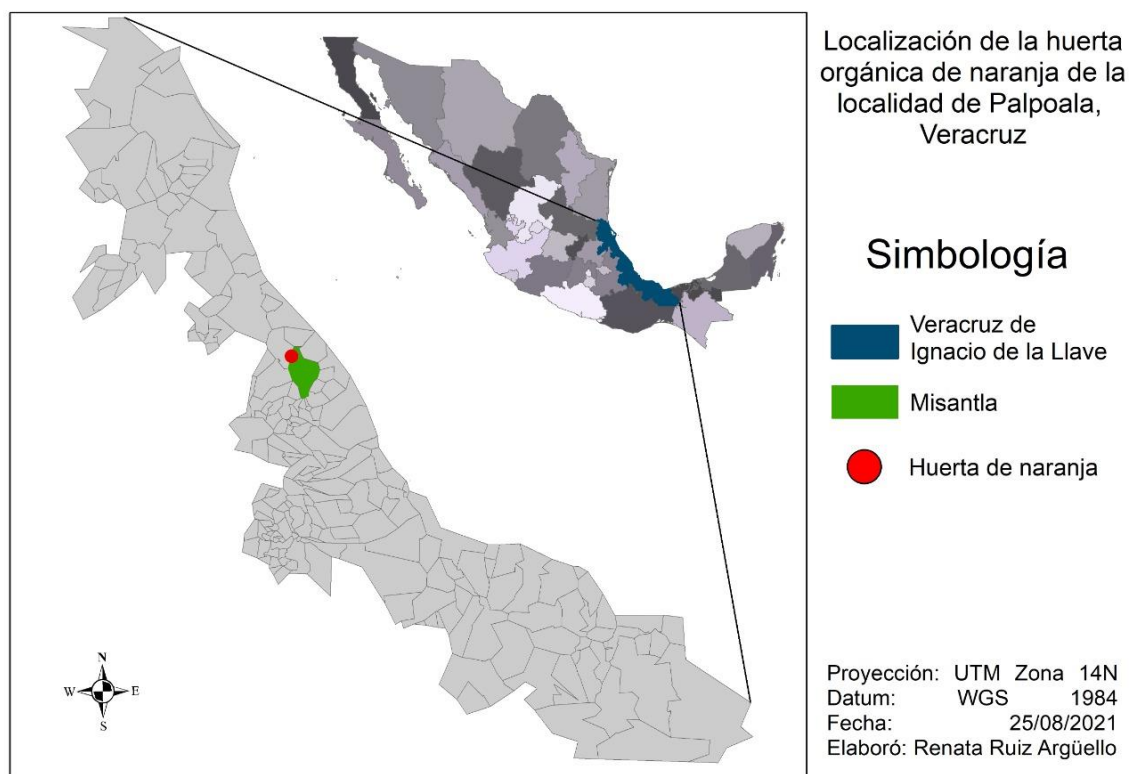
## **HIPÓTESIS**

El tratamiento de corte alternado albergará una mayor diversidad biológica y estructural de arvenses, favoreciendo el control biológico de la *Diaphorina citri* al incrementarse las relaciones interespecíficas entre plantas e insectos.

## MÉTODO

### Zona de estudio

El estudio fue realizado en la localidad de Palpoala ubicado dentro del municipio de Misantla Veracruz, se ubica a los 20° 04' 03.39" N y 96° 57' 52.40" W a una elevación de 34 m. La vegetación consiste en zonas de cultivo de naranja Valencia y remanentes de bosque tropical subcaducifolio. El clima es cálido subhúmedo con una precipitación media anual de 1800 mm concentrada de junio a septiembre. La temperatura media anual es de 26° C, el suelo predominante es Phaeozem (INEGI, 2009) (figura 1).



**Figura 1. Localización de la huerta orgánica de naranja en la localidad de Palpoala en Misantla, Veracruz.**

## Diseño de la huerta

El área estudiada corresponde en una huerta de naranja Valencia con tres años de conversión del manejo convencional al manejo orgánico. Esta área experimental fue establecida por los especialistas del Instituto de Investigaciones para la Agricultura Orgánica FiBL Suiza en el 2015, está dividida en doce unidades experimentales de 1764 m<sup>2</sup> cada una, e incluyen 36 árboles con una distancia entre los árboles de 6 m y entre las líneas de árboles 7 metros. Durante el ciclo anual de producción se realizaron cortes de las arvenses, que consisten en permitir el crecimiento y floración de las plantas presentes en cada calle contigua a una hilera de árboles, mientras que en la calle paralela a la primera, se realiza un corte alternado que consiste en podar las arvenses a un nivel aproximado de 5 cm del suelo y así sucesivamente hasta completar toda el área. En el corte bajo las arvenses son cortadas después de la producción de flores y frutos hasta un nivel de 5 cm del suelo en todas las calles que separan a las líneas de árboles. Además, se corta un área circular debajo de cada árbol al cual se le denomina rodete. La huerta tiene un diseño aleatorio con dos tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos corresponden al tipo de corte de las herbáceas para muestrear tanto con corte alternado como con corte bajo (figura 2, 3 y 4).

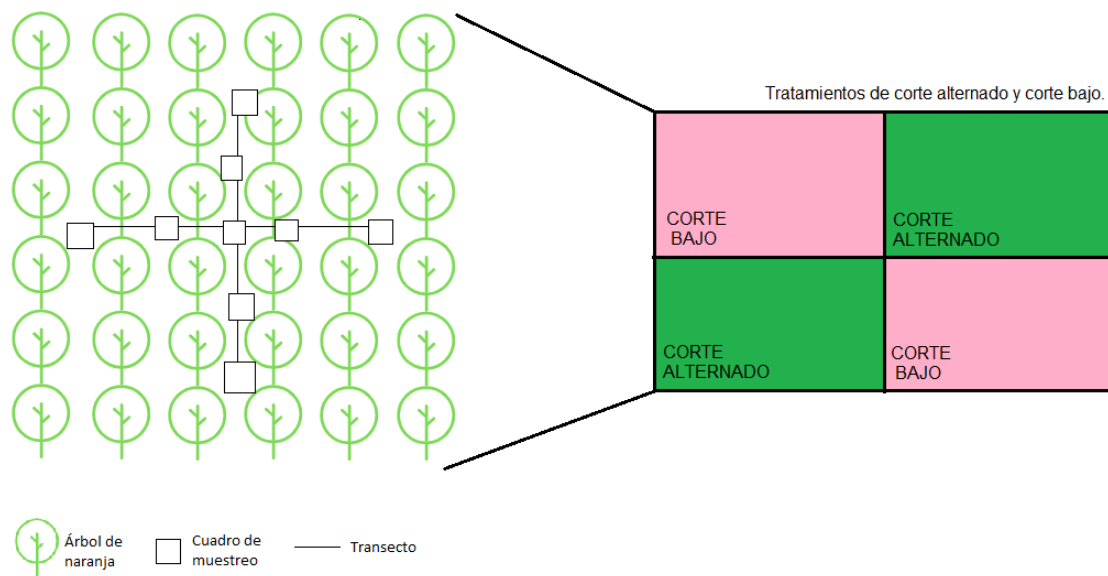


Figura 2. Muestreo de arvenses, transectos y cuadros por tipo de corte.



**Figura 3. Corte bajo de las arvenses en la huerta orgánica.**



**Figura 4. Corte alternado de las arvenses en la huerta orgánica.**



## Composición florística

Se realizaron cuatro visitas a la zona de estudio, una por cada estación del año (primavera, verano, otoño e invierno). Se recolectaron ejemplares completos (raíz, tallo y hoja) de las arvenses en estado reproductivo (flor y/o fruto) dentro del área experimental. Enseguida fueron herborizados siguiendo el método propuesto por Lot y Chiang (1986). Además, se estableció su fenología en cada estación del año registrando el tipo de órganos que presentaban al momento de la recolecta, esto es, si los organismos presentaban estructuras vegetativas (sólo tallos y hojas) y/o reproductivas (flores y frutos) al momento de recolectarlos.

En cada tratamiento las plantas fueron medidas con un flexómetro para establecer su longitud y con base en ésta, ubicarlas en alguno de los cuatro estratos: estrato alto (de más de 1 m), estrato medio (de 50 a 99 cm), estrato bajo (de 20 a 49 cm) y estrato rasante (menos de 20 cm) (figura 5). A partir de esta estratificación se determinará cuál de ellos presenta la mayor cantidad y diversidad de insectos.

Para calcular los índices de diversidad, se llevó a cabo un muestreo mediante un transecto de 30 m, el cual se colocó entre dos hileras de árboles, con ayuda de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> que se lanzó en 10 ocasiones al azar sobre el transecto (figura 6). Posteriormente, se contaron todos los individuos de cada especie dentro del cuadrante, y su cobertura se estableció con la escala de Braun-Blanquet citado por Van der Maarel (2007) (cuadro1).

**Cuadro 1. Escala de Braun-Blanquet para estimar cobertura y abundancia de especies.**

Escala de Braun-Blanquet	Amplitud de cobertura	Cobertura promedio (%)
R	Un individuo con baja cobertura	-
+	Pocos individuos con baja cobertura	0.1
1	>50 individuos con cobertura <5%	2.5
2m	<50 individuos con cobertura <5%	11.6
2 <sup>a</sup>	5-15 % de cobertura	13.3
2b	15-25% de cobertura	24.9
3	25-50% de cobertura	37.5
4	50-75% de cobertura	62.5
5	75-100% de cobertura	87.5



**Figura 5. Medición de la estratificación vertical.**



**Figura 6. Muestreo por cuadrante de 1 m<sup>2</sup>.**

En el laboratorio de la FEZ Zaragoza, se realizó la determinación de las plantas recolectadas hasta el nivel de especie, esto con ayuda de literatura especializada. Los ejemplares fueron cotejados en los herbarios MEXU y FEZA. Algunos más fueron cotejados en los herbarios virtuales de Nueva York (<http://sweetgum.nybg.org>), Missouri ([www.missouribotanicalgarden.org](http://www.missouribotanicalgarden.org)) y el catálogo de plantas tropicales ([www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)). Una vez corroborada la identidad taxonómica de los especímenes, se elaboró un listado florístico, en el cual fueron ordenados alfabéticamente según la familia en la que están ubicados. También se incluyeron los siguientes datos: forma de crecimiento, fenología, origen biogeográfico, distribución geográfica y ecológica, y ecofuncionalidad documentada en la literatura especializada. La correcta escritura de los nombres científicos y sus autoridades se revisó con ayuda del Index Autor y las páginas [www.ipni.org](http://www.ipni.org) y <https://tropicos.org/home>. Los datos de origen y distribución geográfica de las especies recolectadas se obtuvieron mediante la revisión de monografías, revisiones y claves taxonómicas. Para la clasificación de las angiospermas se utilizó APG IV (2016), y para el tipo de arvenses se siguió la propuesta de Vibrans (2012), separándolas en a) cosmopolitas; b) distribución amplia, o especies que se encuentran en más de un continente, c) taxa con distribución en México y d) neófitas que son plantas recientemente introducidas en un área.

La diversidad  $\alpha$  de las plantas en cada uno de los tipos de corte se obtuvieron con ayuda del programa PAST (Paleontological Statistic). Posteriormente, se calculó el índice de similitud de Jaccard para cada tratamiento y estación del año. Los datos de diversidad  $\alpha$  y similitud se correlacionaron con el índice de Pearson para determinar si existe alguna relación entre estas variables de biodiversidad con la densidad poblacional de *Diaphorina citri*. Los datos sobre la diversidad de insectos y *D. citri* fueron obtenidos a partir de estudios realizados por compañeros del laboratorio que analizaron, en la misma huerta y bajo las mismas condiciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Listado florístico

Se encontraron 107 especies dentro de la huerta orgánica de naranja Valencia, en éste mismo se encuentra información taxonómica, su forma de crecimiento, fenología, distribución, así como la ecofuncionalidad de algunas de ellas. A partir de este listado florístico se generó el catálogo que se presenta en el anexo.

Listado de plantas vasculares con información biológica y ecológica de cada especie asociada a la huerta de manejo orgánico, en Misantla Veracruz. **Forma de vida=FV** (Herbácea subfrutecente=Hsub; Herbácea erecta=Her; Herbácea trepadora=Htr; Hras=Herbácea rastrera; Herbácea voluble=Hvo; Arbustiva=Arb). **Ciclo de vida=CV** (Perenne=Pe; Anual=A; Bianual=B). **Fenología=FN** (Todo el año=A; Primavera=P; Verano=V; Otoño=O; Invierno=I; Fructificación=\*; No documentada=ND). **Distribución geográfica=DG** (Endémica regional=ER; Ampliamente distribuida en América=AA; Neófita=N). **Ecofuncionalidad=EF** (Alelopática=Al; Arvense agresiva=AAg; Forraje=F; Hospedera de posibles plagas=HP; Ligera toxicidad=LT; Melífera importante=MI; Pesticida natural=PN; No documentada=ND).

NOMBRE	FV	DG	FN	CV	EF
--------	----	----	----	----	----

### MONOCOTILEDÓNEAS

#### COMMELINACEAE

<i>Commelina coelestis</i> Willd.	Her	AA	A*	Pe	ND
-----------------------------------	-----	----	----	----	----

<i>Commelina erecta</i> L.	Her	N	A*	Pe	ND
----------------------------	-----	---	----	----	----

#### CYPERACEAE

<i>Cyperus esculentus</i> L.	Her	N	P*-V*-O*	Pe	HP
------------------------------	-----	---	----------	----	----

<i>Cyperus odoratus</i> L.	Her	N	A*	Pe	Aag
----------------------------	-----	---	----	----	-----

<i>Cyperus rotundus</i> L.	Her	N	V*-O*	Pe	Aag
----------------------------	-----	---	-------	----	-----

<i>Cyperus seslerioides</i> Kunth.	Her	ER	A	Pe	Aag
<i>Kyllinga pumila</i> Michx.	Her	N	A	Pe	ND
<i>Scleria setulosociliata</i> Boeckeler.	Her	ER	A*	Pe	F

## POACEAE

<i>Andropogon bicornis</i> Forssk.	Her	N	A*	Pe	ND
<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Her	AA	A*	Pe	Aag
<i>Digitaria ciliata</i> Lag.	Her	N	N	Pe	ND
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Her	AA	N	Pe	F
<i>Digitaria setigera</i> Roth.	Her	N	P*-V*	Pe	F
<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link.	Her	N	V-O	An	F
<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth.) Hitchc.	Her	N	N	An	F
<i>Leptochloa filiformis</i> (Pers.) P. Beauv.	Her	N	V	An	ND
<i>Panicum trichoides</i> Sw.	Her	AA	O	An	Aag
<i>Paspalum conjugatum</i> P. J. Bergius.	Her	N	A*	Pe	F
<i>Paspalum distichum</i> L.	Her	AA	P-O*	Pe	F
<i>Paspalum lividum</i> Trin. ex Schltldl.	Her	AA	V-O	Pe	F
<i>Paspalum notatum</i> Flügge.	Her	AA	P-V-O	Pe	F
<i>Paspalum scrobiculatum</i> L.	Her	N	N	Pe	ND

<i>Paspalum virgatum</i> Walter.	Her	AA	N	Pe	ND
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton.	Her	N	A*	An	Aag
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Her	N	V*	Pe	F
<i>Urochloa mutica</i> (Forssk.) T.Q. Nguyen	Her	N	A*	Pe	ND

## EUDICOTILEDÓNEAS

### ACANTHACEAE

<i>Blechum brownei</i> Juss.	Hsub	N	A	Pe	PN
------------------------------	------	---	---	----	----

### APOCYNACEAE

<i>Asclepias curassavica</i> Griseb.	Her	N	A	Pe	PN
--------------------------------------	-----	---	---	----	----

### ASTERACEAE

<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Her	N	A	An	ND
<i>Ambrosia confertiflora</i> DC.	Hsub	ER	V-O-I	Pe	ND
<i>Bidens odorata</i> Cav.	Her	ER	V	An	MI
<i>Eclipta prostrata</i> L.	Her	N	V-O	Pe	HP
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC.	Her	N	A	An	Aag
<i>Erigeron bonariensis</i> (L.) Cronquist.	Her	N	P-V-O	An	ND
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	Her	ER	A	An	F
<i>Lagascea molis</i> Cav.	Hsub	N	O-I-P	An	F
<i>Melampodium divaricatum</i> (Rich.) DC.	Her	N	A-V*	An	HP

<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Her	ER	P-O	An	LT
<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam.	Her	ER	P-V-O	An	ND
<i>Spilanthes repens</i> (Walter) Michx.	Her	AA	V	Pe	ND
<i>Tridax procumbens</i> L.	Hsub	N	A	Pe	ND
<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	Her	N	A	An	PN
<i>Youngia japonica</i> (L.) DC.	Her	N	A	An	Aag

### **CARYOPHYLLACEAE**

<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	Hras	N	A*	An	F
<i>Stellaria ovata</i> Willd. ex D.F.K. Schltldl.	Hras	ER	V-O	Pe	ND

### **CONVULVULACEAE**

<i>Ipomoea cholulensis</i> Kunth	Htr	AA	O-I	An	ND
<i>Ipomoea orizabensis</i> (G. Pelletan) Ledeb. ex Steud.	Hras	AA	A	An	ND
<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth.	Hras	N	V*-O*	An	MI
<i>Ipomoea trifida</i> (Kunth) G. Don.	Hras	AA	O	An	ND
<i>Ipomoea triloba</i> L.	Hras	N	O	An	ND
<i>Merremia umbellata</i> (L.) Hallier f.	Htr	N	O-I-P	Pe	F

### **CUCURBITACEAE**

<i>Melothria pendula</i> L.	Htr	AA	V-O	Pe	ND
-----------------------------	-----	----	-----	----	----

### **EUPHORBIACEAE**

<i>Acalipha alopecuroides</i> Jacq.	Hsub	ER	P-V-O	An	ND
<i>Acalipha setosa</i> A. Rich.	Her	AA	V-O	An	ND
<i>Croton lobatus</i> L.	Her	N	A*	Pe	AI
<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	Hvo	N	A	An	HP

## FABACEAE

<i>Aeschynomene americana</i> L.	Her	N	O-I-P	An	F
<i>Centrosema plumieri</i> (Turpin. ex Pers.) Benth.	Htr	ER	V-O	An	ND
<i>Centrosema virginianum</i> (L.) Benth.	Hras	ER	V-O	An	ND
<i>Chamaecrista ruffa</i> (M. Martens & Galeotti) Britton & Rose.	Hsub	ER	V-O	Pe	ND
<i>Crotalaria incana</i> L.	Arb	N	A-O*-I*	An	F
<i>Desmodium incanum</i> (J. F. Gmel.) Schinz & Thellung	Her	N	O-I	Pe	ND
<i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	Her	ER	O*-I*-P*	Pe	Aag
<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	Her	N	A-O*-I*	Pe	ND
<i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC.	Hras	N	O	Pe	ND
<i>Desmodium microphyllum</i> (Thunb.) DC.	Htr	N	V	Pe	ND
<i>Indigofera jamaicensis</i> Spreng.	Her	ER	V-O*	Pe	ND
<i>Indigofera sufruticosa</i> Mill.	Arb	N	A	Pe	F
<i>Macroptilium atropurpureum</i> (DC.) Urb.	Htr	N	V*-O*	An	F



*Mimosa pudica* L. Hras N A\* Pe ND

*Teramnus uncinatus* (L.) Sw. Htr N O\*-I\* An ND

### **HYPERICACEAE**

*Hypericum silenoides* Juss. Hsub AA A\* Pe ND

### **LAMIACEAE**

*Hyptis capitata* Jacq. Her AA O\*-I\*-P\* An ND

### **LINDERNACEAE**

*Lindernia crustacea* (L.) F. Muell. Her AA O Pe ND

### **LYTHRACEAE**

*Cuphea wrightii* A. Gray. Her ER V\*-O\* An MI

*Lythrum vulneraria* Aiton ex Schrank. Hsub ER A\* Pe ND

### **MALPIGHIACEAE**

*Stigmaphyllon retusum* Griseb. Her ER A\* Pe ND

### **MALVACEAE**

*Abutilon hirsutum* (Vell.) K. Schum. Her N A\* Pe ND

*Anoda cristata* (L.) Schltld. Her ER V\*-O\* An F

*Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke. Hsub ER A\* Pe LT

*Malachra fasciata* Jacq. Her ER A\* Pe ND

*Melochia pyramidata* L. Her N A\* Pe LT

<i>Sida abutifolia</i> Mill.	Hras	ER	A*	Pe	ND
<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Her	N	A*	Pe	HP
<i>Sida collina</i> Schlttdl.	Arb	ER	O*	Pe	ND
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Her	N	A*	Pe	ND
<i>Sida spinosa</i> L.	Arb	AA	A*	Pe	ND

### **ONAGRECEAE**

<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven.	Her	ER	V*-O*	An	ND
--	-----	----	-------	----	----

### **OXALIDACEAE**

<i>Oxalis corniculata</i> L.	Hvo	N	P*-V*-O*	Pe	F
<i>Oxalis jacquiniana</i> Kunth	Her	ER	N	Pe	ND
<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Her	N	P-V	Pe	ND

### **PASSIFLORACEAE**

<i>Passiflora foetida</i> L.	Htr	AA	I-P-V	An	ND
------------------------------	-----	----	-------	----	----

### **PETIVERACEAE**

<i>Rivina humilis</i> L.	Her	N	A*	Pe	AI
--------------------------	-----	---	----	----	----

### **PHYLLANTHACEAE**

<i>Phyllanthus compressus</i> Kunth	Her	AA	V*-O*	An/ Pe	ND
<i>Phyllanthus niruri</i> L.	Her	N	A*	An	ND

**PLANTAGINACEAE**

*Mecardonia procumbens* (Mill.) Kuntze Her N N An ND

*Scoparia dulcis* L. Her N P-V-O\* Pe ND

**PORTULACACEAE**

*Portulacca pilosa* L. Hras AA V-O An ND

**PRIMULACEAE**

*Centunculus minimus* L. Her N V An ND

**RUBIACEAE**

*Borreria suaveolens* G. Mey. Her AA A\* An ND

*Galium setaceum* Lam. Her N N An ND

*Hamelia patens* Jacq. Arb AA A\* Pe ND

*Mitracarpus hirtus* (L.) DC. Her AA O\* Pe ND

*Spermacoce laevis* Lam. Hvo AA A An AI

**URTICACEAE**

*Pilea hyalina* Fenzl. Her AA N Pe ND

*Priva lappulacea* (L.) Pers. Her N V\*-O\* An Aag

**VITACEAE**

*Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C. E. Jarvis. Htr N A\* Pe Aag

## Composición florística

El inventario florístico la huerta está conformada por 107 especies de angiospermas, correspondientes a 79 géneros y 28 familias. De estas especies 81 son eudicotiledóneas y 26 son monocotiledóneas (cuadro 2).

**Cuadro 2. Riqueza de plantas vasculares de la huerta de naranja Valencia Tardía con manejo orgánico en el municipio de Misantla, Veracruz, localidad de Palpoala.**

Taxa	Familias	Géneros	Especies
Monocotiledóneas	3	14	26
Eudicotiledóneas	25	65	81
Total	28	79	107

Las familias con un mayor número de especies en la huerta fueron Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Malvaceae y Cyperaceae. Asimismo, los géneros con más especies registradas fueron *Paspalum* (6) con 5.6%, *Ipomea* (5) con 4.67%, *Sida* (5) con 4.67%, *Cyperus* (4) con 3.73% y *Desmodium* (3) con 2.8% (cuadro 3).

**Cuadro 3. Familias y géneros de plantas vasculares mejor representadas en la huerta de naranja Valencia Tardía con manejo orgánico en el municipio de Misantla, Veracruz, localidad de Palpoala.**

Familia	Especies	%	Género	Especies	%
Poaceae	18	16.82	<i>Paspalum</i>	6	5.6
Asteraceae	15	14.01	<i>Ipomea</i>	5	4.67
Fabaceae	14	13.08	<i>Sida</i>	5	4.67
Malvaceae	10	9.34	<i>Cyperus</i>	4	3.73
Cyperaceae	6	5.6	<i>Desmodium</i>	3	2.8

La riqueza en el nivel de familia fue mayor para las especies de la familia Poaceae, Asteraceae y Fabaceae, estos resultados son similares a los señalados por Alan (1989) para cultivos tropicales y con Rzedowski (1978) quien menciona que estas familias son las más abundantes en la flora mexicana (cuadro 3). Con respecto al número de especies de Asteraceae registradas en la huerta, Rzedowski (1991) documentó que está mejor

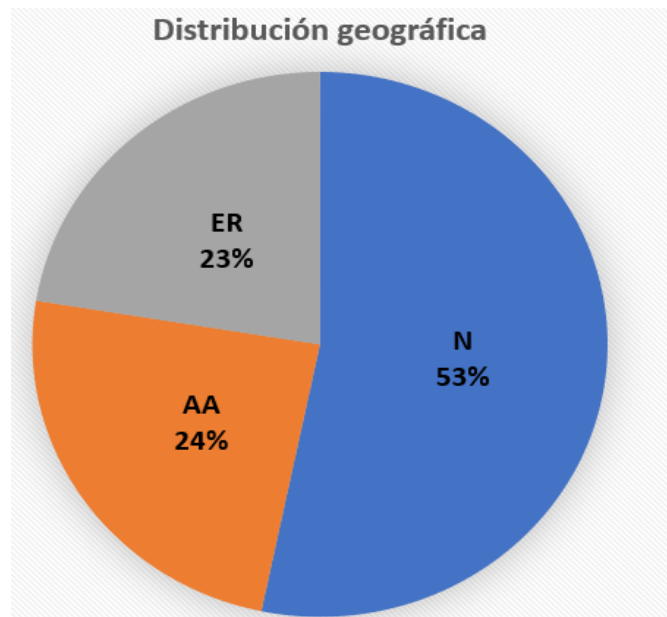
representada en el centro del país donde forma parte del componente arvense asociado a los campos de cultivo.

El inventario general de malezas de Anzalone y Silva (2010) indicaron la presencia de 103 especies, pertenecientes a 28 familias encontrando, entre algunas otras a *Poaceae*, *Asteraceae* y *Fabaceae* dentro de las familias mejor representadas.

Figuroa y Sánchez (2018) establecieron la composición florística en una huerta orgánica de naranja de 144 especies agrupadas en 104 géneros y 45 familias. En sus resultados registraron *Asteraceae* y *Fabaceae* como las familias más diversas, mientras que los géneros mejor representados fueron *Cyperus* y *Desmodium*. De igual forma, Forster (2017) documentó 97 especies, pertenecientes a 28 familias, en una huerta orgánica de naranja con dos tipos de tratamiento. *Asteraceae*, *Cyperaceae*, *Fabaceae* y *Poaceae* fueron las familias con mayor número de especies, sus resultados son similares a los obtenidos en este trabajo. Además, Blanco y Leyva (2007) indicaron que las mencionadas familias suelen ser predominantes en las huertas de cultivo debido probablemente a que entre su diversidad se incluyen una gran cantidad de especies que poseen adaptaciones morfológicas, anatómicas y fisiológicas que les permiten desarrollarse y prosperar en ambientes con disturbio como son los campos de cultivo.

## Distribución geográfica

De 107 especies registradas 57 son Neofitas (N), lo que corresponde al 53%, mientras que 26 tienen distribución amplia en América (AA) (24%) y solo 24 especies se ubican como Endémicas regionales (ER) (23%) (figura 7).



**Figura 7. Clasificación fitogeográfica las especies de arvenses presentes en la huerta estudiada en Misantla, Veracruz.**

Las especies neófitas registradas en este estudio corresponden a invasoras provenientes de otros continentes y que se reproducen con éxito debido probablemente a la aplicación de herbicidas como el glifosato usados cuando la huerta no era manejada orgánicamente. Asimismo, éstas especies desarrollaron resistencia a los herbicidas, y posteriormente el propio laboreo de los agricultores las favoreció y seleccionó de forma artificial.

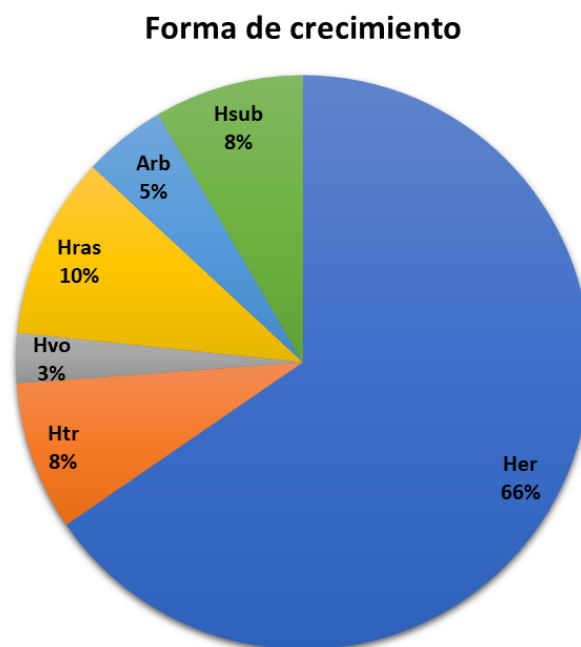
En relación con la resistencia a los herbicidas de las especies arvenses, algunos estudios sugieren que puede deberse a su ciclo de vida corto y sus adaptaciones morfológicas y anatómicas. También se ha observado que el manejo convencional en algunos cultivos, genera condiciones que propician el establecimiento de especies invasivas que se desarrollan conjuntamente con aquellas que son cultivadas y que vienen de otras partes del mundo (Anzalone *et al*, 2010)

Con respecto a las endémicas regionales, el manejo orgánico efectuado en los últimos cinco años ha permitido el recambio de las especies que componen el estrato arvense en la huerta, documentando que el componente de endémicas regionales está regresando.

Resultados similares fueron encontrados por Figueroa y Sánchez (2018) quienes registraron que el manejo convencional de cultivo y el uso de agroquímicos disminuye la biodiversidad nativa del sitio, mientras que, las especies ER aumentan en número y diversidad. En este análisis el porcentaje de especies neófitas nos muestra que el tiempo que ha tenido la huerta de conversión no ha sido lo suficientemente prolongado para generar el recambio, pero sí la huerta se mantiene por 10 años más, la composición arvense cambiará y será posible encontrar un mayor número de especies endémicas regionales (Altieri y Nicholls, 2012).

### Forma de crecimiento

El hábito de crecimiento mejor representado en las arvenses de la huerta (figura 8) fue de hierbas erectas (Her) con un 66%, las cuales, de acuerdo con Figueroa y Sánchez (2018) son indicadores de sucesión ecológica, mientras que los hábitos hierba voluble (Hvo) y arbustivo (Abs) son los menos representados con un 3% y 5% respectivamente. Esto se debe a que el manejo favorece a aquellas especies con ciclos de vida cortos que se vuelven a reclutar por germinación o reproducción vegetativa, mientras que el tipo de manejo no favorece a las especies con ciclos de vida más largos.



**Figura 8. Clasificación de la forma de vida de las especies de arvenses presentes en la huerta estudiada en Misantla, Veracruz.**

El número de especies erectas podría indicar la competitividad entre especies, no sólo con los cultivos, si no con el resto de las arvenses presentes. Blanco y Leyva (2007), las especies con un abundante desarrollo radicular tienden a crecer más altas, lo que termina no sólo abarcando espacio debajo de la tierra, también cubren a las plantas que crecen a menor altura de ellas limitando su acceso de luz y nutrientes, ocasionando una abundancia notable en la huerta.

### Ecofuncionalidad

De las 107 especies registradas en la huerta, 59 no tienen una ecofuncionalidad descrita (ND), lo cual corresponde a más del 50%, debido a que hacen falta estudios que documenten el papel que desempeñan estas plantas en el ecosistema y su importancia para el ser humano. El resto de los valores de la ecofuncionalidad corresponden a 21 especies de forraje (F) (19%), 11 para arvenses agresivas (Aag) (10%), 4 a hospederas de posibles plagas (HP) (4%), mientras que para las pesticidas naturales (PN), melíferas (Mi), plantas ligeramente tóxicas (LT) y alelopáticas (Al) se registraron 3 especies para cada categoría, correspondiendo al 3% respectivamente.

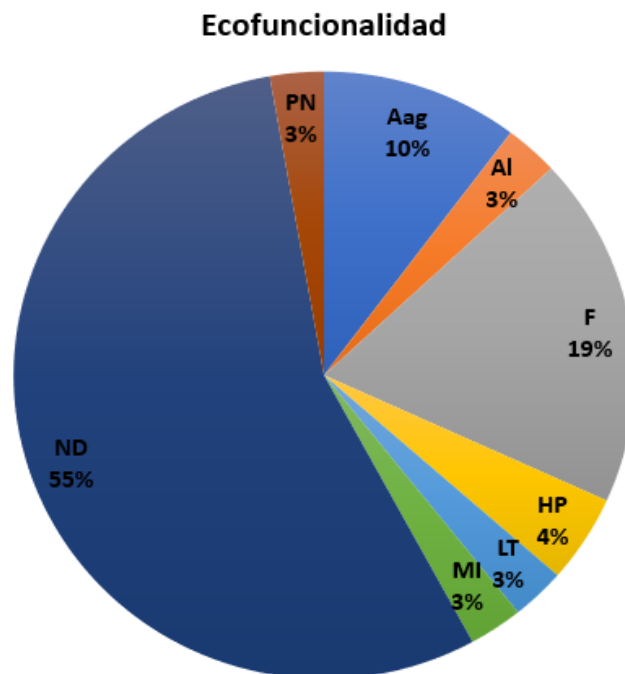


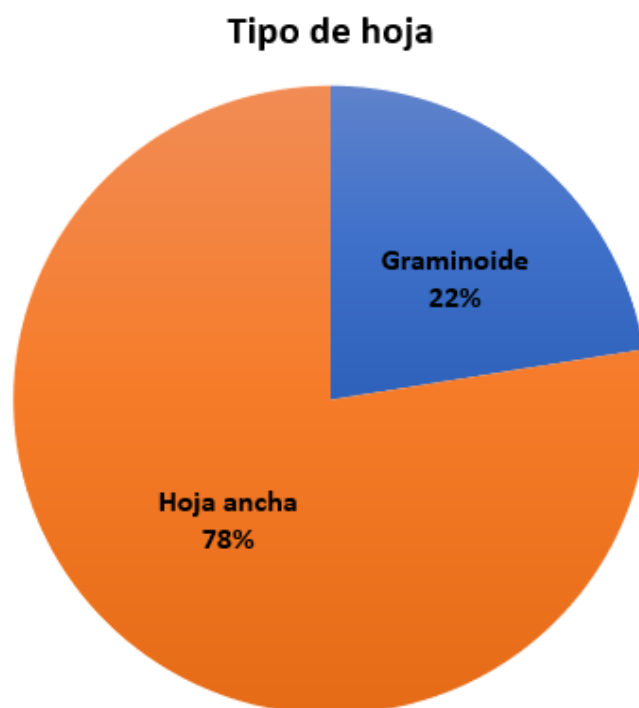
Figura 9. Ecofuncionalidad de las especies de arvenses presentes en la huerta estudiada en Misantla, Veracruz.



Las plantas que se establecen en los campos de cultivo representan recursos disponibles para las poblaciones de animales asociados a las huertas, entre ellos alimento, habitación, presas, sitios de descanso y abrigo, refugio y lugares para la reproducción (Potts, *et. al.*, 2003, Altieri y Nicholls, 2007; Blanco y Leyva, 2007), a pesar de que para más de la mitad de las especies no se tienen el dato de su función ecológica, pueden cumplir con algunas de las mencionadas en la gráfica, por lo que podría ser adecuado intentar establecer una relación específica entre las flores de las especies encontradas en la huerta con los insectos presentes. Del mismo modo, es importante señalar que las áreas donde se corta de forma alternada, las plantas que predominan son de hoja ancha con lo cual propician microambientes más heterogéneos y con más servicios ecosistémicos.

### Tipo de hoja

De las 107 especies presentes en la huerta 83 tienen hoja de tipo ancho, lo cual corresponde al 78% y 24 presentan hoja tipo graminoide representando el 22% (figura 10).



**Figura 10. Tipo de hoja de las especies de arvenses presentes en la huerta estudiada en Misantla, Veracruz.**

De acuerdo con lo reportado por Figueroa y Sánchez (2018), las especies herbáceas erectas se ven mejor representadas ya que la mayoría son especies de hoja ancha, las cuales presentan un patrón de distribución agregado o en parches ocupando así un mayor porcentaje de cobertura en el suelo.

La mayoría de las plantas que tienen hoja ancha se les asocia con la producción de flores completas y perfectas, lo que quiere decir que cuentan con todos sus verticilos florales, y pueden producir néctar y polen necesarios como recompensa para los polinizadores, en particular para los insectos con lo cual se contribuye al aumento de la diversidad de insectos benéficos. Lo anterior, Fenster y colaboradores (2004) destacaron que en flores y frutos se manifiestan combinaciones de características asociadas con la interacción interespecífica como lo son la polinización y la dispersión, que se denominan síndromes de polinización y dispersión, que tienen gran utilidad en el entendimiento de los mecanismos de la diversificación floral. Por otro lado, las plantas con hojas gramínoideas no producen flores que ofrezcan estas recompensas, por esta razón es de gran importancia que en la composición de arvenses de una huerta se encuentren en mayor abundancia y diversidad las plantas con hoja ancha.

### Fenología

En la figura 11 se observa el número de estaciones del año y el porcentaje de las especies que florecieron o fructificaron en esos periodos particulares. Las especies que estuvieron presentes todo el año representan el 40%; las que florecieron y fructificaron en tres estaciones del año son el 30% seguidas de las que florecieron y fructificaron en dos estaciones (20%) mientras que las especies que solo estuvieron presentes en una estación del año corresponde el 10%.

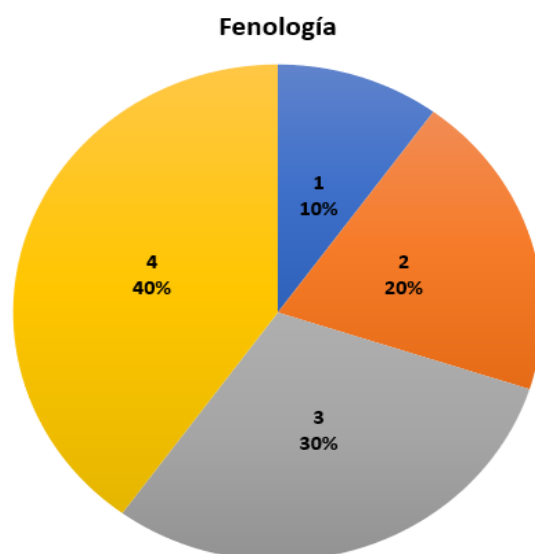


Figura 11. Fenología reproductiva de las arvenses presentes en la huerta estudiada en Misantla, Veracruz.

De acuerdo con Blanco y Leyva (2007) las arvenses son exitosas debido a una serie de características que les permiten desarrollarse en dos o tres estaciones al año, como la generación escalonada, producción de gran cantidad de semillas, la latencia primaria y la propagación vegetativa. En este análisis el mayor porcentaje corresponde a las especies que se encuentran presentes todo el año (40%), de las cuales solamente nueve pertenecen a la familia Poaceae y Cyperaceae, 44 son de hoja ancha y flores vistosas que todo el año produce néctar y polen (figura 12, 13, 14 y 15), brindando así los recursos alternativos que buscan los insectos benéficos por lo que la diversidad de estos es mayor. De acuerdo con Gaigher (2016) lo anterior concuerda con otros estudios que mostraron que los campos viejos y los parches semi-transformados pueden contener una gran diversidad de plantas con hoja ancha y flores vistosas. Estas características proporcionan refugio, complejidad estructural y recursos alimentarios adicionales dentro de un paisaje perturbado.



Figura 12. Flor de *Melochia pyramidata*



Figura 13. Fruto de *Desmodium tortuosum*



Figura 14. Floración de *Spilanthes repens*



Figura 15. *Crotalaria incana* con fruto

## Cobertura

En el porcentaje de cobertura del corte alternado y corte bajo de la huerta, mostró diferencias el número y en la composición entre ambos cortes. Por ejemplo, nueve especies sólo se encontraron en el corte alternado éstas son *Cyperus odoratus*, *Erigeron bonariensis*, *Asclepias curassavica*, *Bidens odorata*, *Hypericum silenoides*, *Cyperus esculentus*, *Youngia japonica*, *Aeschynomene americana* y *Malachra fasciata* (figura 16).

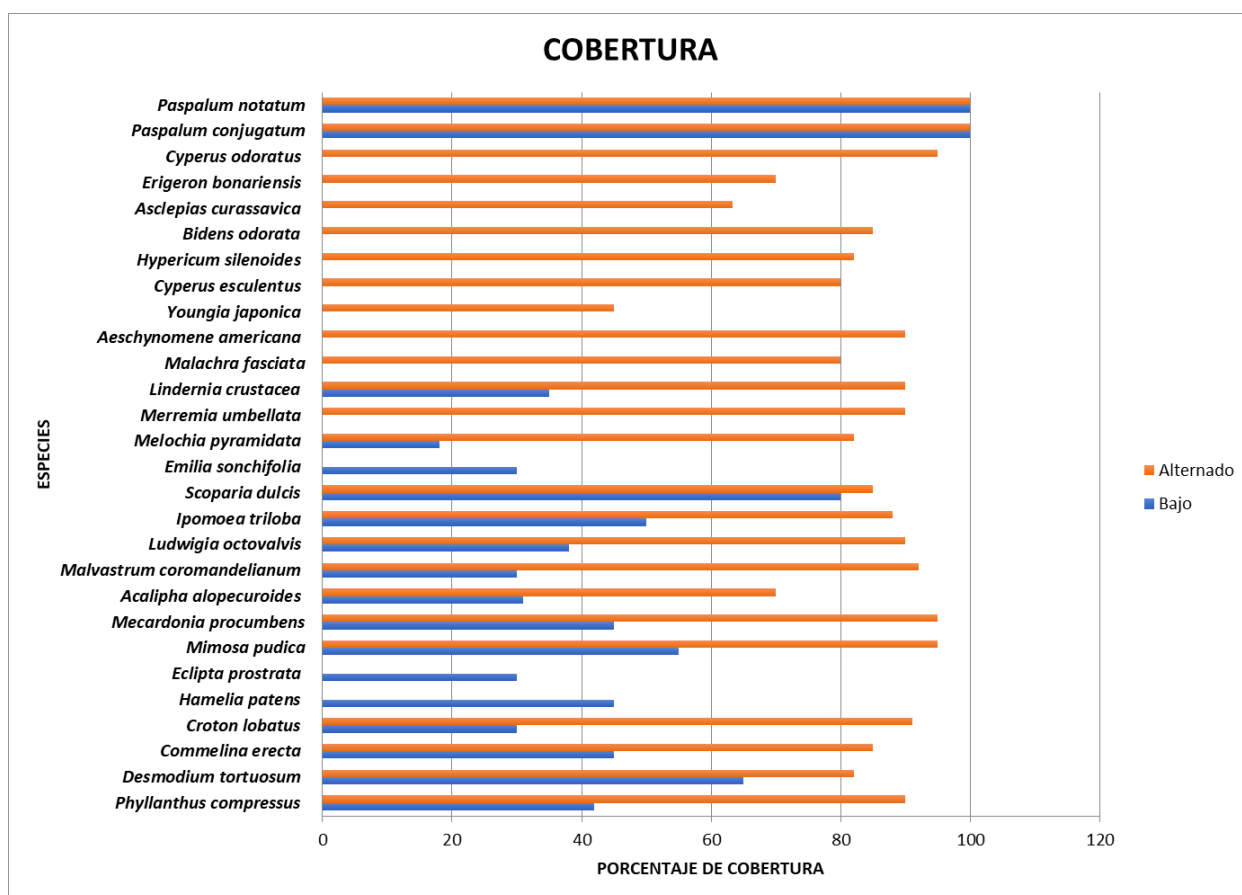


Figura 16. Porcentaje de cobertura de vegetación de cada tratamiento.

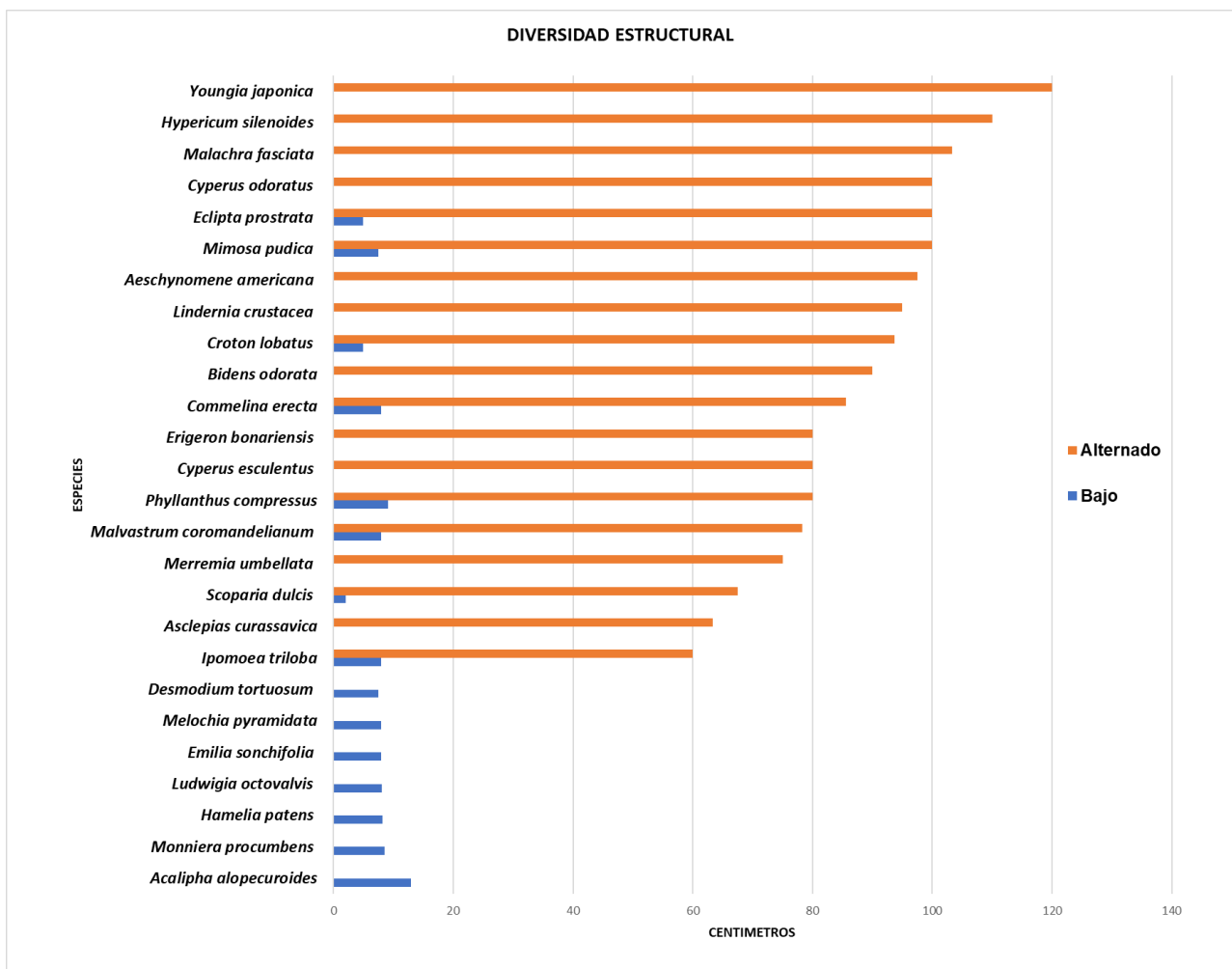
En el corte alternado se puede observar mayor área de cobertura por parte de las especies compartidas en ambos tratamientos, pero también hubo mayor representación de la diversidad de arvenses de la huerta. Esta observación, podría reflejar una relación entre el porcentaje de cobertura y la diversidad de especies, y tal como lo indicaron Altieri y Nicholls (2019), la cobertura se relaciona con la tasa de evaporación del agua presente en el suelo registrando un aproximado de entre tres y 15% dependiendo del tipo de cobertura, es decir, establecida únicamente con base en las herbáceas no tan altas pero abundantes hasta los sistemas tipo agroforestales, donde gracias a las copas de éstos, la incidencia de luz en el suelo es mucho menor.

Por otro lado, la presencia de materia orgánica constante, de acuerdo Marasas y colaboradores (2012) influye en casi todas las propiedades de calidad de suelo, lo que se refleja en una fertilidad alta y beneficio directo para los cultivos. La huerta, al ser un sistema de árboles de naranja presenta una tendencia a retener más humedad, lo que genera a su vez, más disponibilidad de agua lo que conlleva a un desarrollo abundante de arvenses y a un incremento de materia orgánica disponible para beneficio del suelo principalmente en las áreas con corte alternado.

### Diversidad estructural

En la figura 17 se puede ver la altura, en centímetros, alcanzada por algunas de las especies registradas del corte alternado y del corte bajo, la diferencia es notoria en la cantidad, pero al igual que en la gráfica de cobertura (figura 9).

Hubo especies que sólo se presentaron en el corte alternado *Cyperus odoratus*, *Erigeron bonariensis*, *Asclepias curassavica*, *Bidens odorata*, *Hypericum silenoides*, *Cyperus esculentus*, *Youngia japónica*, *Aeschynomene americana* y *Malachra fasciata*.



**Figura 17. Altura de los niveles de estratos de algunas arvenses presentes en ambos manejos de la huerta.**

Gaigher y colaboradores (2016) reportaron que la estructura espacial, heterogeneidad y complejidad son esenciales para asegurar la provisión de los servicios ecosistémicos en las tierras de cultivo. Se ha mostrado que la heterogeneidad espacial influye en el control de plagas por medio de enemigos naturales y se ha detectado que la homogeneización genera pérdida de biodiversidad y a su vez de hábitats, lo cual afecta directamente a los insectos benéficos.

Se han encontrado relaciones entre arquitectura de los árboles y la presencia de insectos benéficos en el cultivo, sin embargo, de acuerdo a Lawton (1983), para poder evaluar la arquitectura de una planta se deben contar las siguientes cosas: el tamaño de la planta madura, el tamaño y la complejidad de sus ramas y hojas y el grado de leñosidad, la mayoría de las plantas de carácter herbáceo no cuentan con algunas de estas características, como el grado de leñosidad, ni tampoco son tan altas como lo pueden ser los árboles o los arbustos, sin embargo, pueden proporcionar no sólo alimentos para los insectos, también pueden servir de sitio de resguardo o incluso nicho para habitar.

A pesar de existir desventajas respecto al uso de las arvenses como sitio de residencia para los insectos como el corte que se hace en algunas huertas, se registró que cerca del 78% de las especies son de hoja ancha, por lo que pueden proporcionar protección a los insectos que se encuentren entre ellas y el 70% de las especies están presentes casi todo el año, lo que podría asegurar un nicho estable durante todo un ciclo anual. A esto se suma que hay especies que sólo se encontraron en el corte alternado, las cuales podrían ser una opción nueva de nichos para la población de insectos de la huerta.

### **Diversidad $\alpha$ y $\beta$**

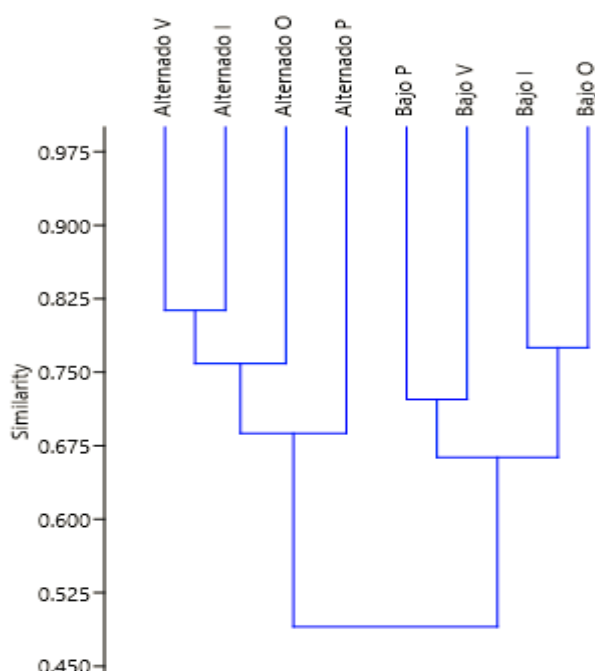
Los datos de la diversidad de arvenses calculados mediante el índice de Shannon (cuadro 4), indican que ambos tipos de corte son muy semejantes en todas las estaciones del año, posteriormente, los datos fueron analizados mediante la prueba de t de student y no mostraron una diferencia significativa (0.046). En el corte bajo se registraron 26 familias, 66 géneros y 86 especies, mientras que el corte alternado está representado por 26 familias,

75 géneros y 93 especies. Lo anterior contrasta con la hipótesis de este estudio donde se esperaba que el tipo de corte influyera en la riqueza y diversidad.

**Cuadro 4. Comparación de diversidad  $\alpha$  entre dos diferentes tipos de corte en la huerta con manejo orgánico en diferentes estaciones del año.**

	<b>Alternado</b>	<b>Bajo</b>
<b>Invierno</b>	2.539	2.874
<b>Primavera</b>	2.875	2.918
<b>Verano</b>	2.962	2.609
<b>Otoño</b>	2.987	2.919

La semejanza en los valores de diversidad y riqueza en los dos tipos de corte puede explicarse con base en la plasticidad de las plantas, dado que, al someter a los organismos a un constante estrés por el corte, estos responden al estímulo desarrollando estructuras reproductivas o de propagación vegetativa que les permite multiplicarse y estar en la huerta a pesar de que sean organismos de talla pequeña. Lo anterior también se relaciona con el recambio de las especies, debido a que las arvenses presentes en ambos tipos de corte se unen con un 50% de similitud, principalmente las plantas que retoñan, florecen y fructifican después de que han sido cortadas.

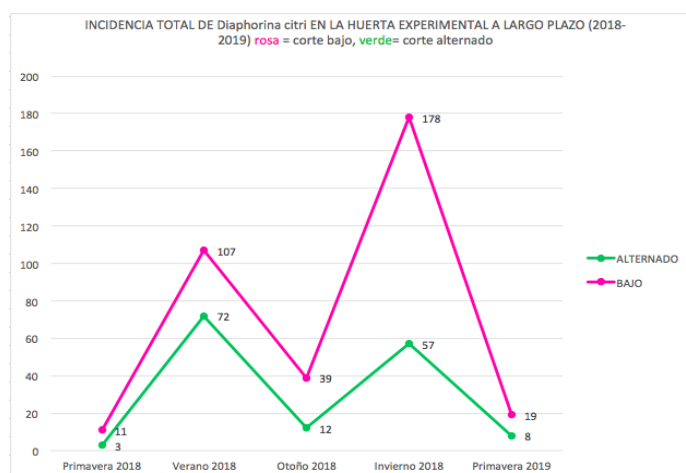


**Figura 18. Dendrograma de similitud entre los tratamientos por estacionalidad.**

A partir de la información del dendrograma (figura 18) se infiere que, de las 107 especies inventariadas en la huerta, al menos el 50% de ellas se encuentran presentes en ambos tratamientos. También se observa que la similitud de las arvenses presentes en las diferentes estaciones del año es grande (mayor al 65%) y que independientemente de la estación del año se comparten las mismas especies, lo cual se puede explicar debido a la capacidad reproductiva de las arvenses que por lo general presentan germinación escalonada y un banco de semillas abundante en el suelo, lo que les permite estar siempre disponibles para germinar a lo largo del año siempre que las condiciones ambientales sean propicias, además como se reportó en el apartado de fenología, dominan las especies que florecen y fructifican todo el año seguidas de aquellas que lo hacen en tres estaciones del año.

### **Efecto de la diversificación del ambiente sobre la densidad de *Diaphorina citri***

En la figura 19 se muestra la incidencia total de *Diaphorina citri* a lo largo de un periodo de producción de naranja en la huerta bajo estudio, es importante resaltar que la mayor presencia del insecto corresponde a la época de brotación de los árboles y que el tipo de corte de las arvenses tiene un efecto muy marcado en la reducción de la población, de esta manera, resalta el corte alternado como el que permite disminuir la incidencia de la plaga en los árboles.





**Figura 19. Incidencia de *Diaphorina citri* en la huerta estudiada en función del tipo de corte de las arvenses.**

Los valores de correlación de Pearson indican que la relación entre la diversidad de plantas y la incidencia de la plaga es inversamente proporcional. En el primer caso es de -0.39271, mientras que para el insecto es de 0.33588.

**Cuadro 5. Índices de correlación de Pearson para diversidad de arvenses e incidencia de *D. citri***

	<b>Índice de diversidad de arvenses</b>	<b>Densidad poblacional de <i>D. citri</i></b>
<b>Índice de diversidad de insectos</b>		0.33588
<b>Densidad poblacional de <i>D. citri</i></b>	-0.39271	

Si bien los datos de diversidad de arvenses por estación del año y entre los diferentes cortes son muy similares, al correlacionarlos con los datos de abundancia de *Diaphorina citri* obtenidos previamente en otros estudios, se presentó un mayor número del psílido en el corte bajo en comparación con el manejo alternado, lo cual implica una relación inversamente proporcional entre el tipo de manejo y la incidencia de la *D. citri*. De acuerdo con Lomelli y colaboradores (2010) observaron que el desarrollo de brotes de naranja y el crecimiento poblacional de *D. citri* ocurre de manera sincrónica, esta situación fue corroborada en este estudio donde el desarrollo de hojas y ramas coincidió con la presencia de ninfas y adultos de *D. citri* así como de sus enemigos naturales.

Sin embargo, en el corte alternado hay más especies, más individuos y más estratos en las herbáceas, lo que provoca un incremento de los sitios posibles para reproducción, refugio, descanso y alimentación alternativa para los artrópodos presentes, por lo tanto se produce una relación inversamente proporcional (valor de correlación negativo = -0.39271), lo que indica que a mayor diversidad de plantas hay menor cantidad de plaga. Lo anterior ha sido explicado por varios autores (Altieri y Nicholls, 2005, 2007) que han establecido que los ambientes más heterogéneos y diversos representan sistemas más complejos en interacciones biológicas, tal y como se encontró en este trabajo, donde se observa que el corte alternado favorece la producción de una mayor cantidad de recursos (polen, néctar, presas alternativas) que promueven la presencia de artrópodos que pueden ser benéficos. Por lo tanto, el tratamiento de corte alternado genera las condiciones para que la huerta sea

más resistente y resiliente al ataque de la *Diaphorina citri* a lo largo del año, sobre todo, en la época de brotación de los árboles. Al respecto, Altieri y Nicholls (2000) mencionaron que las interacciones complementarias entre los diversos componentes bióticos pueden ser utilizadas para inducir efectos positivos y directos en el control biológico de plagas específicas de cultivos, en la regeneración y aumento de la fertilidad del suelo y su conservación.

## **CONCLUSIONES**

Como conclusión la hipótesis planteada en este trabajo se cumplió, pues se documentó una menor presencia de la plaga en el tratamiento con corte alternado, mismo que representa un microambiente más heterogéneo por su estratificación y ecofuncionalidades, lo cual se ve reflejado en la oportunidad de nichos disponibles. Esto permite que las interacciones biológicas de depredación y parasitismo se incrementen y con ello se reduzca o disminuya la densidad poblacional de *Diaphorina citri*.

## **RECOMENDACIONES**

- Con base en los datos obtenidos en este estudio, se recomienda a los productores realizar el corte alternado de las arvenses como una medida efectiva para controlar biológicamente a la *Diaphorina citri*.
- Sería conveniente elaborar estudios sobre la diversidad y ecofuncionalidad de insectos y arañas en la huerta para establecer los posibles agentes controladores biológicos de la *Diaphorina citri*.
- Efectuar un análisis de rendimiento de la producción de la huerta en función del tipo de corte.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alan, E. y Barrantes, U. (1989). Cuantificación de malezas en cultivos comerciales de piña, plátano, tiquisque y yuca en dos distritos de San Carlos, Costa Rica. Turrialba Vol. 39 No.1 pp. 1-8.
- Altieri, M y Glissman, S. (1983). Effects of plant diversity on the density and herbivory of the flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* Goeze, in California collard (*Brassica oleracea*) cropping systems. Crop protection 2: 457-501.
- Altieri, M. (1988). The dynamics of insect population in crop systems subject to weed interference. In: Plant Stress insect interactions. E. A., Heinrichs (ed.). John Wiley y Sons. USA. p. 502.
- Altieri, M. y Letourneau, D. (1982). Vegetation management and biological control in agroecosystems. Crop. Protection 1 (4), 405-430.
- Altieri, M. (1992). Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. Centro de Estudios en Tecnología Apropriadas para América Latina (CETAL)- Consorcio Latino Americano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). Chile: Valparaiso. pp. 162.
- Altieri, M. (1996). Ecología y manejo de malezas. En: Módulo 2 para Diplomado de Posgrado en Agroecología y Agricultura sostenible. La Habana: CEAS-ISCAH, p. 125-146.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2000) Agroecología (Teoría y práctica para una agricultura sustentable). Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México.
- Altieri, M. y Nicholls, C. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Ecosistemas. Universidad de California, Berkeley.
- Altieri, M., Ponti, L. y Nicholls, C.I. (2007). El manejo de las plagas a través de la diversificación de las plantas. Leisa Revista de Agroecología 22: 9-13.
- Altieri, M, y Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: Única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. Agroecología 7(2), 65–83.

- Altieri, M. y Nicholls, C. (2019). Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. Cuadernos de Investigación UNED (ISSN digital: 1659-441X) Vol. 11(1) Núm. especial: S55-S61.
- Anzalone, A. y Silva, A. (2010). Evaluación de herbicidas para el control de malezas en cafetales. *Bioagro* 22: 95-104.
- Anzalone, A., Arizaleta, M. y González, M. (2012). La flora arvense en huertos de naranja 'Valencia' y su relación con las características del suelo en dos municipios del estado Yaracuy, Venezuela. *Bioagro*, Vol. 24, Num. 1, pp. 23-32. Universidad centroccidental Lisandro Alvarado Barquisimeto, Venezuela.
- Arias, S. (2017). Incidencia de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) y sus enemigos naturales en huertas de naranja valencia tardía con diferente manejo, en Tlapacoyan, Veracruz. Tesis de licenciatura. México. UNAM: Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.
- Bassanezi, R., Montesino, L. y Stuchi, E. (2009). Effects of Huanglongbing on fruit quality of sweet orange, *European Journal of Plant Pathology* 125, 565-572.
- Bellis, G.; Hollis, D. y Jacobson, S. (2005). Asian citrus psyllis, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae) and haunlongbing disease do not exist in the Stapleton Sation area of the Northerm Territory of Australia. *Australian journal of entomology* 44: 68-70.
- Blanco, Y. y Leyva, A. (2007). Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospederas de enemigos naturales. La Habana, Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. *Cultivos Tropicales*, 28(2): 21-28.
- Blanco, Y. y Leyva, A. (2010). Abundancia y diversidad de especies de arvenses en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.) precedido de un barbecho transitorio después de la papa (*Solanum tuberosum*, L.). *Cultrop* Vol. 31, No. 2. La Habana.
- CATIE. (1990). Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo del tomate. Informe técnico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. P. 138.

- Codex alimentarius. (1999). Guidelines for the processing, labeling and marketing of organic produced products. GL-32. Rev. 2001.
- Diez De Ulzurrun, P., y Leaden, M. I. (2012). Análisis de la sensibilidad de biotipos de *Lolium multiflorum* a herbicidas inhibidores de la enzima ALS, ACCasa y Glifosato. *Planta Daninha* 30(3), 667–673.
- De Egea, J., Mereles, F. y Céspedes, G. (2018). Malezas comunes del Paraguay; manual de identificación. Monsanyo Paraguay S.A, Instituto de Biotecnología Agrícola; Dekalpar S.A. y Agrofertil S.A. p. 45.
- Fenster, C., Scott, W., Wilson, P., Dudash, M. y Thomson, J. (2004). Pollination Syndromes and Floral Specialization *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* Vol. 35:375-403.
- Figueroa, L. y Sánchez, M. (2018). Diversidad de arvenses en huertas de naranja valencia tardía, con manejo convencional y orgánico en Tlapacoyan, Veracruz. Tesis de licenciatura. México. UNAM. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.
- Flores, A. (2020). Assessing the cascading effects of management and landscape on the arthropod guilds occurring in papaya plantations. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.
- Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2003). *Agricultura orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza*. Turrialba, Costa Rica.
- Forster, L. (2017). The Influence of weed diversity in organic citrus orchards in Mexico concerning beneficial and natural enemies of *Diaphorina citri*, the vector of the Huanglongbing disease. Tesis de maestría. Instituto de investigaciones para la agricultura orgánica (FiBL). Universität Kassel.
- Gaigher, A., Burri, R., Gharib, W. H., Taberlet, P., Roulin, A., y Fumagalli, L. (2016). Family-assisted inference of the genetic architecture of major histocompatibility complex variation. *Molecular Ecology Resources* 16(6), 1353–1364.

- Gallo, D., Nakano, O., Silveira, S., Carvalho, R., De Batista, G., Bertifilho, E., Parra, J., Zucchi, R., Alves, S. y Vendramin, J. (1988). Manual de entomología agrícola. 2ª ed. Ceres Ltda; Brasil: São Paulo.
- Gaona, G.; Yañez, M., Sánchez, G., Lara, M., Coronado, M. y Ruíz, E. (2009). Enemigos naturales de *Diaphorina citri* en Tamaulipas. Memoria del XXXII Congreso Nacional de Control Biológico. México: Villahermosa, Tabasco. pp. 150-152.
- Gómez, D. y Paulier, J. (2015). *Control biológico de plagas*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Paraguay.
- González, C., Borges, M., Gómez, M., Fernández, M., Hernández, D., Tapia, R. J., Cabrera, I. R. y Beltrán, A. (2003). Manejo de *Diaphorina citri* Kuw. (Hemiptera: Psyllidae) en agroecosistemas cítricos de Cuba. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La Habana, Cuba. p. 14.
- Halbert, S. E. (1998). Asian citrus psyllid a serious potential exotic pest of Florida citrus FLDACS, Division of Plant Industry. Revisado por última vez el 20 de Agosto, 2016, Disponible en: [www.ifas.ufl.edu](http://www.ifas.ufl.edu)
- Halbert, S. E. y Manjunath, K. L. (2004). Asian citrus psyllids (Sternorhyncha: Psyllidae) and greening disease of citrus a literature review and assessment of risk in Florida. Florida Entomologist.
- Hall, G. (2008). Biology, history and world status of *Diaphorina citri*. 1º Taller Internacional sobre Huanglongbing de los cítricos (*Candidatus liberibacter* spp.) y el psílido asiático de los cítricos (*D. citri*). México: Hermosillo, Sonora. pp. 1-11.
- Hernández, E. (1988). La agricultura tradicional en México. México. Comercio exterior, vol. 38, num. 8, pp. 673-678.
- Hoyos, V.; Martínez, M. y Plaza, G. (2015). Malezas asociadas a los cultivos de cítricos, guayaba, maracuyá y piña en el departamento de Meta, Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas Vol. 9, No. 2. pp. 247-258.
- Hyvönen, T. y Saloén, J. (2002). Weed diversity and community composition in cropping practices at two intensity levels – a six-year experiment. Plant Ecology. 154:73-81.

- Ibarra, E. y Yetano, L. (s.f.) El estudio de la vegetación en Geografía. España; Universidad de Zaragoza. pp. 165-174.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tlapacoyan, Veracruz de Ignacio de la Llave Clave Geoestadística 30183.
- Lawton, J. (1983). Plant architecture and the diversity of phytophagous insects, AnL Rev. Entol1WI. 28:23-39. Annual Reviews Inc.
- Lomelli, J. Rodríguez, E., Valdez, J. y Ortega, L. (2010). Géneros de Coccinellidae asociados a *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en México. 1er Simposio Nacional sobre Investigación para el manejo del psílido asiático de los cítricos y el Huanglongbing en México. (SNIPAC-HLB), 8 y 9 de diciembre, Monterrey, Nuevo León, México. p. 64-77.
- Lot, A. y Chiang, F. (1986). Manual de Herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección, y preparación de ejemplares botánicos. Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM. Consejo Nacional de la Flora de México, A.C. México.
- López, R. (2012). Entomófagos asociados a *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en cítricos con diferentes sistemas de manejo de arvenses en Papantla, Veracruz. Tesis de licenciatura. México: Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de enseñanza, investigación y servicio en agroecología.
- Marasas, M., Cap, G., De Luca, L., Pérez, M. y Pérez, R. (2012). El camino de la transición agroecológica. 1a ed. – Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA, 2012.
- Martínez de Pisón, E. (1983). Cultura y ciencia del paisaje. Revista agrícola y sociedad No. 27. España: Madrid.
- Matteucci, S. (2002). Metodología para el estudio de la vegetación. Universidad de Buenos Aires. Argentina: Buenos Aires.
- Michaud, J. (2004). Natural mortality of Asian citrus psyllid (Homoptera: Psyllidae) in Central Florida. Biol. Control 29: 260-269.

- Murillo, F., Adame-García, A., Cabrera-Mireles, H., Villegas-Narváez, J., & Rivera-Meza, A. E. (2020). Fauna edáfica e insectos asociados a las arvenses en limón persa, monocultivo y policultivo. *Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios*, 7(2).
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1993). Proyecciones de la producción, demanda y comercio de los frutos cítricos hasta el año 2000. Albufeira, Portugal. p. 17.
- Polek, M., Vidalakis, G. y Godfrey, K. (2007). Citrus bacterial canker disease and Huanglongbing (Citrus greening). ANR Publ. 8218. University of California.
- Potts S. G., Vulliamy, B., Dafni, A., Ne'eman, G., Willmer, P. (2003). Linking bees and flowers: how do floral communities structure pollinator communities? *Ecological Society of America* Vol. 84. pp. 2628-2642.
- Quershi, J. y Stansly, P. (2008). Rate placement and timing of aldicarb applications to control Asian citrus psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Psyllidae, in oranges. *Pest Management Science* 64: 1159-1169.
- Rzedowski, J., 1978, *Vegetación de México*, México, Ed. Limusa, 432 p.
- Rzedowski, J. (1991). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana* (14),3-21. Revisado por última vez el 6 de Septiembre de 2021. ISSN: 0187-7151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57401402>.
- Salazar, J., Álvarez, R., Mendoza, V. (2015). Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología - SOCLA: Entomofauna asociada a las arvenses del nopal tunero (*Opuntia* spp.) en parcelas de manejo convencional, orgánico y zona de amortiguamiento, en Axapusco, Estado de México. La Plata: Argentina.
- Salazar, L. y Salvo, A. (2007). Entomofauna asociada a cultivos hortícolas orgánicos y convencionales en Córdoba, Argentina. *Centro de Investigaciones de Córdoba (CIEC). Neotropical Entomology* 36 (5): 765-773.
- Snyder, W. (2019). Give predators a complement: Conserving natural enemy biodiversity to improve biocontrol. *Biological Control*.
- Timmer, L., Garnsey, S. y Broadbent, P. (2003) Diseases of citrus in: *Disease of tropical fruit crops* (ed. R. C. Ploetz) APS. Press, USA. 163–195.



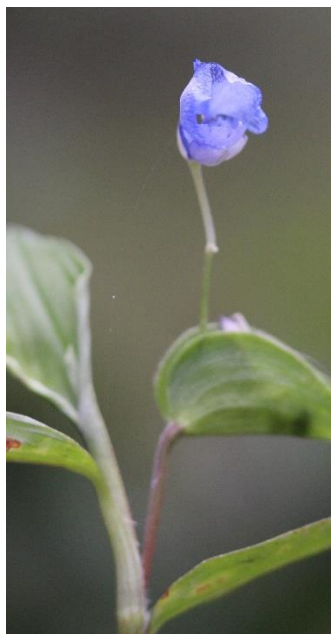
- Van der Maarel, E. (2007). Transformation of cover-abundance values for appropriate numerical treatment-alternatives to the proposals by Podani. *Journal of vegetation science* 18: 767-770.
- Vibrans, H. (2012). Malezas de México. Revisado por última vez el 9 de septiembre del 2019. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico>.
- Walker, A. y Greenberg, S. (1998). Suitability of *Bemisa argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) instars of the parasitoid *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera: Aphelinidae) *Environmental Entomology* 27 (6), 1569-1573.
- Wisler, G. y Norris, R. (2005). Interactions between weed and cultivated plants as related to management of plant pathogens. *Weed Science* 56(6): 914-917.
- Zevallos, P. (2019). "Evaluación del efecto acaricida de bifentazate 480 SC sobre la población de "arañita roja" (*Tetranychus urticae* Koch) en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* Mill) bajo las condiciones del Valle de Barranca." Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Barranca, Facultad de Ingeniería.
- Zhou, W. (2018). The relationship between the diversity of herbaceous plants and the extent and heterogeneity of croplands in noncrop vegetation in an agricultural landscape of south China. *Global Ecology and Conservation*. Ciudad?

### Recursos electrónicos utilizados

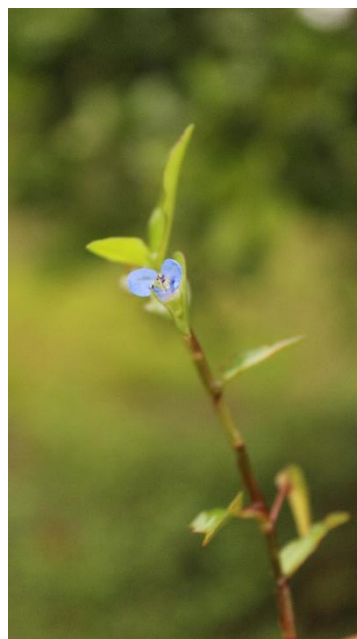
- New York Botanical Garden. Disponible en <http://sweetgum.nybg.org> Consultada en agosto 2021.
- Missouri Botanical Garden. Disponible en: [www.missouribotanicalgarden.org](http://www.missouribotanicalgarden.org) Consultada en agosto 2021.
- Tropicos. Disponible en [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org) Consultada en agosto 2021.
- International Plant Name Index (IPNI). Disponible en [www.ipni.org](http://www.ipni.org) Consultada en agosto 2021.

ANEXO

MONOCOTILEDÓNEAS



**COMMELINACEAE**  
*Commelina coelestis* Willd.



**COMMELINACEAE**  
*Commelina erecta* L.



**CYPERACEAE**  
*Cyperus esculentus* L.



**CYPERACEAE**  
*Cyperus odoratus* L.



**CYPERACEAE**  
*Cyperus rotundus* L.



**CYPERACEAE**  
*Cyperus seslerioides*



**CYPERACEAE**  
*Kyllinga pumila* Michx.



**POACEAE**  
*Andropogon bicornis*  
Forssk.



**POACEAE**  
*Axonopus compressus*  
(Sw.) P. Beauv.



**POACEAE**  
*Digitaria ciliata* Lag.



**POACEAE**  
*Digitaria sanguinalis* (L.)  
Scop.



**POACEAE**  
*Digitaria setigera* Roth



**POACEAE**  
*Echinochloa colona* (L.)  
Link.



**POACEAE**  
*Echinochloa polystachya*  
(Kunth) Hitchc.



**POACEAE**  
*Leptochloa filiformis* (Pers.)  
P. Beauv.



**POACEAE**  
*Panicum trichoides* Sw.



**POACEAE**  
*Paspalum conjugatum* P.J.  
Bergius



**POACEAE**  
*Paspalum*  
*distichum* L.



**POACEAE**  
*Paspalum lividum* Trin. ex  
Schtdl.



**POACEAE**  
*Paspalum notatum* Flügge.



**POACEAE**  
*Paspalum scrobiculatum* L.



**POACEAE**  
*Paspalum virgatum* W  
alter.



**POACEAE**  
*Rottbniella cochinchinensis*  
(Lour.) Clayton



**POACEAE**  
*Sorghum halepense* (L.)  
Pers



**POACEAE**  
*Urochloa mutica* (Forssk.)  
Stapf

**EUDICOTILEDÓNEAS**



**ACANTHACEAE**  
*Blechum brownei* Juss



**APOCYNACEAE**  
*Asclepias curassavica*  
Griseb.



**ASTERACEAE**  
*Ageratum conyzoides* L.



**ASTERACEAE**  
*Ambrosia confertiflora* DC.



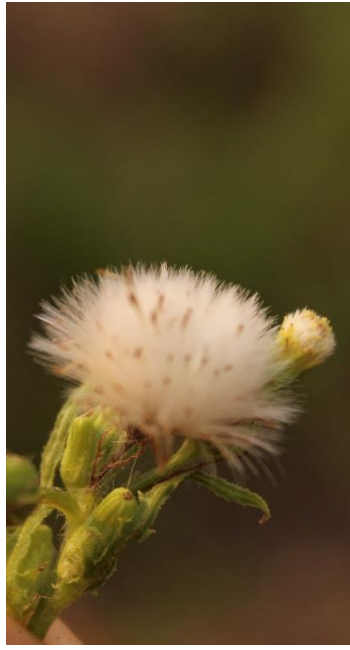
**ASTERACEAE**  
*Bidens odorata* Cav.



**ASTERACEAE**  
*Eclipta prostrata* L.



**ASTERACEAE**  
*Emilia sonchifolia* (L.) DC.



**ASTERACEAE**  
*Erigeron bonariensis* (L.)  
Cronquist



**ASTERACEAE**  
*Jaegeria hirta* (Lag.) Less



**ASTERACEAE**  
*Lagascea mollis* Cav.



**ASTERACEAE**  
*Melampodium divaricatum*  
(Rich.) DC.



**ASTERACEAE**  
*Parthenium hysterophorus*  
L.



**ASTERACEAE**  
*Sanvitalia procumbens*  
Lam.

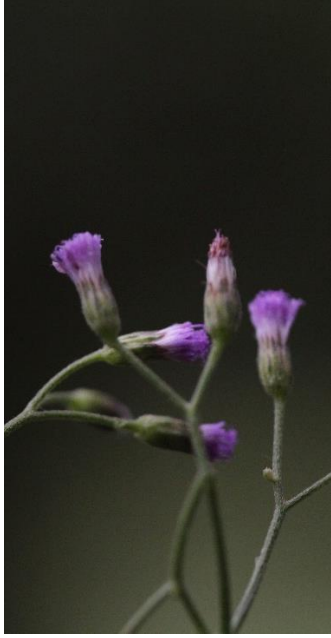


**ASTERACEAE**  
*Spilanthes repens* (Walter)  
Michx.



**ASTERACEAE**  
*Tridax procumbens* L.





**ASTERACEAE**  
*Vernonia cinerea* (L.) Less



**ASTERACEAE**  
*Youngia japonica* (L.) DC.



**CARYOPHYLLACEAE**  
*Drymaria cordata* (L.) Willd. ex  
Schult.



**CARYOPHYLLACEAE**  
*Stellaria ovata* Willd. ex  
D.F.K. Schtdl



**CONVULVULACEAE**  
*Ipomoea cholulensis* Kunth



**CONVULVULACEAE**  
*Ipomoea orizabensis* (G.  
Pelletan) Ledeb. ex Steud



**CONVULVULACEAE**  
*Ipomoea purpurea* (L.) Roth



**CONVULVULACEAE**  
*Ipomoea trifida* (Kunth) G.  
Don



**CONVULVULACEAE**  
*Ipomoea triloba* L.



**CONVULVULACEAE**  
*Merremia umbellata* (L.)  
Hallier F.



**CUCURBITACEAE**  
*Melothria pendula* L.



**EUPHORBIACEAE**  
*Acalypha alopecuroides*  
Jacq.



**EUPHORBIACEAE**  
*Acalypha setosa* A. Rich.



**EUPHORBIACEAE**  
*Croton lobatus* L.



**EUPHORBIACEAE**  
*Chamaesyce hirta* L.



**FABACEAE**  
*Aeschynomene americana*  
L.



**FABACEAE**  
*Centrosema plumieri* (Turpin  
ex Pers.) Benth.



**FABACEAE**  
*Centrosema virginianum*  
(L.) Benth.



**FABACEAE**  
*Chamaecrista rufa* (M.  
Martens & Galeotti) Britton  
& Rose



**FABACEAE**  
*Crotalaria incana* L.



**FABACEAE**  
*Desmodium incanum* (J. F.  
Gmel.) Schinz & Thellung



**FABACEAE**  
*Desmanthus virgatus* (L.)  
Willd.



**FABACEAE**  
*Desmodium tortuosum*  
(Sw.) DC.



**FABACEAE**  
*Desmodium triflorum* (L.) DC.



**FABACEAE**  
*Desmodium microphyllum*  
(Thunb.) DC.



**FABACEAE**  
*Indigofera jamaicensis*  
Spreng.



**FABACEAE**  
*Indigofera suffruticosa* Mill



**FABACEAE**  
*Macroptilium*  
*atropurpureum* (DC.) Urb.



**FABACEAE**  
*Mimosa pudica* L.



**FABACEAE**  
*Teramnus uncinatum* (L.) Sw



**HYPERICACEAE**  
*Hypericum silenoides*  
Juss.



**LAMIACEAE**  
*Hyptis capitata* Jacq.



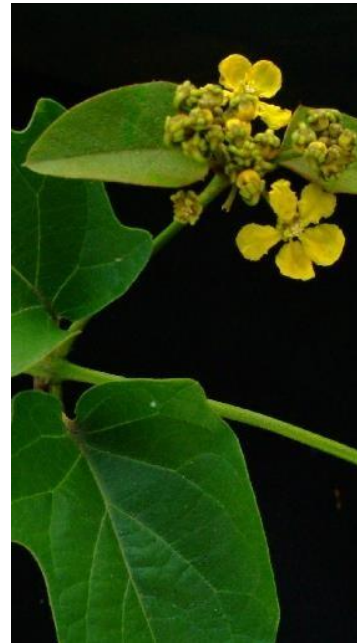
**LINDERNIACEAE**  
*Lindernia crustacea* (L.) F.  
Muell.



**LYTHRACEAE**  
*Cuphea wrightii* A. Gray



**LYTHRACEAE**  
*Lythrum vulneraria* Aiton ex  
Schrank



**MALPIGHIACEAE**  
*Stigmaphyllon retusum*  
Griseb.



**MALVACEAE**  
*Abutilon hirsutum* (Vell.)  
K. Schum.



**MALVACEAE**  
*Anoda cristata* (L.) Schlttdl



**MALVACEAE**  
*Malvastrum*  
*coromandelianum* (L.) Garcke



**MALVACEAE**  
*Malachra fasciata* Jacq.



**MALVACEAE**  
*Melochia pyramidata* L.



**MALVACEAE**  
*Sida abutilifolia* Mill.



**MALVACEAE**  
*Sida acuta* Burm. F.



**MALVACEAE**  
*Sida collina* Schltld.



**MALVACEAE**  
*Sida rhombifolia* L.



**MALVACEAE**  
*Sida spinosa* L.



**ONAGRACEAE**  
*Ludwigia octovalvis* (Jacq.)  
P.H. Raven



**OXALIDACEAE**  
*Oxalis corniculata* L.





**OXALIDACEAE**  
*Oxalis jacquiniana* Kunth



**OXALIDACEAE**  
*Oxalis latifolia* Kunth



**PASSIFLORACEAE**  
*Passiflora foetida* L.



**PETIVERIACEA**  
*Rivinia humilis* L.



**PHYLLANTHACEAE**  
*Phyllanthus compressus*  
Kunth



**PHYLLANTHACEAE**  
*Phyllanthus niruri* L.



**PLANTAGINACEAE**  
*Mecardonia procumbens*  
(Mill.) Small



**PLANTAGINACEAE**  
*Scoparia dulcis* L.



**PORTULACACEAE**  
*Portulacca pilosa* L.



**PRIMULACEAE**  
*Centunculus minimus* L.



**RUBIACEAE**  
*Borreria suaveolens* G.  
Mey.Lam.



**RUBIACEAE**  
*Galium setaceum* Lam



**RUBIACEAE**  
*Hamelia patens* Jacq.



**RUBIACEAE**  
*Mitracarpus hirtus* (L.)  
DC.



**RUBIACEAE**  
*Spermacoce laevis* Lam



**URTICACEAE**  
*Pilea hyalina* Fenzl.



**URTICACEAE**  
*Priva lappulacea* (L.)  
Pers.



**VITACEAE**  
*Cissus verticillata* (L.)  
Nicolson & C.E. JarvisDC.