

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Diversidad de Insectos en el Cultivo de Arándano Azul *Vaccinium corymbosum* Bajo Manejo Convencional y Orgánico en Abasolo, Guanajuato, México.

Por:

ESMERALDA AMADA HERNÁNDEZ LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Diversidad de Insectos en el Cultivo de Arándano Azul *Vaccinium corymbosum* Bajo Manejo Convencional y Orgánico en Abasolo, Guanajuato, México.

Por:

ESMERALDA AMADA HERNÁNDEZ LÓPEZ

TESIS

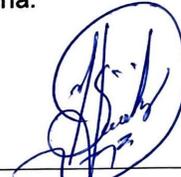
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría:



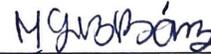
Dr. Agustín Hernández Juárez
Asesor Principal Interno



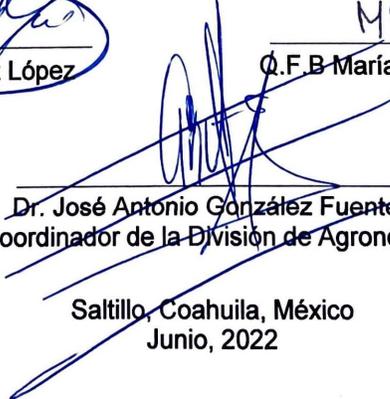
Dra. Miriam Sánchez Vega
Asesor Principal Externo



Dr. Alonso Méndez López
Coasesor



Q.F.B. María de la Luz Rojas Sánchez
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Junio, 2022



Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar el autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior, me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Esmeralda Amada Hernández López

Asesor Principal



Dr. Agustín Hernández Juárez

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a **DIOS** por su infinito amor, porque me ha brindado muchas cosas importantes a lo largo de mi vida como lo es, el logro de culminar mi carrera profesional, a quien siempre me he encomendado para lograr todo lo que me propongo de acuerdo a su voluntad. Gracias a Dios por tantas experiencias vividas durante esta etapa de mi vida, por siempre guiarme y protegerme.

A mis padres **Fernando Hernández Ruiz** y **Elena López Gutiérrez** por todo el amor, la paciencia, los cuidados, enseñanzas, consejos, por inculcarme valores y por el apoyo incondicional que siempre me han brindado para perseguir mis sueños, por estar siempre al pendiente de mis hermanos y de mí a pesar de la distancia.

A mi hermano mayor **Luis Fernando Hernández López** quien ha sido siempre un apoyo, quien me aconseja, me cuida y protege incondicionalmente. Gracias por acompañarme siempre a tomar el autobús para viajar a Saltillo a continuar mis estudios en Parasitología.

A mi Hermano **Mauricio Fabian Hernández López** y mi hermana **Elena Guadalupe Hernández López** por ser siempre tan cariñosos conmigo, por transmitirme alegría con sus travesuras y ocurrencias, recibirme con tanto amor cuando llego a casa, confiar en mí y siempre sentirse orgullosos de mis logros, gracias por su apoyo incondicional.

A la **Dra. Miriam Sánchez Vega** por ser asesora en mi trabajo de tesis, por ser una gran profesora, tutora, consejera y amiga durante esta etapa importante de mi vida, gracias por su cariño durante todo este tiempo, por siempre brindarme su apoyo, por no dejarme sola, por haberme abierto las puertas de su casa y permitirme convivir con su familia.

Al **Dr. Alonso Méndez López** por ser mi asesor en este trabajo de tesis y brindarme su amistad.

A **Xime y Héctor** por brindarme su cariño y apoyo, por hacerme reír siempre con sus ocurrencias y travesuras.

Compañeros, amigos **Heidy, Alexis, Yareth, Albino, Javier, Samir, Alberto, Tafoya, Cristian Aragón, Oscar, Cristian G., Diana, Itzel, Martha, Alex, Osbe, Pau, Adrián, Erika, Lupita, Pamela, Alberto, Roberto, Ulises Serrano, Octavio y Emmanuel** que de manera directa e indirecta me apoyaron durante esta etapa, gracias por su amistad, por sus consejos y por brindarme su apoyo cuando lo necesité, y una disculpa a quién omití en esta lista, ya que son muchas las personas y amigos que brindaron compañerismo.

Ing. José Francisco Gómez Díaz, por haber sido una de las primeras personas que conocí al llegar a la universidad, me brindó su apoyo y amistad, por siempre motivarme a salir adelante, darme ánimos y consejos y conservar nuestra amistad a pesar de la distancia.

A la **Q.F.B María de la Luz Rojas Sánchez** por ser asesor en este trabajo de tesis y por transmitirme muchos conocimientos durante mi semestre de campo.

Y para finalizar con broche de oro agradezco a mi **ALMA MATER** por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales en esta gran institución educativa, por brindarme todas herramientas y servicios que me ayudaron a poder culminar esta excelente carrera, por permitirme conocer otros estados de la República por medio de los viajes de estudio, pertenecer al equipo de judo y por supuesto conocer excelentes personas.

DEDICATORIA

Dedico este logro primeramente a **Dios** porque sin él no hubiera logrado culminar mis estudios.

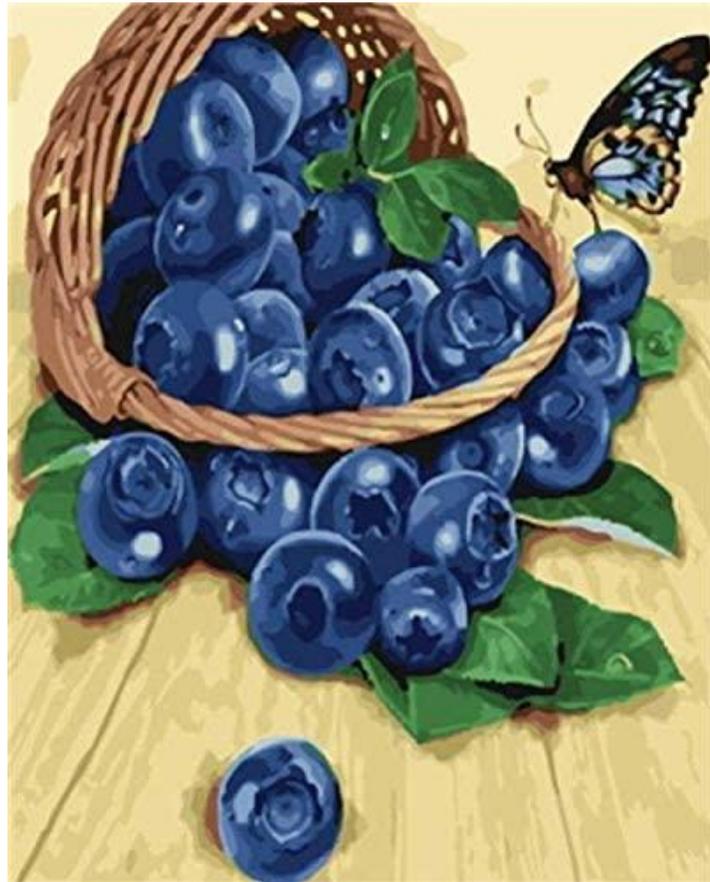
A mis padres **Fernando Hernández Ruiz y Elena López Gutiérrez** que han sido mis pilares, son mi mayor ejemplo y orgullo, son quienes me han dado fuerza, amor, valentía y apoyo para enfrentar cualquier obstáculo y así lograr mis sueños.

A mis hermanos, **Fernando, Mauricio y Elena** por todo su apoyo, confianza y cariño. Solo me queda agradecer a Dios por tener una gran familia, que siempre ha estado a mi lado, espero que estén orgullosos de mí, este logro también es de ustedes porque han contribuido a que logre mi sueño.

A la **Dra. Miriam Sánchez Vega** y su Familia que me integraron como parte de ella y han sido un gran apoyo para mí.

ARÀNDANO

*Exótico para mí,
pero que, en países templados,
crece silvestre en los bosques,
como fruta milenaria,
degustada desde la antigüedad.*



ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	VI
DEDICATORIA	IX
ÍNDICE DE CONTENIDO	XI
ÍNDICE DE CUADROS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
RESUMEN	XV
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo General	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
1.2. Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes del cultivo del arándano	3
2.2. Importancia económica del cultivo de arándano	4
2.3. Clasificación taxonómica	6
2.4. Descripción botánica de la planta	6
2.5. Condiciones climáticas	8
2.6. Sistemas de producción	8
2.6.1. Estructura	9
2.6.2. Nutrición	9
2.6.3. Establecimiento	10
2.7. Fenología del cultivo	11
2.8. Manejo del cultivo	12
2.9. Factores que afectan la calidad del fruto	12
2.10. Manejo fitosanitario plagas y enfermedades	13
2.10.1. Plagas	14
2.10.2. Enfermedades	15
2.11. Diversidad de insectos en México	17
2.11.1. Importancia de los insectos	17
2.12. Métodos para evaluar la diversidad de artrópodos	18
2.12.1. Medición de la riqueza específica	18
2.12.2. Índices de dominancia	19

2.12.3.	Índice de Simpson	19
2.12.4.	Índices de equidad	19
2.12.5.	Índice de Shannon-Weaver	19
2.13.	Anatomía de los insectos	19
2.13.1.	Hábitos del comportamiento de los insectos	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1.	Ubicación de la zona de estudio	23
3.2.	Muestreo de entomofauna	24
3.3.	Limpieza de muestras	25
3.4.	Identificación de artrópodos	25
3.5.	Variables a evaluar y toma de datos	26
3.6.	Análisis estadístico	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1.	Diversidad de los órdenes de artrópodos en el cultivo de arándano <i>Vaccinium corymbosum</i>	27
4.2.	Diversidad de artrópodos en el cultivo de arándanos bajo manejo convencional	28
4.2.1.	Análisis de la diversidad de artrópodos a nivel de los estratos de la planta de arándano con manejo convencional.	31
4.3.	Diversidad de artrópodos en el cultivo de arándanos bajo manejo orgánico.	34
4.3.1.	Análisis de la diversidad de artrópodos a nivel de los estratos de la planta de arándano con manejo orgánico.	36
4.4.	Comparación de artrópodos entre el manejo convencional y orgánico, en el cultivo del arándano	38
4.5.	Funcionalidad trófica de las distintas familias	40
4.6.	Análisis de varianza	45
4.7.	Análisis de diversidad de especies	46
4.8.	Fluctuación de los individuos a nivel familia	49
V.	CONCLUSIÓN	55
VI.	LITERATURA CITADA	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diversidad de los órdenes de insectos encontrados en el cultivo de arándano. ...	27
Cuadro 2. Diversidad de insectos monitoreados en el cultivo de arándano, bajo manejo convencional y orgánico. Abasolo, Guanajuato, México, 2021.	29
Cuadro 3. Porcentaje de individuos encontrados por estratos de la planta en el cultivo de arándano bajo manejo convencional en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.	33
Cuadro 4. Porcentaje de individuos encontrados por estratos de la planta en el cultivo de arándano bajo manejo orgánico en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.	37
Cuadro 5. Clasificación de las familias encontradas en el cultivo de arándano de acuerdo a su nivel trófico.	41
Cuadro 6. Comparación de medias calculadas bajo la prueba de Tukey, entre las familias de artrópodos para cada tipo de manejo de producción en el cultivo del arándano. Abasolo, Guanajuato, México, 2021.	46
Cuadro 7. Índices de diversidad de Shannon Weaver (H') y Simpson (D) estimado para cultivos bajo manejo convencional y orgánico durante cuatro muestreos.	47
Cuadro 8. Porcentaje de similitud entre muestreos de artrópodos, efectuados bajo manejo convencional y orgánico.	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología externa de un insecto.....	20
Figura 2. Ubicación del rancho Alameda, propiedad de la empresa Ozblu Sun Farms en el municipio de Abasolo, Guanajuato, México.....	24
Figura 3. Número de individuos por orden en el cultivo del arándano bajo manejo convencional, en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.....	29
Figura 4. Porcentaje de familias de artrópodos monitoreadas en el cultivo de arándano con manejo convencional y orgánico, en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.....	31
Figura 5. Número de individuos por orden en cultivo del arándano, bajo manejo orgánico en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.....	35
Figura 6. Diagrama de Venn, coincidencia de familias encontradas en el cultivo de arándano <i>Vaccinium corymbosum</i> con un muestreo estratificado y bajo dos manejos de producción (convencional y orgánico).....	39
Figura 7. Familias encontradas en cultivo de arándano clasificadas de acuerdo a su nivel trófico.....	45
Figura 8. Dendograma jerárquico a través del índice de Bray-Curtis.....	49
Figura 9. Familias con mayor número de individuos en cultivo convencional.....	50
Figura 10. Fluctuación del número de individuos por familia de artrópodos colectados del orden Lepidoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Dermaptera y Orthoptera en el cultivo de arándano bajo manejo convencional, en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.....	51
Figura 11. Familias con mayor número de individuos en cultivo orgánico.....	52
Figura 12. Fluctuación del número de individuos por familia de artrópodos colectados del orden Diptera, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Dermaptera, Hymenoptera, Orthoptera,	

RESUMEN

El arándano se considera una de las frutillas de mayor importancia por su valor económico y por los beneficios que su consumo proporciona para la salud, a partir de su introducción al mercado ha sido necesario hacer adaptaciones para producirlo, como a cielo abierto, bajo cubierta, bajo manejo convencional u orgánico, entre otros. En México este cultivo es uno de los más rentables, se produce en los estados de Baja California, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, México, Puebla, Sinaloa y Sonora, y el principal mercado de exportación es para E.U.A. El objetivo principal de esta investigación fue determinar la diversidad de la entomofauna asociada a dos tipos de manejo del cultivo de arándano, convencional y orgánico, con la finalidad de comparar la riqueza y abundancia además de analizar cómo influye el tipo de manejo en las interacciones tróficas que presentaron los artrópodos muestreados. El muestreo se realizó en el rancho “Alameda” de la empresa Ozblu Sun Farms, ubicado en el camino a las Trojes de Marañón, municipio de Abasolo, Guanajuato, México. Las colectas de artrópodos se realizaron en campos bajo ambos tipos de manejo, donde se eligieron 40 plantas al azar tomando de cada una, hojas y entomofauna de los estratos bajo, medio, botón floral y flores. Las muestras fueron trasladadas al Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Los especímenes fueron separados y seleccionados con un microscopio-estereoscopio y fueron analizados e identificados taxonómicamente a nivel familia. Se obtuvo un total de 1,072 individuos entre convencional y orgánico, pertenecientes a 45 familias, concentradas en 10 órdenes. En el cultivo con manejo convencional, la familia con mayor número de individuos fue Aleyrodidae y con manejo orgánico la familia Thripidae tuvo la mayor abundancia; ambas familias son consideradas plagas de importancia económica en el cultivo de arándano. Dentro de las interacciones tróficas, con mayor abundancia se encontraron parasitoides (Aphelinidae, Ichneumonidae y Tachinidae) en manejo convencional, y polinizadores

(Apidae, Syrphidae y Vespidae) en ambos tipos de manejo, como los más importantes, por su abundancia.

Palabras clave: arándano, diversidad, entomofauna, manejo convencional, manejo orgánico.

I. INTRODUCCIÓN

El arándano, arándano negro o Blueberry es un arbusto frutal nativo de Norteamérica, considerado dentro del grupo de las frutillas o berries (Ramírez, 2006). Los frutos son bayas ovaladas que van desde el azul hasta un tono negro, según la variedad, se cubren de una secreción cerosa conocida como bloom, lo que los hace muy atractivo porque en esta sustancia se encuentran grandes propiedades medicinales. Además, tiene alto valor nutricional, organoléptico y de amplios beneficios para la salud (Gualteros, 2018).

México cuenta con excelentes condiciones edafoclimáticas para la producción de berries. Dentro de los estados que presentan estas características se encuentran: Michoacán, Baja California, Jalisco, Chihuahua, Nayarit, Colima, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Sinaloa, Sonora y Puebla; el 75 % de la producción se concentra en los primeros tres estados (Bascope, 2013; Pérez, 2018).

Esta fruta fue introducida y cultivada en México desde 1996 y en los últimos años la superficie ha incrementado notablemente como resultado de la alta demanda del fruto. Su producción a requerido adaptaciones para generar altos rendimientos, pero además de que se considere como un cultivo sustentable, por lo que se ha llegado a producir a cielo abierto, bajo cubierta, con manejo convencional u orgánico, entre otros (Intagri, 2017). Dichas adaptaciones han generado modificación en este agroecosistema, además que la demanda de los mercados ha exigido productos libres de agroquímicos; estos tipos de manejo también han llegado a favorecer o perjudicar la entomofauna presente en el cultivo, lo cual puede promover la presencia de insectos en diversos niveles tróficos en los que llegan a destacar los artrópodos plagas vs artrópodos que brinden servicios ecosistémicos en el mismo agroecosistema.

De los estudios de importancia en un cultivo de reciente adaptación para su producción bajo diversos sistemas productivos, es el impacto sobre la diversidad, por

lo que se hace necesario determinar cómo interfiere el tipo de manejo sobre la entomofauna en el cultivo del arándano en el municipio de Abasolo, Guanajuato.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Evaluar el impacto del manejo convencional vs manejo orgánico en la diversidad de la entomofauna en el cultivo del arándano *Vaccinium Corymbosum*.

1.1.2. Objetivos específicos

- Monitorear la entomofauna asociada a dos tipos de manejo (convencional y orgánico) en el cultivo del arándano en el estado de Guanajuato.
- Identificar a nivel familia los insectos asociados a diferentes estratos de la planta del arándano (bajo, medio, botón floral y flores), en manejo convencional y orgánico.
- Estimar índices de diversidad sobre el número de individuos a nivel familia de artrópodos presentes en el cultivo del arándano, en cada uno de los tipos de manejo.

1.2. Hipótesis

Hay mayor abundancia de artrópodos en el cultivo del arándano, bajo un manejo orgánico en comparación cuando se maneja de forma convencional, ya que, en este último caso, se realizan aplicaciones con agroquímicos que disminuyen considerablemente las poblaciones de la entomofauna que interacciona con el cultivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes del cultivo del arándano

El arándano es una de las especies de nueva introducción en la cadena agroalimentaria en México, su producción y consumo se remonta a 1996, y en la última década ha tenido un crecimiento de más de 800% en su producción, debido entre otros factores a la demanda del producto en Europa, Asia y Norte América (Pérez, 2018).

Es una de las especies vegetales de más reciente domesticación, fue el genetista americano Coville, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), quien en 1906 inició los trabajos de mejora genética con distintas especies silvestres de arándano (Orga, 2021).

El cultivo del arándano es uno de los frutales que ha traspasado las fronteras de su lugar de origen: el norte de Europa, Asia y América, cultivándose, en este último continente, desde Canadá hasta Chile (SADER, 2018).

El consumo per cápita en los Estados Unidos para los Blueberries, creció en un 600% entre 1994 y 2014, más que cualquier otra fruta u hortaliza. Ello sucede porque este fruto ya no es sólo un aperitivo y, por el contrario, se consume como complemento en distintos productos como panes, pasteles, cocteles y como ingrediente para los glaseados en carnes (Canales & De la Vega, 2020).

La industria mexicana del arándano es relativamente nueva y se está convirtiendo en un actor importante de la producción mundial. Está experimentando un gran impulso dado principalmente por las ventajas comparativas y competitivas que ofrece para la producción de este cultivo (Bascopé, 2013).

En México, el estado de Jalisco es la entidad especializada en producción de arándanos azules, pues además de que goza de las condiciones edafológicas y climáticas, también cuenta con toda la tecnología y recursos humanos de calidad para producirlos, pues las berries, en general, requieren de un tratamiento profesional y especializado para su comercialización (SADER, 2018).

Estados Unidos es el principal consumidor de arándanos y la cercanía de México con ese país ha favorecido el rápido crecimiento en la producción de esta frutilla, así como el desarrollo de la industria, diversificación de los mercados, para que se consoliden exitosamente como es el caso de los países árabes y asiáticos (SADER, 2018).

2.2. Importancia económica del cultivo de arándano

El arándano es la cuarta frutilla de interés económico en el mundo, debido al contenido de antioxidantes y a la resistencia del cultivo a diversas condiciones ambientales adversas (Ilse, 2015).

Los frutos del bosque, también conocidos como berries (zarzamora, fresa, frambuesa y arándanos), son especies que, pese a que requieren inversiones considerables de capital para su cultivo, su elevada rentabilidad, el rápido retorno de la inversión, los altos requerimientos de mano de obra, la versatilidad en la producción de frutos para consumo y las posibilidades de exportación factibles, los convierten en cultivos con un gran potencial agrícola (Lagunes-Fortiz *et al.*, 2020).

México cuenta con un gran potencial productivo de berries, en conjunto este se establece en los estados de Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí y Zacatecas. El país produce 36,700 toneladas de arándanos azules al año, de las cuales alrededor del 90%, se produce en los estados de Jalisco, Michoacán y Sinaloa, principalmente (SADER, 2018). Este potencial productivo llevó al gobierno mexicano a impulsar a la creación y la tecnificación de

dichos cultivos con técnicas como la incorporación de riego por goteo, la construcción de invernaderos y la adopción de agricultura protegida con el fin de incrementar la productividad de los berres mexicanos (Nieves *et al.*, 2011 citados por Lagunes-Fortiz *et al.*, 2020).

Los factores que dan ventaja al cultivo del arándano en México han promovido su siembra en varios estados del país debido a la gran variedad de climas con que se cuentan, así como al constante desarrollo de nuevas variedades que propician mejor adaptación y por ende una mayor producción (Vargas, 2021).

Hoy día el cultivo de arándano se encuentra extendido en países como China, Japón, Chile, Nueva Zelanda, Argentina y México. A nivel mundial la superficie ha aumentado 15,000 hectáreas aproximadamente en tan solo cuatro años (de 2010 a 2014). En México, se ha impulsado la producción de berries, principalmente por las bondades de estar cerca del mercado de Estados Unidos y por la diversidad climática, pues tan solo en el año 2015 se reportó una producción de 15,489 toneladas con un valor de exportación de 121 millones de dólares (Intagri, 2017).

Una de las especies que se establece en México para la producción de berries es *Vaccinium corymbosum* o arándano azul y de las variedades más cultivadas es Biloxi, la cual tiene un hábito de crecimiento erecto y vigoroso, además de ser muy productiva. Sus frutos son de tamaño medio, precoces en su maduración, con buen color, firmeza y sabor. Sin embargo, también se cultivan variedades como Victoria, Ventura, JúpiterBlue, BiancaBlue, y AtlasBlue (Vargas, 2021).

La producción de estas variedades ha llegado a cifras de hasta un 60% anual, con respecto a otros frutos rojos, esto debido a diversos factores como son: el clima idóneo para el cultivo, la ventana estacional de precio que se tiene durante los meses de otoño-invierno, las superficies adecuadas para la producción, los costos competitivos de producción y transporte, así como la calidad de la fruta mexicana (Vargas, 2021).

Un aspecto a destacar en la producción de arándano es la creación de empleos durante la época de recolección, lo que representa una importante derrama económica en favor de los productores agrícolas y de los sectores comerciales y de servicios de la región (SADER, 2018).

Para el año 2018, México presentó un gran interés en la cosecha de arándano azul cultivando 40 mil toneladas, lo que colocó al país como el tercer productor a nivel internacional. Siendo Estados Unidos el principal socio comercial pero no único ya que el arándano azul ya sea fresco o congelado también es exportado a países como Japón, China, Singapur Países Bajos, Canadá, Bélgica, Italia, Emiratos Árabes Unidos y Arabia Saudita (Estrategia Aduanera, 2021).

2.3. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

Superdivisión: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Sub clase: Dilleniidae

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Género: *Vaccinium*

Especie: *V. corymbosum* L.

(Orga, 2021).

2.4. Descripción botánica de la planta

La especie *Vaccinium corymbosum* L. es originaria de la costa este de América del Norte. Fue una de las primeras especies que, a principios de 1900, comenzó a domesticarse. Posee la mayor calidad de fruto, de ahí que sea con gran diferencia la

más importante en cuanto a superficie cultivada. En condiciones de cultivo puede alcanzar una altura de 2.5 m. Para su mejoramiento genético se ha cruzado con otras especies con el fin de poder adaptar su cultivo a distintas zonas, sobre todo climáticas, habiéndose obtenido actualmente cultivares con requerimientos en horas frío que varían en un rango de 100 a 1,200 (Undurraga & Vargas, 2013 citados por Casas, 2017).

Dentro de la descripción de los órganos de la planta de arándano, se tienen las siguientes:

Raíz: poseen un aspecto fibroso y se distribuyen en forma superficial en el suelo, hecho que las torna constantemente demandantes de abastecimiento de agua y de disfrutar de ese estrato de suelo esponjoso y oxigenado que posibilite el avance de un exuberante sistema radicular. Naturalmente las raíces se asocian a determinadas micorrizas, con las que establecen simbiosis (Bustillo, 2018).

Hojas: son simples y se distribuyen en forma alterna a lo largo de la rama, miden aproximadamente 5-7 cm de longitud, su color más característico es el verde pálido, pero dependiendo de ciertos cultivares y de la época del año (otoño) pueden tornarse rojizas (Bustillo, 2018).

Flores: sus flores se producen en racimos, normalmente axilares de 6 a 10 en cada yema, su corola es acampanada de color blanco con ciertas tonalidades rosas, formada por 4 a 5 pétalos, con 8 a 10 estambres prolongados en tubos terminales, con una abertura simple en el ápice, cuando la planta alcanza su estado máximo de madurez su polen es liberado. Presentan una corola de color verde y tiende a sobresalir el estigma (Bustillo, 2018).

Fruto: es una falsa baya esférica de 1 a 3 cm de diámetro, con un peso de 0.5 a 4.0 g y varias semillas en su interior de 20 a 100, cuyo número está correlacionado de forma positiva con el tamaño del fruto. Los frutos, a medida que maduran, pasan por

distintos grados de color, adquiriendo el tono azul característico al finalizar la maduración. A su vez, la epidermis del fruto está cubierta por secreciones cerosas, que le dan una terminación muy atractiva. Los frutos más cercanos a las ramas son más grandes que los distales, y su tamaño se ha relacionado también con el vigor de la rama, es decir, ramas más vigorosas generalmente producen frutos mayores. Además, los primeros frutos maduros de un cultivar a menudo son mayores que los que se recogen más tarde. Dos características comercialmente relevantes del fruto son: la cicatriz que queda al desprenderse el pedúnculo, que debe ser pequeña y seca a fin de dificultar la acción de los patógenos, y la firmeza, que está muy relacionada con el grosor de la epidermis (Undurraga & Vargas, 2013 citados por Casas, 2017).

2.5. Condiciones climáticas

El arándano se adapta a una diversidad de climas, ya que se han desarrollado variedades para cada zona, pero generalmente lugares con una acumulación de 400 a 1,200 horas frío son los idóneos. Los veranos soleados favorecen la calidad de fruta y evitan el desarrollo de hongos fitopatógenos, pero el exceso de calor puede afectar la calidad del fruto o concentrar la cosecha en una temporada y restringir la producción escalonada. Se deben evitar lugares con vientos y lluvias fuertes donde se establece al aire libre o cielo abierto, ya que provoca la caída de frutos, flores y evitan la polinización (SAGARPA, 2017).

2.6. Sistemas de producción

La incursión de nuevas áreas geográficas para la producción de arándanos ha provocado una transformación en los sistemas de producción del cultivo, cuyo fin es ser más rentable y hacer eficiente el uso de los recursos disponibles. Actualmente las tecnologías para la producción del arándano se han diversificado a tal grado que es posible encontrar producción de arándanos en suelo y en sustrato, así como a cielo abierto y bajo cubierta (Intagri, 2017).

2.6.1. Estructura

Al aire libre o cielo abierto: cuando las condiciones climáticas son adecuadas se puede cultivar el arándano sin ninguna cubierta. En este sistema no se modifican características del entorno, solo se instalan protecciones contra vientos o pájaros y es la manera más económica de producción porque no hay inversiones de infraestructura, pero el cultivo queda expuesto a condiciones climáticas adversas (Intagri, 2017).

Bajo cubierta: de manera general el cultivo bajo cubierta busca tres objetivos precisos que son: lograr la producción de un cultivo fuera de época, es decir, cuando las condiciones climáticas del lugar no son favorables o aptas para su cultivo al aire libre, aumentar la producción a través de un ambiente interno controlado y protegido debido a los cuidados que recibe y mejorar comercialmente la producción del cultivo (Paredes, 2022).

2.6.2. Nutrición

Convencional: es la nutrición más extendida en el arándano y muy popular por la cantidad de fuentes de nutrientes disponibles. Para el manejo nutricional de arándano de manera convencional se recomienda realizar un análisis de suelo y agua, y una vez conocida la cantidad de nutrientes de estos dos factores y la extracción del arándano, se puede calcular la cantidad de fertilizantes a aplicar, así como definir las fuentes de fertilizantes y la frecuencia de aplicación (Intagri, 2017).

Orgánica: el cultivo arándano bajo manejo orgánico tiene participación en los mercados de fruta fresca y se estima que la demanda por fruta orgánica seguirá incrementando debido a los beneficios en la salud. La agricultura orgánica es un sistema de producción que mantiene la salud de las tierras, ecosistemas y personas.

Se basa en procesos ecológicos, biodiversidad y de ciclos adaptados a las condiciones locales, en vez de usar insumos con efectos adversos (Cabezas, 2021).

Este sistema se refiere a la integración de prácticas culturales, biológicas y mecánicas adaptados a las condiciones locales, promoviendo la biodiversidad y reciclando los recursos naturales; produciendo alimentos saludables tanto para el consumidor como el agricultor. Evita utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos, irradiación y organismos genéticamente modificados (Cabezas, 2021).

2.6.3. Establecimiento

En suelo: el arándano el sistema radical está formado primordialmente por pequeñas raíces fibrosas y finas las cuales se encuentran concentradas a 50 cm de profundidad del suelo un 80% de ellas. Las raíces del arándano no tienen la capacidad de profundizar en suelos compactos por lo que requieren que estos suelos sean sueltos y bien drenados con un contenido de materia orgánica de 3 a 5%. Sin embargo, si los agricultores realizan un esfuerzo económico pueden producir en suelos de malas condiciones como es el caso del uso de mejoras en el hoyo de plantación y en la preparación de camas de 1 x 50 m. La planta de arándano se desarrolla bien en suelos con pH entre 4.4 y 5.5 (Paredes, 2022).

En sustrato: sistema intensivo y tecnificado que tiene varias opciones a elegir para sustituir al suelo, es la opción adecuada para el establecimiento en un lugar con las condiciones climáticas convenientes, pero con problemas de suelo. Evadiendo la necesidad del suelo apropiado, en estos casos la calidad del agua determinará la viabilidad de la plantación, pues sus características influirán directamente en la producción (Intagri, 2017).

Requiere un constante monitoreo de todos los factores que influyen, especialmente la conductividad eléctrica de la solución antes y después de su paso por el sustrato (Intagri, 2017).

2.7. Fenología del cultivo

El crecimiento y el desarrollo son constantes de modo que la etapa de establecimiento del cultivo se da entre el primero y el segundo año después de la siembra; las primeras cosechas se realizan entre el tercer y el cuarto año y la estabilización de la cosecha se da a los siete años (Carrera, 2012 citado por Mesa, 2015).

Las plantas pueden ser anuales, en el hemisferio norte de América, debido a las condiciones climáticas y de fotoperiodo que se presenta, por lo que el ciclo está dividido en estados fenológicos que se presentan en relación a las estaciones del año (Mesa, 2015).

- Desarrollo vegetativo, es el crecimiento de los ápices vegetativos y acumulación de carbono y de reservas de nutrientes.
- Botón floral de iniciación, cuando se da inducción a la floración y la transición de los ápices de vegetativo a reproductivo.
- Dormancia, cuando no hay crecimiento de meristemas vegetativos ni diferenciación de estructuras vegetativas.
- Floración, cuando se llevan a cabo procesos biológicos como la polinización y fertilización.
- Desarrollo del fruto, junto con el crecimiento de estructuras vegetativas y el crecimiento y la maduración de las estructuras reproductivas.

Sin embargo, también se reporta que el crecimiento en la planta del arándano está dividido en dos fases: vegetativo y reproductivo. En la fase vegetativa, se consideran cuatro etapas, la primera es la formación de yemas vegetativas, la segunda es el brote caracterizado por entrenudos cortos, tercera el alargamiento de los entrenudos y la expansión de hojas y cuarta una rama nueva conformada por las hojas totalmente extendidas y entrenudos largos (Rivadeneira *et al*, 2011).

Mientras que las etapas de crecimiento reproductivo son seis: primero se tiene una yema hinchada que dará origen a las flores y posteriormente la yema se abrirá dando inicio a la floración, tercero son botones florales con la corola cerrada, cuarto flor en plena floración con la corola abierta, quinta caída de la corola y cuaje del fruto y sexto fruto verde (Alcalde, 2018).

2.8. Manejo del cultivo

El arándano es un arbusto perenne de hojas caducas. Su establecimiento ideal es en suelos livianos con buen drenaje, laboreo, profundo y alto contenido de materia orgánica. El sistema radical del arándano está compuesto principalmente por raíces finas y fibrosas que carecen de pelos radicales y que se concentran entre los 50 a 60 cm de profundidad del suelo. Presentan baja capacidad de absorción y no son capaces de atravesar superficies de suelo compactas; por ende, es muy sensible al déficit o al exceso hídrico (Castro *et al.*, 2021).

La salinidad del suelo es determinante en el éxito del cultivo, por ello es preciso conocer que el pH ideal para un buen desarrollo de los arándanos entre 4.4 y 5.5 (Alcalde, 2019; Paredes, 2022).

En cuanto a los requerimientos de temperatura, el arándano soporta bien heladas durante el receso invernal, siendo -0.6°C un valor crítico previo a registros de daños. Una vez terminada la latencia se torna sensible a las bajas temperaturas, sobre todo en floración. Por tanto, se recomienda considerar los datos históricos de heladas en la zona donde se inicia el cultivo, y la cantidad de horas frío, cuyo rango va desde 400 a 1,200 horas frío con un umbral de 7°C , para realizar una correcta elección de la variedad. La temperatura óptima de crecimiento de raíces va el rango de 18° a 22°C , de brotes, hojas y frutos entre 20° a 26°C (Alcalde, 2019).

2.9. Factores que afectan la calidad del fruto

Gran parte del potencial de duración de la fruta en postcosecha (o mantención de calidad) se define en el momento de cosecha, especialmente para berries. El primer factor que se debe considerar es la selección del momento de cosecha adecuado, el cual para arándanos está definido por el color de la fruta. Otro factor importante es evitar la exposición de la fruta a altas temperaturas durante las labores de cosecha, por lo que es fundamental un rápido transporte a embalaje (Defilippi *et al.*, 2020).

El mecanismo de recolección va relacionado con el destino de la fruta, ya que si el arándano va para consumo en fresco la recolección se realiza de forma manual, y se realizan de 3 a 7 cortes cada siete días aproximadamente. Este fruto tiende a dañarse con facilidad durante este procedimiento, por lo cual es indispensable que la recolecta del fruto sea suave, individual y depositado en recipientes. Lo contrario ocurre cuando la fruta va destinada para el mercado industrial, ya que su modo de recolección no es tan delicado, pero requiere que las frutas estén en su punto más alto de madurez, y como máximo se deben realizar 1 o 2 cosechas por planta. La respiración y el color en la fruta son vitales y son dos factores a tener en cuenta para determinar los requerimientos de enfriamiento, refrigeración, y ventilación de la fruta durante su manejo y almacenamiento; la respiración es un proceso que después de la cosecha los frutos están expuestos a sustancias de reserva como azúcares y almidones, las cuales son oxidados a medida que van consumiendo oxígeno y produciendo dióxido de carbono (Bustillo, 2018).

Otro factor importante es el etileno, hormona natural que producen las plantas, puede generar influencia sobre la maduración y senescencia de las frutas influyendo así mismo en la calidad de las mismas. El nivel de etileno puede aumentar con la madurez, el daño físico, incidencia de enfermedades y temperaturas altas, por ende, es importante el almacenamiento en frío o refrigeración y el uso de atmósferas con menos de 8% de O₂ y más de 2% de CO₂, estos valores limitan la síntesis y la acción de etileno en el producto cosechado (Bustillo, 2018).

2.10. Manejo fitosanitario plagas y enfermedades

Manejo integrado de plagas (MIP) es la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles de control de plagas y su integración en medios apropiados para evitar el desarrollo de las plagas, manteniendo a los plaguicidas y otros métodos a niveles que son económicamente justificados y reduciendo al mínimo los riesgos para la salud humana y del medio ambiente. MIP enfatiza el desarrollo sano del cultivo con la menor disrupción posible al agroecosistema y favoreciendo a los mecanismos naturales de control de plagas (Bustillo, 2018).

2.10.1. Plagas

Entre las plagas más limitantes para el cultivo, se encuentra la *Anamola scarabaeidae* (Scarabaeidae), la cual se identifica por generar graves daños en el cultivo de arándano, se caracteriza por afectar a la planta en la mayoría de sus estadios. En su fase adulta afecta directamente la polinización y fructificación, y en su etapa de larva se alimenta directamente de las raíces, causando disminución en la capacidad de absorción de nutrientes. Se dice que cuando un cultivo de arándano se encuentra al aire libre presenta mayor presencia de hojas infestadas debido a la exposición del cultivo y a la falta de control de las condiciones ambientales, sobre todo en etapa de floración es cuando puede ser mayormente perjudicial (Bustillo, 2018).

Algunos de los controles que se pueden tener frente a esta plaga, es el monitoreo frecuente de larvas que se puedan presentar en el suelo, el uso de mallas para la fase de adultos y la aplicación de hongos entomopatógenos capaces de prevenir e incremento de estas especies (Bustillo, 2018).

Los trips (Thripidae), están distribuidos por todo el mundo. Son una plaga importante del arándano, además de muchos otros cultivos relativos a ésta. Inicialmente raspan la hoja para que el contenido de las células de las hojas aflore. En este proceso liberan sustancias que ayudan a pre digerir los tejidos de las plantas. Posteriormente, succionan con su boca el contenido de la planta. También pueden alimentarse de

pólen, se alimentan de los tejidos jóvenes de las plantas o de las hojas que están hasta ahora formándose. Cuando las hojas crecen, los sitios dañados con anterioridad se alargan dejando espacios vacíos en la superficie de la hoja. La apariencia de las áreas afectadas es como manchas o rayas plateadas que brillan con el sol. Cuando el daño es severo estos pequeños parches pueden ocupar la mayoría del área foliar y la planta no puede realizar adecuadamente la fotosíntesis. Las plantas pierden más agua que lo normal por estas heridas y los patógenos pueden penetrar más fácilmente a los tejidos de la planta (Gualteros, 2018).

El control que normalmente se utiliza para los trips es el etológico, también con el uso de trampas amarillas. Control químico: spinoteram (Absolute® 60 SC 0.15 cc·100 L⁻¹ de agua (Gualteros, 2018).

La mosca de la fruta (Drosophilidae), forma parte del grupo de las plagas limitantes para el cultivo de las berries, a ésta comúnmente se le llama la “Drosophila de las alas manchadas”. Se identifican por ser pequeñas, de aproximadamente 2-3 mm con abdomen redondo. Las hembras ovipositan en la fruta directamente, estos huevos pasan a la fase de larvas, las cuales se alimentan de la fruta hasta que causan el colapso total de este (Bustillo, 2018).

Uno de los controles de este insecto hace referencia al monitoreo en campo con algún tipo de trampa, por lo general se utilizan cintas de color blanco o amarillo con algún tipo de adhesivo, las cuales pueden capturar tanto machos como hembras. Otro manejo necesario para el control de este insecto es la erradicación de los frutos que se encuentran infestados con el estado de huevos o larvas, ya que así son capaces de generar moscas adultas. Es indispensable realizar monitoreos constantes a las frutas, ya que pudieran presentar alguna cicatriz de ovoposición y/o partes blandas, y de esta forma poder observar que tan afectado puede estar el cultivo (Bustillo, 2018).

2.10.2. Enfermedades

Botryotinia fuckeliana. Los síntomas se observan de preferencia en flores y frutos, aunque también pueden afectar las hojas, en éstas causa lesiones de color café que comienzan generalmente por el centro de la lámina y se extienden hacia los bordes, produciendo una necrosis extensiva de las hojas. En el caso de las flores se producen lesiones necróticas, las que crecen hasta atizar por completo la flor y posteriormente el racimo floral. En los frutos inmaduros también se puede observar necrosis, pero está condicionada a la presencia de restos florales. El inóculo de *Botrytis* es muy abundante en el ambiente y proviene de los numerosos huéspedes que tiene las primeras infecciones, ocurren en las flores y posteriormente los restos florales infectados pueden transmitir la enfermedad a los frutos (Gualteros, 2018).

El control debe ser mediante un manejo integrado que disminuya las condiciones predisponentes para el ataque del patógeno, tales como el exceso de nitrógeno, altas densidades de plantas, uso de variedades de floración prolongada, daño por viento y heladas. Algunos de estos factores se deben prevenir al momento de la plantación y selección de las variedades, y otros con cortinas cortavientos, control de heladas y regulación de la fertilización. Los controles con productos químicos o biológicos deben iniciarse junto con la floración, continuar con la cuaja y caída de flores, además es necesario continuar con las aplicaciones en apriete de racimos para aquellas variedades con racimos compactos (Gualteros, 2018).

Colletotrichum acutatum. Los síntomas se observan principalmente en poscosecha cuando comienzan a aparecer pequeños acérvulos de color anaranjado en la epidermis de la fruta, bajo condiciones de alta humedad relativa, el hongo aumenta la producción de conidias, las que son exudadas por las heridas que producen estos acérvulos y contaminan a otros frutos. A medida que se desarrolla el hongo se va produciendo la deshidratación del fruto, el que termina momificado y cubierto por los conidios del patógeno. Este organismo también puede afectar las flores, pero su daño pasa inadvertido, no hay un manejo especial para esta enfermedad, las

prácticas de control que se utilizan para la *Botrytis* ayudan a controlar esta patología (Gualteros, 2018).

2.11. Diversidad de insectos en México

Los insectos representan casi un 60% de las 1,800,000 especies de animales y vegetales descritas. Sin embargo, estudios intensivos han permitido calcular que pueden existir entre 5 y 40 millones de especies de insectos aún no descritas. Las mayores concentraciones de esta diversidad corresponden a las regiones tropicales y a las zonas de transición, como México (Morón & Valenzuela-González, 1993).

Desde el punto de vista taxonómico, los grupos de insectos mejor estudiados en México pertenecen a los órdenes Collembola, Odonata, Thysanoptera, Hemiptera, Heteroptera, Coleoptera (Scarabaeoidea y Scolytidae), Lepidoptera (Papilionoidea), Psocoptera, Hymenoptera (Apoidea y Formicidae), Siphonaptera y Diptera (Culicidae, Simuliidae, Tabanidae y Tephritidae). Para estos grupos existen casos adecuados para su identificación, por regiones o por subgrupos, aunque muchos complejos genéricos aún necesitan estudios detallados. Un 80% de ellos han sido estudiados en zonas protegidas, estaciones biológicas o Reservas de la Biosfera (Morón & Valenzuela-González, 1993).

2.11.1. Importancia de los insectos

El grupo de los insectos es por mucho el más diverso entre los seres vivos habitantes de la Madre Tierra. Más de la mitad (54%) de todas las especies de organismos conocidos, y el 75% de todas las especies de animales son insectos (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

De los insectos obtenemos productos como miel, polen, seda, cera, cola, laca, aceites, tintes y colorantes, medicinas, alimento para animales, e incluso para humanos en diversas culturas alrededor del mundo. Los servicios ecosistémicos

como la polinización que proporcionan los insectos, está valorada en cientos de millones de dólares anualmente a nivel global (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

La participación de los insectos en la descomposición de materia orgánica animal y vegetal es enorme y posibilita el reciclaje de nutrientes, su incorporación al suelo y su disponibilidad para las plantas. Los insectos son utilizados ampliamente en estudios genéticos, de fisiología y de comportamiento. Cerca de un 25% de todas las especies son parasitoides o depredadores de otros insectos, actuando como enemigos naturales y controladores biológicos de especies consideradas perjudiciales (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

2.12. Métodos para evaluar la diversidad de artrópodos

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto, es a un nivel “local”, la diversidad beta es la medida de grado de cambio o reemplazo entre las comunidades que se encuentran en un área mayor, se propone que se obtenga a partir de comparaciones entre pares de unidades de paisaje. Por otro lado, la diversidad gamma es la riqueza de especies existente en un área mayor, se define como la sumatoria de la diversidad alfa encontrada en todas las unidades de paisaje en nuestra área de estudio. Este nivel de diversidad también puede ser un promedio de la riqueza alfa o una relación entre la riqueza total y el promedio de la diversidad beta (Villareal *et al.*, 2004).

2.12.1. Medición de la riqueza específica

Los índices de la riqueza específica (S) son la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basan únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible

únicamente para ciertos taxones bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces tenemos que recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad (Villareal *et al.*, 2004).

2.12.2. Índices de dominancia

Tienen en cuenta las especies que están mejor representadas (dominan) sin tener en cuenta las demás (Villareal *et al.*, 2004).

2.12.3. Índice de Simpson

Muestra la posibilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie (Villareal *et al.*, 2004).

2.12.4. Índices de equidad

Tienen en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas (Villareal *et al.*, 2004).

2.12.5. Índice de Shannon-Weaver

Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica que tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas (Villareal *et al.*, 2004).

2.13. Anatomía de los insectos

Los insectos se diferencian de los demás artrópodos y se reconocen por las siguientes características. Su cuerpo se divide en tres regiones: cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza se ubican un par de antenas, los ojos compuestos (en la gran mayoría de los adultos) y las partes bucales. En el tórax presentan tres pares de

patas articuladas, y frecuentemente dos pares de alas. La respiración se da por medio de un sistema de tráqueas conectadas al exterior por unas aberturas llamadas espiráculos. Sin embargo, en insectos acuáticos se presenta una serie de adaptaciones incluyendo la presencia de agallas para obtener el oxígeno presente en el agua. Estas tres regiones están especializadas para cumplir funciones específicas, a saber (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018; Figura 1):

- En la cabeza se concentran los órganos sensoriales (ojos, antenas, partes bucales).
- En el tórax la locomoción (patas y alas).
- En el abdomen se localiza buena parte del sistema digestivo y el reproductor.

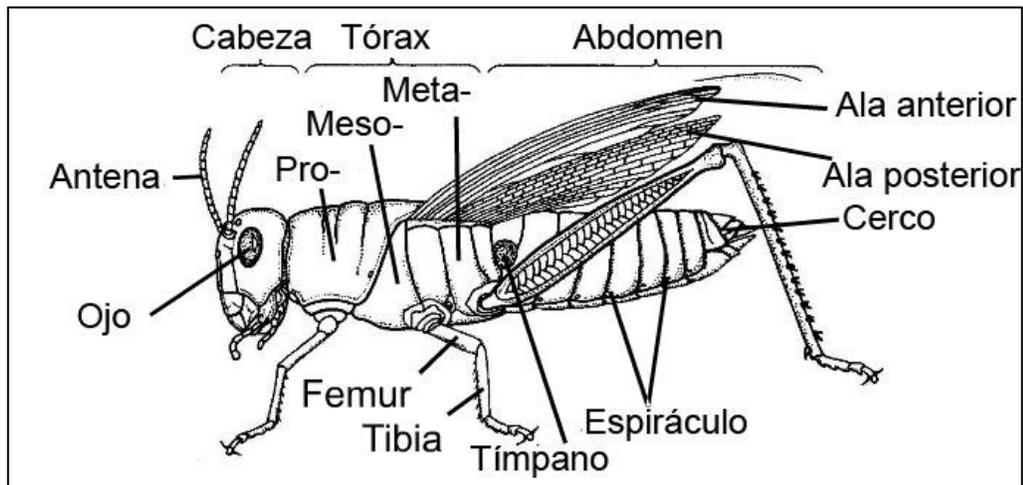


Figura 1. Morfología externa de un insecto.

2.13.1. Hábitos del comportamiento de los insectos

Respecto a su hábito alimenticio los insectos se clasifican como:

- Herbívoros o fitófagos: aquellos que consumen plantas o sus partes (raíces, tallos, hojas, flores o sus partes, néctar, polen, frutos o semillas).
- Carnívoros: los depredadores, que se alimentan de carne o de otros insectos.

- Omnívoros: en su dieta incluyen materia vegetal y animal; pueden, por ejemplo: alimentarse de plantas y también de otros insectos.
- Detritívoros: los que consumen materia orgánica en descomposición, a veces en partículas diminutas. También se les llama descomponedores y saprófagos.
- Fluidófagos: se alimentan de líquidos.
- Hematófagos: se alimentan de sangre, usualmente de vertebrados.

Si bien no todos los insectos presentan alas, la gran mayoría de los adultos son alados. El mecanismo del vuelo es un tanto complejo y depende de la acción combinada de músculos longitudinales y transversales que modifican la conformación del tórax, comprimiéndolo en forma sucesiva dorso-ventral y lateralmente, provocando el movimiento de las alas (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

El rígido exoesqueleto de los insectos los obliga a mudar la piel para poder crecer. Se le llama metamorfosis a la serie de cambios que sufren los insectos durante su desarrollo desde el huevo hasta convertirse en adultos. Con contadas excepciones los insectos nacen a partir de un huevo y el desarrollo posterior puede tomar uno de dos caminos, la metamorfosis incompleta o gradual, o la metamorfosis completa. En los grupos de insectos más basales y que no desarrollan alas (Apterigota), se dan mudas sucesivas durante el crecimiento, pero no hay una transformación evidente, por lo que se consideran ametábolos (sin transformación) (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

Por lo que, la metamorfosis incompleta o gradual (hemimetábola), es aquella que inicia con el huevo, del que nace un pequeño insecto de apariencia similar al adulto, llamado ninfa, el cual carece de alas y del aparato reproductor funcional. Durante este tipo de desarrollo se dan varias fases o estadios, mediadas por mudas sucesivas, durante las cuales se van desarrollando paulatinamente las alas, hasta llegar finalmente a la fase adulta, capaz de reproducirse, y de volar (si desarrollan alas funcionales) (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

La metamorfosis completa (holometábola), también inicia con el huevo, pero de este nace un inmaduro llamado larva, muy diferente en forma y estructura al adulto. Las larvas mudan varias veces, aumentando su tamaño paulatinamente en cada estadio larval. En este tipo de desarrollo se presenta una fase intermedia entre la larva y el adulto, llamada pupa, en la cual se dan transformaciones drásticas que llevan al desarrollo de la fase adulta. La pupa por lo tanto es una fase de transformación durante la cual el insecto no se alimenta y por lo general no se traslada y se mantiene protegido al resguardo de los depredadores (Zumbado-Arrieta & Azofeifa-Jiménez, 2018).

Algunas condiciones desfavorables como el frío y la sequía pueden ser suficientes para que se presente la inmovilidad. Alguna condición inadecuada es generalmente un estímulo necesario para salir de la inactividad, a un periodo de inactividad como este se le llama diapausa (Cabezas, 2018).

La iniciación de la diapausa está relacionada con los cambios estacionales en la duración del día o del fotoperiodo. Cada especie posee su fotoperiodo crítico: se refiere al umbral de horas luz en que la mayoría de la población es inducida a entrar en diapausa (Cabezas, 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

El estudio y monitoreo de la diversidad de la entomofauna, asociada al cultivo de arándano, se llevó a cabo en el rancho “Alameda” propiedad de la empresa Ozblu Sun Farms, que se encuentra ubicado en el camino a Trojes de Marañón C.P. 36983 municipio de Abasolo, Guanajuato, México, zona importante para la producción de arándanos, con las coordenadas geográficas (20°41'11''N 101°35'14''W) (Fig. 2).



Figura 2. Ubicación del rancho Alameda, propiedad de la empresa Ozblu Sun Farms en el municipio de Abasolo, Guanajuato, México.

3.2. Muestreo de entomofauna

La empresa cuenta con dos tipos de manejo en el cultivo del arándano, convencional y orgánico, esto en cuanto a nutrición, desarrollo del cultivo y control de plagas y enfermedades, debido a que existen dos rubros de comercialización, uno para mercado local y otro de exportación. Por lo que, los muestreos de la entomofauna se realizaron en cada una de las áreas con estos manejos, mismos que fueron considerados como tratamientos, para fines de ésta investigación.

En el cultivo con manejo convencional, se llevan a cabo a la fecha, aplicaciones de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, ejemplo de ellos son: Cabrio C®, Phytan®, y se manejan trampas de vinagre para el control de moscas de la fruta, así como trampas que contienen fermento de arándano con Malation®. Mientras que, en el manejo orgánico, se integran prácticas culturales, biológicas y mecánicas adaptadas a las condiciones locales, como son control de plagas con aplicaciones de productos a base de extractos como, por ejemplo: extractos de canela, ajo, chile, pino, gobernadora, entre otros, y también se llevan a cabo liberaciones de insectos benéficos como son algunos depredadores e insectos parasitoides, tal es el caso de la chinche *Orius leavigatus* (Anthocoridae), que se libera cada quince días para el control de trips (Thripidae) y mosca blanca (Aleyrodidae), así también se liberan mariquitas (Coccinellidae) y crisopas (Chrysophidae) para el control de pulgones (Aphididae), mosca blanca (Aleyrodidae) y trips (Thripidae); se colocan barreras vivas como son plantas de cempasúchil, girasol, sorgo y lavanda para evitar que los insectos plaga se establezcan dentro del cultivo. De igual manera, se lleva a cabo el monitoreo durante cinco días a la semana para el registro de los umbrales económicos de los insectos plaga y la incidencia de enfermedades en los dos tipos de manejo, dentro del cultivo.

Se realizaron cuatro muestreos, en el cultivo con ambos tipos de manejo, por cada muestreo se eligieron 10 plantas al azar por hectárea, cada planta se estratificó en cuatro partes, entonces se tomaron 10 hojas del estrato bajo, 10 del estrato medio, el primordio floral o yema terminal y 10 flores, las muestras fueron colectadas de forma manual tomando el material vegetal, aunque se hizo también colecta directa de insectos en cada estrato, para determinar los insectos que se albergan y tiene mayor presencia en la estructura de la planta. Cada muestra por estrato se colocó en frascos herméticos de plástico, de forma individual, por cada muestreo y número de planta, se etiquetaron y almacenaron con alcohol al 70%, para conservar los insectos. Se realizaron en total cuatro muestreos en el ciclo productivo, por lo que se obtuvo un total de 160 frascos del cultivo de manejo orgánico y 160 del cultivo de manejo convencional, para un total de 320 muestras a analizar.

3.3. Limpieza de muestras

Las muestras conservadas en alcohol al 70% fueron trasladadas al Departamento de Parasitología de la UAAAN, donde con ayuda de pinceles y un microscopio estereoscópico fueron separadas del material vegetal o restos inertes; de esta forma se llevó a cabo la separación de los especímenes, los cuales se colocaron en tubos Eppendorf con alcohol al 70% y se determinó el número de artrópodos presentes en cada una de las muestras.

3.4. Identificación de artrópodos

La identificación de los artrópodos se llevó a cabo con el uso del microscopio estereoscópico y microscopio compuesto. Los artrópodos se colocaron en una caja Petri de cristal y en vidrios de reloj, para ser manipulados con ayuda de pequeños pinceles, agujas de disección, alfileres; fueron manipulados para tomar fotografías de todas sus partes y se analizaron las características de cada uno para la identificación a nivel familia con ayuda de claves taxonómicas, como: A Field Guides Beetles North America, Hymenoptera of the World, Clave de los géneros de hormigas en México

(Mackay, & Mackay, 1989), (Hymenoptera: Formicidae), Triplehorn y Johnson (2005), Guía básica de entomología: Insectos de importancia agrícola (Zumbado & Azofeifa, 2018) y con apoyo del personal capacitado del Departamento de Parasitología.

3.5. Variables a evaluar y toma de datos

Las variables para evaluar fueron: el número de familias de artrópodos y número de individuos por familia tanto para el manejo convencional y orgánico del cultivo, como para cada uno de los estratos de la planta. Los datos fueron capturados en una hoja de Excel donde se realizó una matriz básica de datos con el nombre de las familias, el número de insectos de cada una de estas y el estrato correspondiente en la planta donde se encontraron.

3.6. Análisis estadístico

Con los datos obtenidos de cada colecta en cuanto al número de individuos en cada sitio de muestreo (convencional y orgánico) y por estratos de la planta, se calcularon los parámetros de diversidad de especies: riqueza, abundancia, usando los índices de diversidad de Shannon-Weaver (H') y el índice de equidad de Simpson (D), por medio del programa BioDiversity Pro (McAleece *et al.*, 1997). Así mismo, se obtuvo el índice Bray-Curtis de similitud, el cual sirvió para llevar a cabo un análisis de agrupamiento por medio de un dendrograma, con la finalidad de determinar la relación de diversidad de especies entre ambos manejos.

Los datos a nivel de Familia se sometieron a un análisis de varianza para definir la significancia entre la diversidad encontrada en los dos diferentes ambientes considerados como tratamientos y además entre estratos, mediante el paquete Statistical Analysis System (SAS) versión 9.3 para Windows (SAS Institute, 2002), el análisis se realizó como bloques completos al azar, para ello y por la naturaleza de los datos se realizó una estandarización mediante raíz cuadrada, con la finalidad de normalizar los valores; también se llevó a cabo, una comparación de medias de

Tukey, el análisis se hizo mediante esta prueba, ya que es común utilizarla en experimentos que implican un número elevado de comparaciones, como es el caso de esta investigación; para la comparación de medias se consideraron los niveles de confiabilidad al 99, 95 y 90% ($\alpha \leq 0.01$, $\alpha \leq 0.05$ y $\alpha \leq 0.10$, respectivamente).

También, se consideró un análisis descriptivo para evaluar la fluctuación de las poblaciones y el análisis de la riqueza y abundancia de los individuos por familia, mediante el apoyo de gráficos de barras, y dispersión de datos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diversidad de los órdenes de artrópodos en el cultivo de arándano *Vaccinium corymbosum*

En los muestreos realizados dentro del cultivo de arándano, tanto para manejo orgánico como convencional se encontró una amplia diversidad de órdenes y familias de insectos en los diferentes estratos de las plantas. Se colectó un total de 1,072 individuos, dentro de 45 familias pertenecientes a 10 órdenes. El orden Diptera fue el que presentó el mayor número de familias (15), seguido de Hemiptera (9), Coleoptera e Hymenoptera (5), Lepidoptera (3), seguido de Dermaptera, Odonata y Orthoptera (2) y finalmente Neuroptera y Thysanoptera con una familia en cada orden (Cuadro1).

Cuadro 1. Diversidad de los órdenes de insectos encontrados en el cultivo de arándano.

ORDEN	FAMILIA	PORCENTAJE	INDIVIDUOS	PORCENTAJE
Diptera	15	33.33%	53	4.94%
Hemiptera	9	20.00%	600	55.97%
Coleoptera	5	11.11%	57	5.31%

Hymenoptera	5	11.11%	47	4.38%
Lepidoptera	3	6.66%	112	10.44%
Dermaptera	2	4.44%	7	0.65%
Odonata	2	4.44%	3	0.27%
Orthoptera	2	4.44%	3	0.27%
Neuroptera	1	2.22%	3	0.27%
Thysanoptera	1	2.22%	187	17.44%
TOTAL	45	100%	1,072	100%

Arellano (2014) menciona que en su investigación los órdenes con mayor número de individuos corresponden a Hymenoptera con más de 51.8%, seguido por Thysanoptera con 35% y Hemiptera con 26.2%, todos encontrados bajo manejo convencional. Lo que coincide con esta investigación, ya que también se encontraron algunos de estos órdenes con porcentajes considerables, tal es el caso del orden Hemiptera (600) y Thysanoptera y (187) (Cuadro 1).

4.2. Diversidad de artrópodos en el cultivo de arándanos bajo manejo convencional

Se realizaron cuatro muestreos, en el cultivo con manejo convencional, se obtuvo un total de 789 individuos dentro de 34 familias pertenecientes a 8 órdenes (Figura 3). El orden Diptera presentó el mayor número de familias (14), seguido de Hemiptera (6), Coleoptera e Hymenoptera con (4), Lepidoptera y Dermaptera (2) y Orthoptera y Thysanoptera con una familia en cada uno (Cuadro 2).

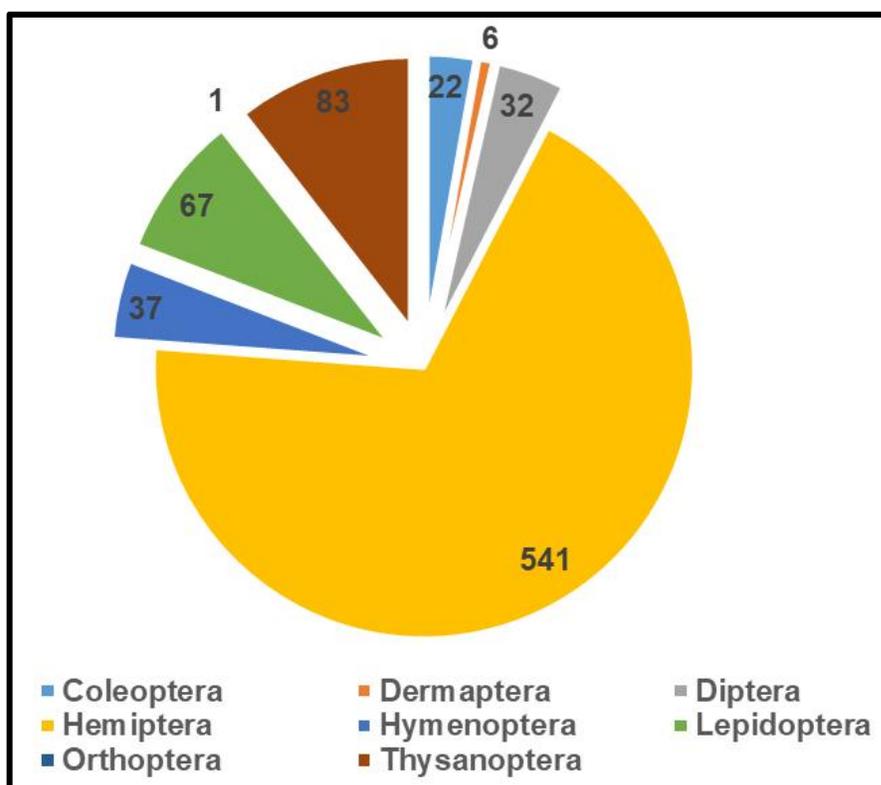


Figura 3. Número de individuos por orden en el cultivo del arándano bajo manejo convencional, en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.

Cuadro 2. Diversidad de insectos monitoreados en el cultivo de arándano, bajo manejo convencional y orgánico. Abasolo, Guanajuato, México, 2021.

ORDEN	CONVENCIONAL				ORGÁNICO			
	Nº de familias	% por familia	Nº de Individuos	% de individuos	Nº de familias	% por familia	Nº de Individuos	% de individuos
Diptera	14	41.17%	32	4.05%	5	17.85%	21	7.4%
Hemiptera	6	17.64%	541	68.56%	8	28.57%	59	20.84%
Coleoptera	4	11.76%	22	2.78%	4	14.28%	35	12.36%
Hymenoptera	4	11.76%	37	4.68%	3	10.71%	10	3.53%
Lepidoptera	2	5.88%	67	8.49%	2	7.14%	45	15.90%
Dermaptera	2	5.88%	6	0.76%	1	3.57%	1	0.35%
Odonata	0	0%	0	0%	2	7.14%	3	1.06%

Orthoptera	1	2.94%	1	0.12%	1	3.57%	2	0.70%
Neuroptera	0	0%	0	0%	1	3.57%	3	1.06%
Thysanoptera	1	2.94%	83	10.51%	1	3.57%	104	36.74%
TOTAL: 10	34	100%	789	100%	28	100%	283	100%

Laborda (2012), en un estudio realizado en cítricos, indica que se llevaron a cabo muestreos de artrópodos insectos en ambientes ecológico y convencional, y encontró que los órdenes más abundantes de artrópodos, en ambos sistemas de producción fueron: Hymenoptera, Diptera y Hemiptera, como correspondió a esta investigación. Este mismo autor, menciona que, al llevar a cabo los análisis de todo el conjunto de especies monitoreadas en los cítricos, confirmó que el sistema de cultivo convencional es menor, de un 25 a 50% en valores de abundancia, riqueza de enemigos naturales a nivel de orden, familia y especie, sin embargo, en cuanto a diversidad, este fue mayor.

El cultivo del arándano con manejo convencional obtuvo el número de familias más alto con una abundancia de 34, lo que representa el 75.5%, con respecto al total de las familias monitoreadas (Figura 4).

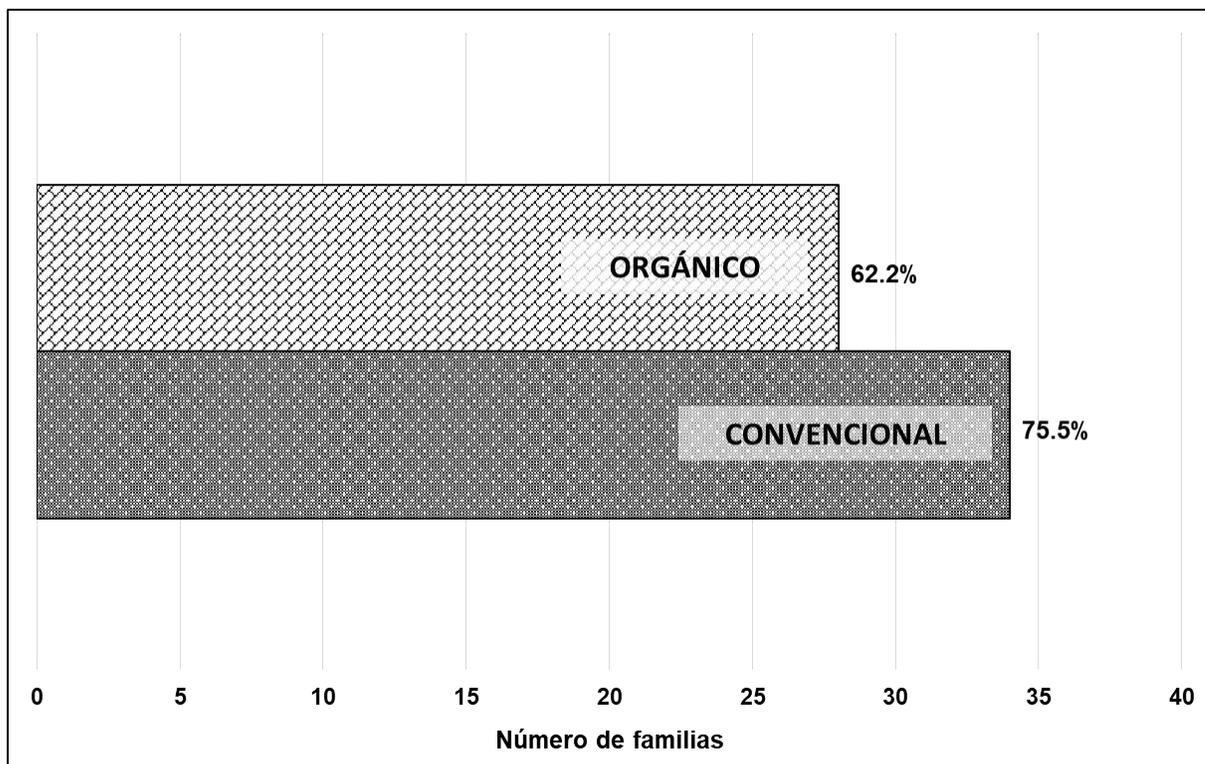


Figura 4. Porcentaje de familias de artrópodos monitoreadas en el cultivo de arándano con manejo convencional y orgánico, en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.

4.2.1. Análisis de la diversidad de artrópodos a nivel de los estratos de la planta de arándano con manejo convencional.

En cuanto al análisis por estratos de la planta en el manejo convencional, se encontró que la familia con mayor número de individuos fue Aleyrodidae (Hemiptera) con 462 individuos, los cuales, dentro de los estratos, el estrato bajo y medio fueron los que albergaron la mayor cantidad de insectos de esta familia, por lo que hubo 215 (27.24%) y 228 (28.89%) individuos, respectivamente; en el primordio floral se muestrearon un total de 19 (2.40%) individuos y en flor su presencia fue nula. Caso contrario se encontró para el orden Thysanoptera, donde se colectaron 83 trips (Thripidae), de los cuales los estratos como floración y primordio floral tuvieron mayor presencia de estos artrópodos, con 53 (6.72%) y 26 (3.29%) insectos, respectivamente; mientras que en el estrato medio se encontraron solamente 4 (0.51%) insectos y en el estrato bajo su presencia fue nula.

La distribución de otras familias entre la planta de arándano es variable, para la familia Coccidae (Hemiptera) se encontraron 37 individuos (4.68%), todos muestreados en el primordio floral. Los individuos de la familia Tortricidae (Lepidoptera) se encontraron en el primordio floral (27 individuos, 3.42%), en flor (7, 0.89%) y en estrato medio (3, 0.38%), con un total de 37 individuos. Seguido de la familia Formicidae (Hymenoptera) con 33 individuos, en estrato bajo 20 individuos (2.53%) y en estrato medio 13 (1.64%). De la familia Miridae (Hemiptera) se encontraron 31 individuos, en el primordio floral 15 individuos (1.90%), en flor 14 (1.77%) y en estrato bajo 2 (0.25%). De la familia Crambidae (Lepidoptera) se encontraron 30 individuos (3.80%), todos encontrados en el estrato bajo. Las familias restantes se encontraron en menor proporción, y no rebasan el 2% de su abundancia (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de individuos encontrados por estratos de la planta en el cultivo de arándano bajo manejo convencional en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.

Orden	Familia	Individuos	Estrato bajo	Estrato medio	Primordio floral	Flor
Diptera	Asilidae	4	0.00	0.00	0.00	0.51
	Calliphoridae	1	0.00	0.00	0.13	0.00
	Chironomidae	3	0.00	0.00	0.00	0.38
	Culicidae	1	0.00	0.13	0.00	0.00
	Drosophilidae	5	0.00	0.63	0.00	0.00
	Agromyzidae	1	0.00	0.13	0.00	0.00
	Muscidae	3	0.00	0.00	0.38	0.00
	Scatopsidae	1	0.00	0.00	0.00	0.13
	Sciaridae	4	0.51	0.00	0.00	0.00
	Syrphidae	2	0.00	0.25	0.00	0.00
	Tabanidae	1	0.00	0.00	0.13	0.00
	Tachinidae	1	0.00	0.13	0.00	0.00
	Tephritidae	1	0.00	0.13	0.00	0.00
	Tipulidae	5	0.00	0.63	0.00	0.00
Hemiptera	Aleyrodidae	462	27.24	28.89	2.40	0.00
	Cicadellidae	2	0.00	0.13	0.00	0.13
	Coccidae	37	0.00	0.00	4.68	0.00
	Miridae	31	0.25	0.00	1.9	1.77
	Pentatomidae	3	0.00	0.13	0.13	0.13
	Reduviidae	6	0.00	0.13	0.25	0.38
Coleoptera	Chrysomelidae	5	0.00	0.00	0.51	0.13
	Coccinellidae	3	0.00	0.25	0.13	0.00
	Curculionidae	1	0.00	0.00	0.13	0.00
	Nitidulidae	13	0.00	0.89	0.76	0.00
Hymenoptera	Aphelinidae	1	0.00	0.13	0.00	0.00
	Apidae	1	0.00	0.00	0.00	0.13
	Formicidae	33	2.53	1.64	0.00	0.00
	Vespidae	1	0.00	0.13	0.00	0.00
Lepidoptera	Crambidae	30	3.8	0.00	0.00	0.00
	Tortricidae	37	0.00	0.38	3.42	0.89
Dermaptera	Forficulidae	4	0.51	0.00	0.00	0.00
	Labiduridae	2	0.25	0.00	0.00	0.00
Orthoptera	Gryllidae	1	0.00	0.13	0.00	0.00
Thysanoptera	Thripidae	83	0.00	0.51	3.29	6.72
TOTAL: 8	34	789	35.09%	35.37%	18.24%	11.3%

Arellano (2014) aporta con su investigación, información sobre la comparación del manejo del cultivo de arándano de forma convencional con respecto al manejo orgánico, este autor encontró para el manejo convencional a las familias Aphididae, Formicidae y Thripidae como las más representativas con porcentajes superiores al 15%. Algunas de estas también se encontraron en esta investigación con un porcentaje considerable como son Formicidae y Thripidae (Cuadro 3).

Los estratos bajo y medio de las plantas con manejo convencional albergan el mayor número de artrópodos ya que expresaron los porcentajes más altos (35.09 y 35.37%, respectivamente); es decir, que la entomofauna se encuentra alojada en estos sitios, probablemente por la cantidad de material vegetal y el microclima que se presenta, los artrópodos tienen más ventaja de establecerse en ese nicho ecológico, ya que hay menos incidencia de luz y mayor humedad. O'Neal *et al.* (2005) mencionan que el manejo del hábitat para conservar los enemigos naturales incrementa el control biológico de plagas de insectos en varios sistemas de cultivo, uno de los que estudiaron es el cultivo del arándano, donde indican que la diversidad del estrato bajo de la planta y al nivel del suelo está influenciado por la manipulación de la comunidad de artrópodos edáficos y por el manejo de coberturas vivas en los suelos entre los pasillos y entre las hileras que separan las plantas de arándanos, dependiendo del manejo se logra una mejora en la comunidad de artrópodos, principalmente depredadores y otros enemigos naturales para el control de las plagas artrópodas en el cultivo de arándanos y también hacen referencia a que el aumento de la cobertura del suelo tuvo un efecto significativo en la abundancia relativa de algunos insectos del orden Coleoptera.

4.3. Diversidad de artrópodos en el cultivo de arándanos bajo manejo orgánico.

En cuanto a la diversidad de artrópodos en los cuatro muestreos correspondientes al manejo orgánico en el cultivo del arándano, se obtuvo un total de 283 individuos dentro de 28 familias pertenecientes a 10 órdenes (Figura 5). El orden Hemiptera presentó el mayor número de familias (8), seguido de Diptera (5), Coleoptera (4), Hymenoptera (3), Lepidoptera y Odonata (2) y finalmente Dermaptera, Neuroptera, Orthoptera y Thysanoptera con una familia en cada uno (Cuadro 4).

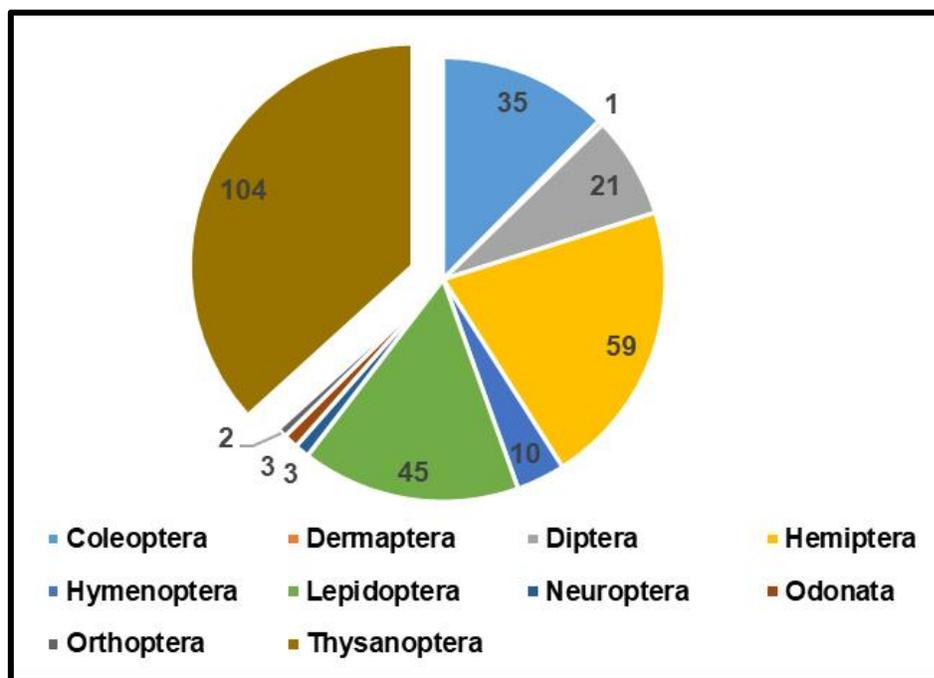


Figura 5. Número de individuos por orden en cultivo del arándano, bajo manejo orgánico en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.

En el caso del manejo orgánico en el cultivo del arándano se encontró un 62.2% del total de las familias de artrópodos (28), este monitoreo se encuentra en segundo lugar en cuanto a dicho parámetro (Figura 4).

De forma particular, al compararse el número de familias encontradas para el orden Coleoptera en ambos manejos, se determinó que se presentaron cuatro familias, sin embargo, difieren en la presencia de la familia Coccinellidae, esta familia en particular abarca especies de control biológico y se encontró en mayor cantidad en el manejo orgánico (Cuadro 2). Es probable que esta circunstancia se deba a las aplicaciones de productos químicos en el área de manejo convencional, se ha reportado que este tipo de organismos, son altamente sensibles a insecticidas químicos, esto concuerda con lo que mencionan Vera, *et al.* (2010) en sus resultados en su investigación, pues compararon la abundancia de coccinélidos entre un cultivo de arándanos con manejo convencional y uno con manejo orgánico, los resultados de estos autores también indicaron que la huerta con manejo orgánico, presentó mayor abundancia relativa con estos insectos.

Laborda (2012) menciona que la familia de fitófagos más abundantes en un cultivo ecológico de cítricos fue Thripidae (Thysanoptera), al igual que en los resultados expresados en esta investigación con la familia Thripidae del orden Thysanoptera con el mayor número de individuos. Este mismo autor menciona que, al llevar a cabo los análisis de todo el conjunto de especies monitoreadas en los cítricos, confirmó que el sistema de cultivo ecológico incrementa significativamente la abundancia de enemigos naturales, en niveles próximos al 50%, así como su riqueza y su biodiversidad, en niveles aproximadamente del 25%, respecto al sistema de cultivo convencional. En esta investigación también se obtuvo mayor número de familias, que engloba artrópodos considerados enemigos naturales en el cultivo con manejo orgánico, como son: Anthocoridae, Chrysopidae, Libellulidae, Coenagrionidae, Reduviidae (Cuadro 2).

4.3.1. Análisis de la diversidad de artrópodos a nivel de los estratos de la planta de arándano con manejo orgánico.

La familia con mayor número de individuos fue Thripidae (Thysanoptera) con 104 individuos, distribuidos en el estrato bajo con 3 individuos (1.06%), en el estrato medio con 31 (10.96%), en el primordio floral 6 (2.12%) y en flor 64 (22.62%). En el caso de la familia Tortricidae se colectaron 43 individuos (15.20%), todos encontrados en el primordio floral. Para la familia Nitidulidae (Coleoptera) se encontraron 19 individuos (6.71%), todos encontrados en el primordio floral. Las familias restantes se encontraron en menor proporción y no rebasan el 5% de abundancia (Cuadro 4).

Cuadro 4. Porcentaje de individuos encontrados por estratos de la planta en el cultivo de arándano bajo manejo orgánico en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.

Orden	Familia	Individuos	Estrato bajo	Estrato medio	Primordio floral	Flor
Hemiptera	Aleyrodidae	15	0.71	4.59	0.00	0.00
	Anthocoridae	10	0.35	0.00	3.18	0.00
	Cicadellidae	2	0.00	0.71	0.00	0.00
	Coccidae	16	0.00	1.77	3.89	0.00
	Lygaeidae	3	0.35	0.71	0.00	0.00
	Miridae	7	0.00	0.00	2.47	0.00
	Reduviidae	4	0.00	0.71	0.35	0.35
	Rhyparochromidae	2	0.35	0.35	0.00	0.00
Diptera	Bibionidae	3	0.00	1.06	0.00	0.00
	Sciaridae	3	0.00	0.71	0.00	0.35
	Syrphidae	4	0.35	0.00	0.00	1.06
	Tephritidae	1	0.00	0.00	0.00	0.35
	Tipulidae	10	0.00	0.71	2.83	0.00
Coleoptera	Cantharidae	3	0.00	0.00	1.06	0.00
	Chrysomelidae	6	0.00	0.00	1.77	0.35
	Coccinellidae	7	0.00	2.47	0.00	0.00
	Nitidulidae	19	0.00	0.00	6.71	0.00
Hymenoptera	Apidae	7	0.00	0.00	0.00	2.47
	Scoliidae	1	0.00	0.00	0.00	0.35
	Vespidae	2	0.00	0.00	0.00	0.71
Lepidoptera	Nolidae	2	0.00	0.00	0.71	0.00
	Tortricidae	43	0.00	0.00	15.20	0.00
Odonata	Coenagrionidae	2	0.00	0.00	0.71	0.00
	Libellulidae	1	0.00	0.00	0.35	0.00
Dermaptera	Labiduridae	1	0.35	0.00	0.00	0.00
Neuroptera	Chrysopidae	3	0.00	0.00	0.00	1.06
Orthoptera	Acrididae	2	0.71	0.00	0.00	0.00
Thysanoptera	Thripidae	104	1.06	10.96	2.12	22.62
TOTAL: 10	28	283	4.23	24.75	41.35	29.67

En el caso de los muestreos realizados en la planta para los estratos medio y primordio floral, se encontraron los mayores porcentajes de artrópodos, es decir que la entomofauna se está concentrada en estos sitios, probablemente por la cantidad de material vegetal y la presencia de los órganos florales jóvenes; es decir, los artrópodos buscan un lugar en donde poder alimentarse y donde reproducirse. Rocca (2010) menciona que la abundancia de familias de artrópodos encontradas en el cultivo de arándanos se ve influenciada por el paisaje y por los recursos ofrecidos en

los diferentes estados fenológicos de la planta. En su investigación se tomaron muestras de la parte aérea de la planta (hojas, brotes, flores y frutos), y en algunos casos muestras de suelo, encontró la riqueza de familias de herbívoros concentrada dentro de los órdenes Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Orthoptera, Thysanoptera e Hymenoptera, al igual que la presente investigación donde el mayor número de familias se concentró en los tres primeros órdenes. De igual manera, este autor reporta que los tortricidos estuvieron presentes en los cultivos de arándano de manera significativa de la misma manera como se reporta en ésta investigación, debido a que dichos insectos se alimentan de los brotes jóvenes y se concentran causando daños en los estratos aéreos de la planta, por tanto, se considera una plaga de importancia en el cultivo de arándano.

4.4. Comparación de artrópodos entre el manejo convencional y orgánico, en el cultivo del arándano

El muestreo se realizó en áreas que involucran ambos tipos de manejo, tanto convencional como orgánico, con esto se obtuvo un punto de comparación de la diversidad de artrópodos, en el muestreo convencional se obtuvieron 789 insectos, en 34 familias, las cuales se integran en 8 órdenes pertenecientes a la clase insecta (Cuadro 2).

Mientras que en el muestreo de orgánico se obtuvieron 283 insectos pertenecientes a 28 familias, las cuales se concentran dentro de 10 órdenes pertenecientes a la clase insecta (Cuadro 2).

Se encontró coincidencia entre ambos tipos de manejo en las familias Sciaridae, Aleyrodidae, Tipulidae, Cicadellidae, Coccinelidae, Tortricidae, Nitidulidae, Thripidae, Chrysomelidae, Labiduridae, Syrphidae, Tephritidae, Coccidae, Reduviidae, Vespidae, Miridae y Apidae (Figura 6).

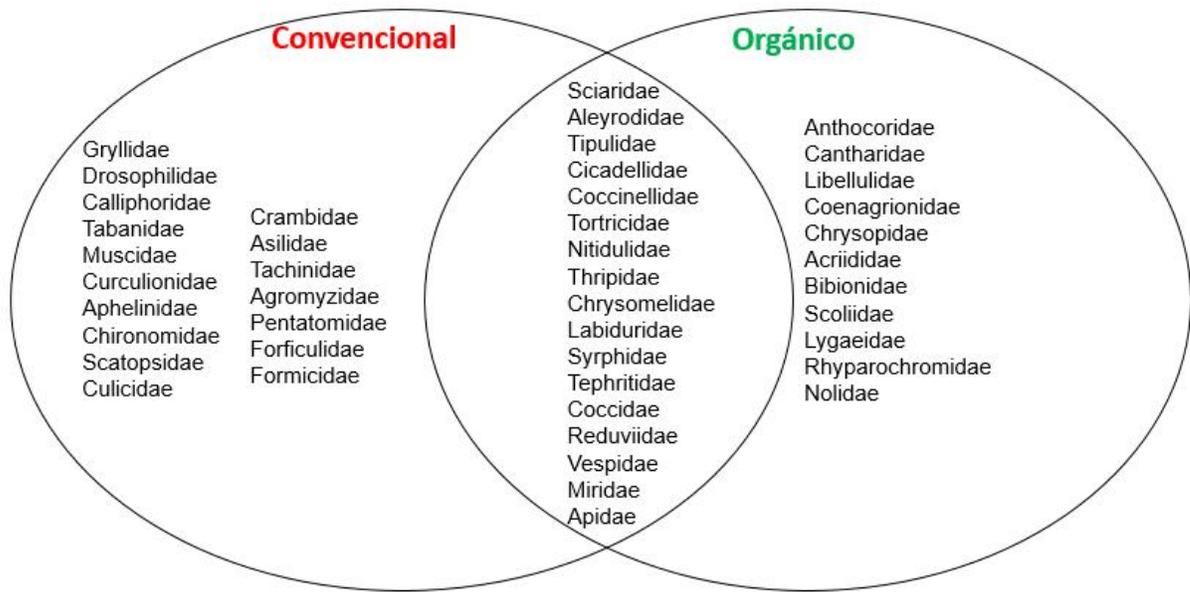


Figura 6. Diagrama de Venn, coincidencia de familias encontradas en el cultivo de arándano *Vaccinium corymbosum* con un muestreo estratificado y bajo dos manejos de producción (convencional y orgánico).

Al comparar la riqueza entre ambos ambientes se encontraron diferencias entre las familias colectadas, con mayor colección de familias y abundancia en el convencional; sin embargo, el registro de estos artrópodos correspondió en su mayoría a familias de insectos considerados plaga. En el caso de las familias que solamente se encontraron en el manejo orgánico, destacan familias de insectos utilizados en control biológico, como: Anthocoridae, Chrysopidae y Scoliidae (Figura 6).

Los datos obtenidos se asemejan a los reportados por Arellano (2014), en su investigación este autor señala que el grupo más abundante correspondió a la categoría AMENAZA, es decir, insectos plaga que pueden atacar los cultivos, afectando el fruto y/o la planta, seguido por la categoría POTENCIAL AMENAZA que son los que no atacan el cultivo, pero si presentan en algunos casos hábitos polífagos o fitófagos.

Sánchez-Vega *et al.* (2021) Mencionan en una investigación realizada en el cultivo de algodón, que la diversidad de familias de insectos fitófagos es mayor en comparación con el número de familias que contienen insectos benéficos o de otra

función trófica; estos mismos autores expresan que hubo mayor riqueza de especies de fitófagos en Aleyrodidae, seguida de Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Thysanoptera, que son consideradas plagas importantes. Estas familias fueron registradas en el cultivo del arándano en ésta investigación; por lo que el manejo del cultivo es determinante para la presencia de plagas, ya que el uso de insecticidas en el cultivo de algodón es más continuo e intenso, comparándolo con el uso de plaguicidas en el manejo convencional en el arándano.

4.5. Funcionalidad trófica de las distintas familias

De las 45 familias encontradas en los diferentes estratos del cultivo de arándano, se identificó que el 44.4% (20) contienen especies importantes consideradas plaga: Formicidae, Aleyrodidae, Thripidae, Drosophilidae, Agromyzidae, Miridae, Tortricidae, Crambidae, Sciaridae, Acrididae, Curculionidae, Coccidae, Cicadellidae, Lygaeidae, Cantharidae, Pentatomidae, Nolidae, Tephripidae, Chrysomelidae y Rhyparochromidae (Cuadro 5), las cuales tienen especies que se alimentan del follaje y frutos, principalmente las primeras cuatro y estas, con base en Rocca (2010) son clasificadas dentro del gremio de los alimentadores de floema sésiles como Aleyrodidae; por otro lado, este mismo autor describe al gremio de los masticadores y chupadores superficiales e integra a la familia Thripidae a éste y por último, dentro del gremio de los masticadores externos integra a Formicidae, Tortricidae y Crambidae.

Cuadro 5. Clasificación de las familias encontradas en el cultivo de arándano de acuerdo a su nivel trófico.

Familia	Fitófago	Depredador	Parasitoide	Descomponedor	Polinizador	Otro
Asilidae		X				
Calliphoridae				X		
Chironomidae						X
Culicidae						X
Drosophilidae	X					
Agromyzidae	X					
Muscidae				X		
Scatopsidae						X
Sciaridae	X			X		
Syrphidae					X	
Tabanidae		X				
Tachinidae			X			
Tephritidae	X					
Tipulidae				X		
Aleyrodidae	X					
Cicadellidae	X					
Coccidae	X					
Miridae	X					
Pentatomidae	X	X				
Reduviidae		X				
Chrysomelidae	X					
Coccinellidae		X				
Curculionidae	X					
Nitidulidae						X
Aphelinidae			X			
Apidae					X	
Formicidae	X	X				
Vespidae		X			X	
Crambidae	X					
Tortricidae	X					
Forficulidae				X		
Labiduridae				X		
Gryllidae						X
Thripidae	X					
Lygaeidae	X					
Nolidae	X					
Anthocoridae		X				
Libellulidae		X				
Chrysopidae		X				
Scoliidae		X				
Bibionidae				X		
Cantharidae	X					
Coenagrionidae		X				
Acrididae	X					
Rhyparochromidae	X					
45 (100%)	44.4%	26.6%	4.4%	15.5%	6.6%	11.1%

También se encontró que el 26.6% (12) de las familias albergan especies depredadoras (Cuadro 5), como: Anthocoridae, Chrysopidae, Coccinellidae, Libellulidae, Reduviidae, Scoliidae, Asilidae, Coenagrionidae, Tabanidae, Vespidae, Formicidae y Pentatomidae. La familia Anthocoridae se considera una de las de mayor importancia, la especie monitoreada de esta familia fue *Orius leavigatus*, la

cual es depredadora de todos los estadios de trips, y como se vio en resultados anteriores Thripidae, es de la familia más abundante en forma general en el cultivo del arándano, tanto para el manejo convencional como orgánico, por lo que se entiende que mientras esté disponible el alimento, el depredador estará presente. También se encontró a la familia Chrysopidae de la cual Gamboa *et al.* (2019) mencionan que las crisopas tienen la capacidad para disminuir la densidad de poblaciones de pulgones, observado en varios cultivos. Se encontraron especies de igual forma de la familia Coccinellidae, en la que Rizzo (2020) indica que esta familia de depredadores es considerada como de los mejores agentes de control biológico de áfidos a nivel mundial.

Dentro del orden Hymenoptera se encuentran especies de parasitoides importantes, en esta investigación solo se encontró el 4.4% del total de las familias con este rango trófico, donde Tachinidae (Diptera) y Aphelinidae fueron las familias que representaron ese porcentaje (Cuadro 5); Rizzo (2020) menciona que los áfidos o pulgones también poseen un gran complejo de enemigos naturales como los parasitoides y dentro de estos se encuentra la familia Aphelinidae. Este porcentaje bajo de representación de parasitoides reportados en esta investigación, no es un indicativo de que los insectos no se encuentren en el cultivo del arándano, sino que se debe al tipo de muestreo realizado, el cual fue indirecto para varias familias, debido a que son insectos voladores y muy rápidos en sus movimientos, por lo que al tomar una hoja, flor o primordio de la planta de arándano, el insecto pudo haberse movido y no ser atrapado y por ende no considerado dentro de los monitoreos; por lo que se sugiere que para el estudio de ciertas familias de insectos es recomendable hacer otro tipo de muestreo como el uso de red.

Los himenópteros (abejas, avispas, hormigas, abejorros, etc.) son el grupo más importante de insectos polinizadores y los que muestran adaptaciones claras a su vida dependiente de las flores. Son los que mejor aprovechan los recursos (néctar y polen) ofertados por las flores, según lo menciona Simó (2002) citado por Dini (2008). Sin embargo, debido al tipo de muestreo llevado a cabo en esta investigación y por

los hábitos de movilidad que tienen estos artrópodos, no fue posible muestrear mayor número de individuos, como se mencionó para los parasitoides, por lo que en esta investigación los resultados se reducen a un 6.6% de familias que representan a los polinizadores (Cuadro 5). Morse y Calderone (1989) citado por Dini (2008) afirman que el cultivo de arándano tiene una dependencia del 100% de insectos para su polinización. En esta investigación se encontraron tres familias importantes de polinizadores: Apidae, Vespidae y Syrphidae (Cuadro 5), dentro de estas se encontró la especie *Aphis mellifera* (Apidae) la cual es el principal polinizador que existe en la naturaleza. La razón es su constancia, fidelidad y tenacidad en la pecoreo. La abeja va de una flor a otra, pero del mismo tipo, en vez de ir de flor en flor de diferentes tipos como lo hacen las mariposas, abejorros y muchos otros insectos según Crane (1980) citado por Dini (2008), por tanto, este hábito es el que resalta la importancia de éste polinizador.

Como en todo sistema de cultivo existe una gran variedad de insectos con diferentes funciones tróficas, en la Figura 7, se muestran las familias encontradas en esta investigación, ordenadas y debidamente señaladas de acuerdo a su nivel trófico. Dentro de la clasificación plaga o fitófagos como los más importantes en el cultivo de arándano se encontraron a Formicidae que son defoliadores de gran relevancia en el cultivo; Drosophilidae debido a la afectación en frutos, ya que oviposita dentro de la baya; Tortricidae se ve el daño en el enrollamiento de las hojas; Sciaridae que afecta la raíz de manera significativa, dando un aspecto fungoso. Cabe mencionar que la mayoría de las familias clasificadas como plaga, dentro de esta investigación se encontraron presentes en el cultivo bajo manejo convencional, debido a que en el rancho, donde se realizaron los muestreos, son más estrictos en el control de plagas bajo el manejo orgánico y por tanto integran diversas estrategias para su supresión de forma sustentable, por lo que al no haber aplicaciones de químicos sintéticos las plagas no se encuentran en alta presión de selección y no han presentado resistencia; además, hacen liberaciones constantes de insectos benéficos que ayudan a que el número de insectos plaga no se eleve, por lo que se corrobora que

el manejo integrado de plagas o MIP, es benéfico incluso en la presencia de las plagas de importancia económica para cualquier cultivo.

Dentro de los depredadores el mayor número de las familias se concentró en el manejo orgánico como se muestra en la Figura 7, esto debido a que bajo este manejo las especies de depredadores son liberadas y por ende hay reproducción de ellas, dentro del mismo manejo se procura que los insectos benéficos prevalezcan, caso contrario a lo que se pudo apreciar en el cultivo bajo manejo convencional, donde hay muy poca población de estos artrópodos, debido a las aplicaciones de plaguicidas que llegan a afectarlos y a disminuir sus poblaciones.

De igual forma que los casos anteriormente descritos, los polinizadores tienen mayor presencia de individuos en el cultivo bajo manejo orgánico, debido a las aplicaciones químicas que se hacen dentro del manejo convencional, ya que muchas veces estas afectan a insectos polinizadores y no pueden establecerse.

Para el caso de los parasitoides solamente se encontró presencia en el manejo bajo convencional esto debido a que las familias encontradas son parasitoides de plagas de hemípteros, los cuales ya antes se mencionó que tienen mayor presencia dentro de este mismo manejo.

Los descomponedores se encontraron en una concentración similar en ambos manejos ya que estos se encuentran más en el suelo y para ambos manejos en el campo se tiene el mismo sustrato establecido para las macetas.

Entre los clasificados como otros dentro de las funciones tróficas (Cuadro 5, Figura 7), se encuentran familias de varios dípteros que albergan mosquitos, por lo que se encontraron mayor número de familias en manejo convencional, esto debido a la humedad que se tiene dentro de los túneles bajo este manejo, al haber mayor humedad hay presencia de mosquitos ya que existen partes en donde se crean charcos después de la presencia de lluvias; caso contrario al presentado en el manejo orgánico.

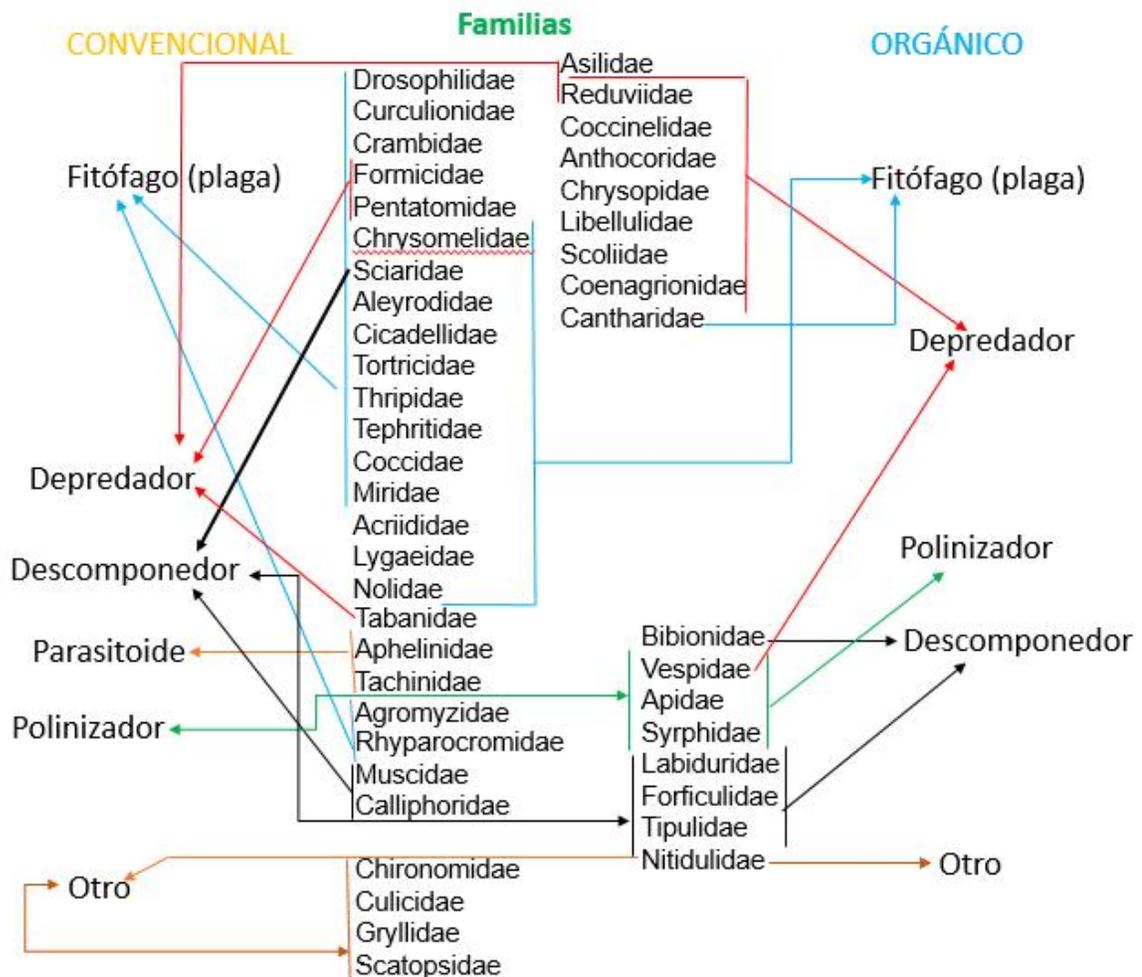


Figura 7. Familias encontradas en cultivo de arándano clasificadas de acuerdo a su nivel trófico.

4.6. Análisis de varianza

El análisis de varianza se realizó sobre el número de individuos colectados, por tratamiento del cultivo de arándano y por familia, con una estandarización de los datos para ajustarse a la normalidad, se hizo bajo un diseño de bloques completamente al azar y fue aplicado a nivel familia. El análisis indicó que hubo diferencias significativas entre familias para cada tipo de manejo del cultivo de arándano y muestreo realizado en las plantas, las diferencias se consideraron con una confiabilidad del 90% entre las familias, las cuales estuvieron en Aleyrodidae, Anthocoridae, Apidae, Formicidae y Miridae ($\alpha \leq 0.10$; Cuadro 6). Estos resultados

demuestran que la abundancia de individuos presentes en los diferentes manejos que realiza la empresa en el cultivo del arándano, son determinantes para definir las estrategias de control; además, la presencia de plagas y/o enemigos naturales, no se encuentra en equilibrio dentro del manejo convencional caso contrario a lo observado en el manejo orgánico.

Cuadro 6. Comparación de medias calculadas bajo la prueba de Tukey, entre las familias de artrópodos para cada tipo de manejo de producción en el cultivo del arándano. Abasolo, Guanajuato, México, 2021.

Familias	Manejo convencional*	Manejo orgánico*
Aleyrodidae	3.05330 a	0.82760 b
Anthocoridae	0.70700 b	0.78933 a
Apidae	0.71433 b	0.75828 a
Formicidae	0.97503 a	0.70700 b
Miridae	0.95673 a	0.76193 b

*Valores estandarizados con raíz cuadrada para ser normalizados los valores de número de individuos

4.7. Análisis de diversidad de especies

El cultivo orgánico obtuvo el mayor índice de diversidad basado en Shannon-Weaver, alcanzando valores de entre 1.048 y 0.635, por su parte, la diversidad obtenida en el manejo convencional varió entre 0.969 y 0.468 (Cuadro 7), ambos tipos de manejo en el cultivo del arándano, difieren en el número de familias (riqueza específica), y en la abundancia total. El índice de Shannon-Weaver refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad, según lo indicado por Pla (2006); así mismo se determinó el índice de diversidad de Simpson (Cuadro 7), el cual es un índice de dominancia más que de diversidad y representa la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar pertenezcan a la misma especie (Moreno, 2001), estos dos índices difirieron entre los tipos de manejo e incluso entre la época en la que se realizaron los muestreos, sin embargo, los valores calculados para estos índices se pueden considerar bajos, pero normales,

debido a se realizaron en un agroecosistema llevado a cabo como monocultivo. Entre los valores obtenidos, para el índice de Shannon-Weaver, que expresa la heterogeneidad, como ya se mencionó, es decir, que cuando los valores se acercan a uno las muestras son más heterogéneas, es decir mayor diversidad, y en el caso del índice de Simpson, valores altos, aumenta la probabilidad de que se muestreen individuos dominantes; por lo que para el manejo convencional resultó ser menos diverso y hay mayor probabilidad de muestrear artrópodos con mayor dominancia con respecto a los valores obtenidos para el manejo orgánico del cultivo del arándano (Cuadro 7).

Cuadro 7. Índices de diversidad de Shannon Weaver (H') y Simpson (D) estimado para cultivos bajo manejo convencional y orgánico durante cuatro muestreos.

Índices	Colectas	Convencional	Orgánico
Shannon Weaver (H')	1	0.564	0.635
	2	0.969	1.048
	3	0.468	0.758
	4	0.499	0.829
Índice de Simpson (D)	1	0.476	0.366
	2	0.19	0.122
	3	0.487	0.201
	4	0.423	0.175

La diversidad β se determinó mediante la comparación de los artrópodos muestreados, entre los dos ambientes, es decir, manejo convencional y manejo orgánico, por lo que para ello se utilizó el índice de similitud por Bray-Curtis. Las diferencias existentes entre los manejos y colectas indicaron que más de la mitad de la comunidad de artrópodos en el cultivo de arándano difieren, no superando el 50% de similitud en la mayoría de los casos (Figura 7). El Cuadro 8 detalla los porcentajes estimados para el índice de similitud y el número de colectas.

Cuadro 8. Porcentaje de similitud entre muestreos de artrópodos, efectuados bajo manejo convencional y orgánico.

Número de muestreo	Porcentaje de similitud* (%)	
	Convencional	Orgánico
1	14	44.4
2	23	52
3	31.2	56.4
4	37.4	63

*distancias con el coeficiente de Bray-Curtis.

El análisis de conglomerados jerárquicos utilizado para comparar el grado de similitud por el método de Bray-Curtis entre los cuatro muestreos realizados en cada uno de los ambientes de manejo del cultivo de arándano, es decir convencional y orgánico evidenció dos grupos con un 23% de similitud, aproximadamente, en un primer grupo predominan los muestreos que se obtuvieron en el manejo convencional agrupándose el muestreo 3 y 4 del manejo orgánico (Org3 y Org4) y los cuatro muestreos del manejo convencional (Conv 1, 2, 3 y 4) se grafican como los muestreos más similares y en el segundo grupo se encuentran adheridos los muestreos del manejo orgánico (Org1 y Org2; Figura 8). El valor de similitud, se refiere a las mayores coherencias o semejanzas conforme más parecidos o más ligados están dos vértices o en este caso dos muestreos, según Xie (2016); además, este autor, también indica que los coeficientes o índices de similitud más usuales consideran dos conjuntos con un cierto nivel de intersección. La similitud entre ambos conjuntos depende siempre del tamaño de esa intersección bien respecto del tamaño total de los dos conjuntos o bien de parte de ellos, en el caso de esta investigación se refiere al número de individuos colectados en cada uno de los muestreos de artrópodos o colectas obtenidas en el cultivo del arándano. El índice de Bray-Curtis ignora los casos en las que especies son ausentes en ambas muestras y se refiere a la diferencia total en la abundancia de especies entre dos sitios, dividido para la abundancia total en cada sitio y obtenido el resultado en porcentaje. La distancia Bray-Curtis tiende a resultar más intuitiva debido a que las especies comunes y raras tienen pesos relativamente similares, ya que utiliza diferencias absolutas, sin embargo, todos los índices de similitud son una aproximación y es entendible que nunca serán exactas (Xie, 2016).

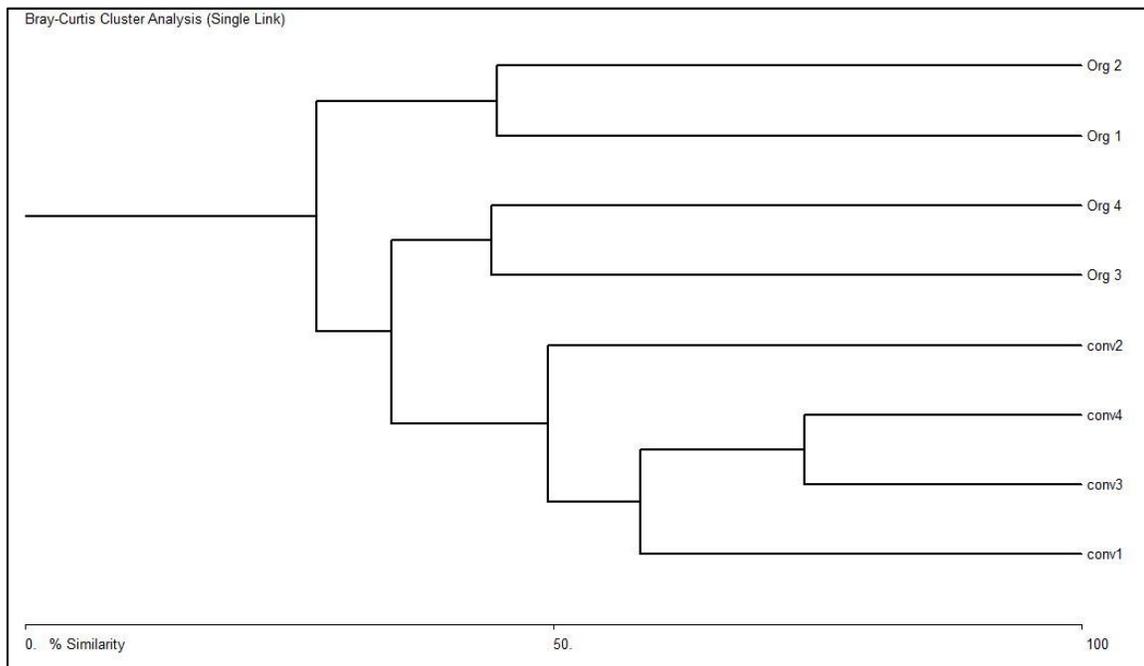


Figura 8. Dendrograma jerárquico a través del índice de Bray-Curtis.

4.8. Fluctuación de los individuos a nivel familia

Para la fluctuación poblacional, es decir la distribución de los artrópodos a través del ciclo del cultivo, según su abundancia fue registrada, tanto para el manejo convencional, como para el manejo orgánico. En el primer caso, se observó alto número de individuos, en algunas poblaciones de familias de artrópodos, obtenidas principalmente en manejo convencional. La familia con mayor abundancia fue Aleyrodidae en todos los muestreos, seguida de Thripidae para el muestreo uno y tres, posteriormente Miridae en el muestreo dos y Coccidae en el muestreo cuatro (Figura 9).

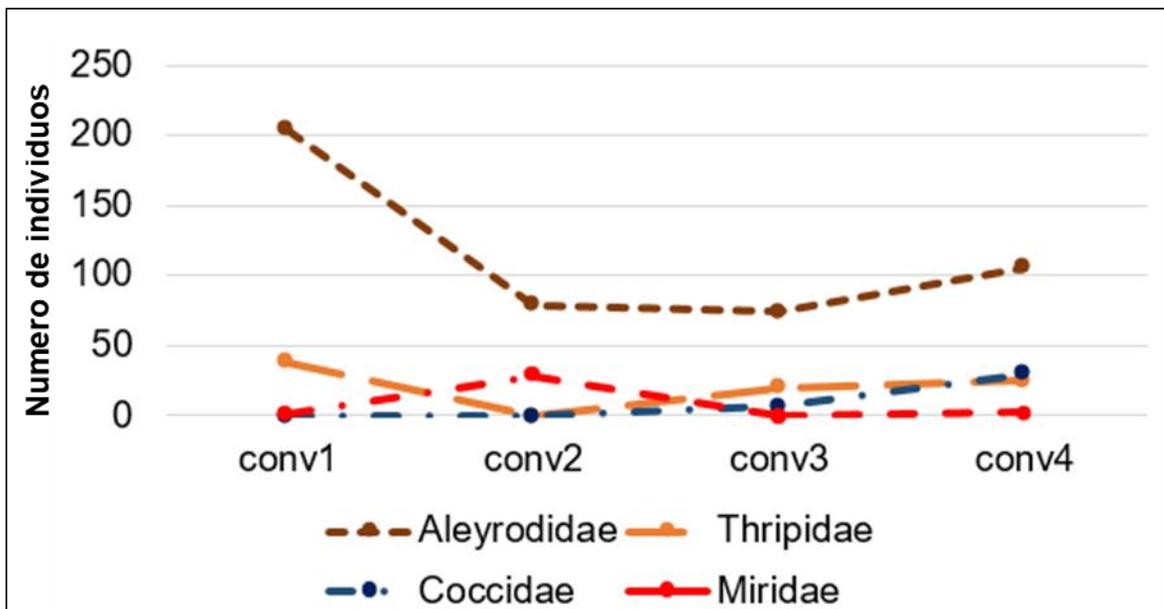


Figura 9. Familias con mayor número de individuos en cultivo convencional.

Estos resultados son coherentes debido a las condiciones del ambiente que se presentan en el Rancho, tanto para el manejo convencional como orgánico. Los muestreos se realizaron cuando existía alta humedad relativa, por la temporada de lluvia y por ello se explica la alta incidencia de mosca blanca (Aleyrodidae), debido a que es cuando las plantas están en mayor actividad de brotación y crecimiento; estos resultados concuerdan con Cabezas (2021), quien menciona que en la evaluación de su investigación realizada en arándanos indica que la mosca blanca y pulgones, se encuentran presentes en la etapa de brotación y crecimiento, además registró alta población de *Bemisia tabaci* (Aleyrodidae).

Para el caso de la presencia de trips (Thripidae), se presentó alta población, con respecto al resto de las familias en los cuatro muestreos, debido a que la planta comenzaba la etapa de floración y es ahí donde estos insectos se establecen, así como lo mencionan Rhodes y Liburd (2011) que los trips se alimentan y causan daños por oviposición y alimentación en las flores en desarrollo, lo que provoca cicatrices, posteriores en la fruta.

El resto de las familias en cada orden tuvo un comportamiento similar, excepto Hemiptera, por lo que destaca en el muestreo dos (conv2, Figura 10) un incremento en la presencia de insectos en el manejo convencional del cultivo de arándano, esto puede deberse a las prácticas agrícolas que realizan en la empresa, bajo este manejo, así como a las condiciones ambientales que prevalecieron en ese momento, lo que puede favorecer a la incidencia de la entomofauna.

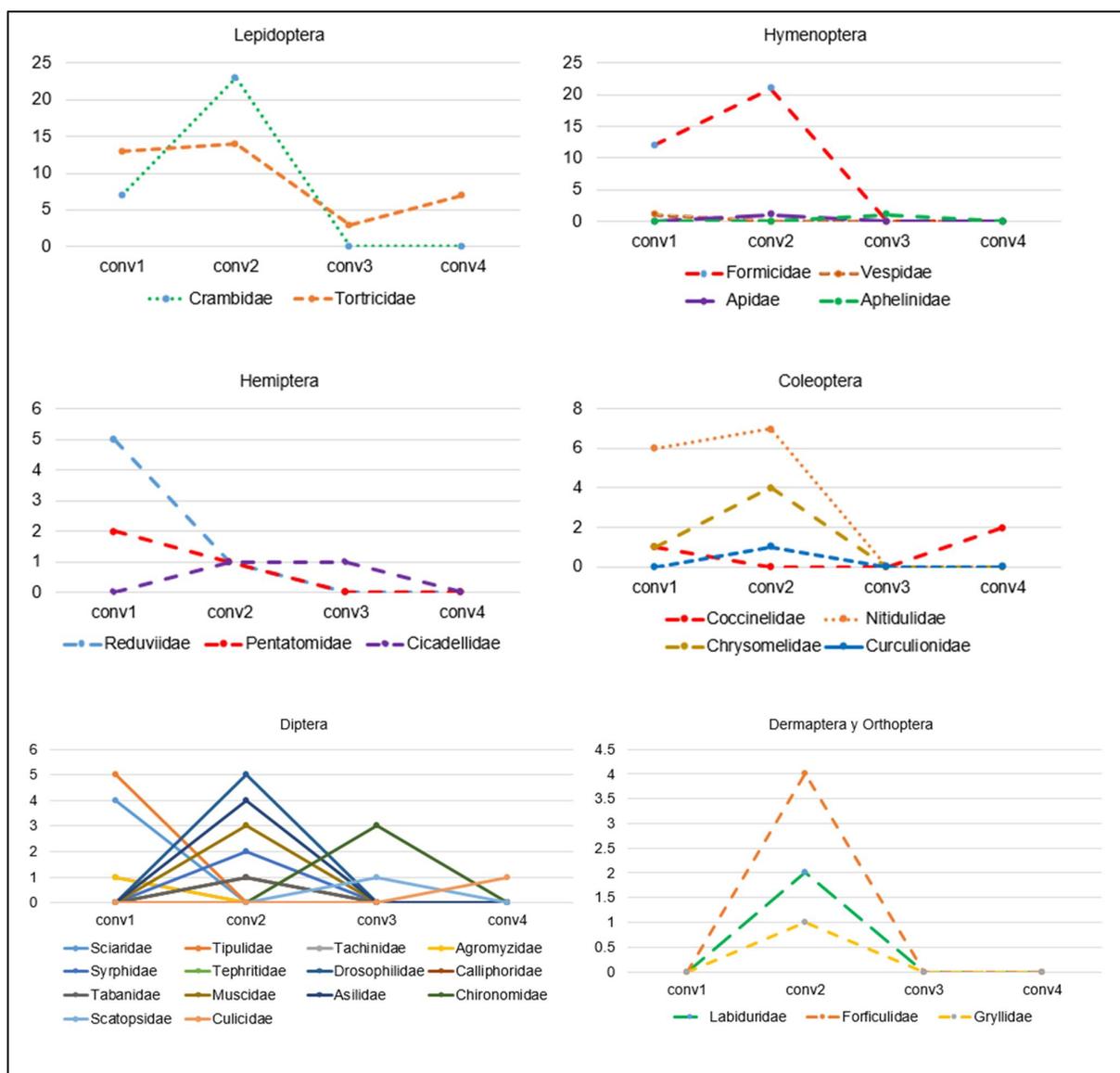


Figura 10. Fluctuación del número de individuos por familia de artrópodos colectados del orden Lepidoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera, Dermaptera y Orthoptera en el cultivo de arándano bajo manejo convencional, en Abasco, Guanajuato, México, 2021.

Para explicar la fluctuación en el manejo orgánico, la mayor abundancia en los cuatro muestreos se reportó para las poblaciones de las familias Thripidae, principalmente en los primeros dos muestreos, seguido de la familia Tortricidae de igual forma en los dos primeros muestreos, y para el muestreo tres hubo mayor incremento de la familia Aleyrodidae, seguida de Thripidae, por otro lado, para el muestreo cuatro hubo incremento de la familia Coccidae seguida de Thripidae, (Figura 11). Estos resultados se deben a que las colectas se realizaron cuando las plantas estaban en su etapa de floración y es cuando alberga mayor número de trips (Thripidae), es por ello que en todos los muestreos se tuvo la presencia de esta familia; sin embargo, fue variable, debido probablemente a la presencia de enemigos naturales en este sistema.

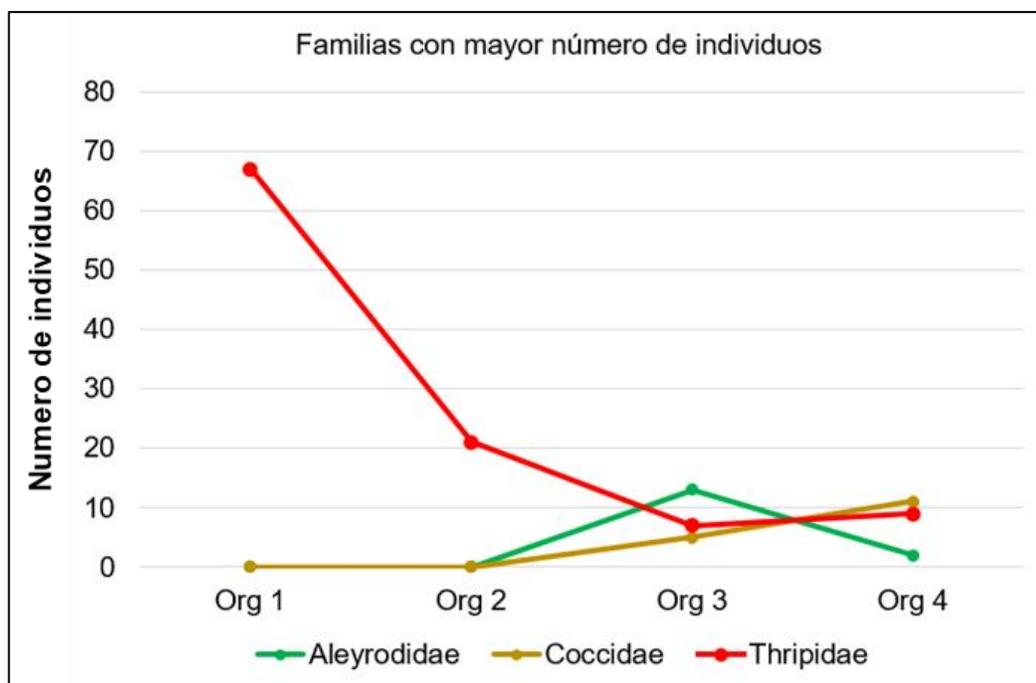


Figura 11. Familias con mayor número de individuos en cultivo orgánico.

En incremento en las poblaciones de la familia Coccidae en el muestreo cuatro, se debió probablemente a un desequilibrio en el control o manejo de las especies de esta familia, que principalmente se comportan como plaga, normalmente con las estrategias de MIP, en el cultivo orgánico en el rancho, se encuentran controladas, pero en el momento de la colecta o muestreo cuatro, los individuos de esta familia

aumentaron según los datos de monitoreo de plagas que se registraron para ese momento en el rancho.

En el caso de la familia de los tortricidos, los resultados se asemejan a los expresados por Rocca (2010), ya que en su investigación llevada a cabo en arándanos encontró que estos insectos estuvieron presentes en los cultivos de arándano durante casi todo el periodo en el que realizó su estudio y fue una plaga predominante. Por otro lado, Calvo y Molina (2003) mencionan que las larvas de los tortricidos ocasionan daños en forma de distorsiones foliares y disminución de follaje afectando el crecimiento normal de las plantas, siendo especialmente importantes en plantaciones jóvenes. Flores y frutos pueden verse directamente afectados. Como fue el caso presentado en esta investigación, ya que las plantas se encontraban en etapa de brotes nuevos en los dos primeros muestreos, donde los tortricidos presentaron mayor frecuencia. Calvo y Molina (2003), al finalizar su investigación concluyeron que los tortricidos se han adaptado perfectamente al arándano americano como hospedador y mencionan que las fluctuaciones elevadas que se presentaron en sus resultados probablemente estén relacionadas con la climatología anual y la respuesta fenológica particular de las variedades de arándano cultivadas, de igual manera en esta investigación se ve reflejado como los tortricidos se establecen perfectamente en el cultivo de arándano causando daños en los brotes jóvenes y frutos.

Al igual que en el manejo convencional del arándano, en el manejo orgánico se aprecia un incremento de abundancia de insectos en el muestreo dos (Org 2; Figura 12) para algunos ordenes como Diptera, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Dermaptera, Hymenoptera y Neuroptera; cabe aclarar que no todas las familias resaltaron en este muestreo, así mismo hubo ordenes que destacaron en cuanto a abundancia de individuos por familia en otras fechas de colecta, lo que se entiende que el comportamiento de los insectos durante el desarrollo del cultivo y las diferentes etapas fenológicas, se encuentra influenciado por el tipo de manejo con el que se lleve la huerta.

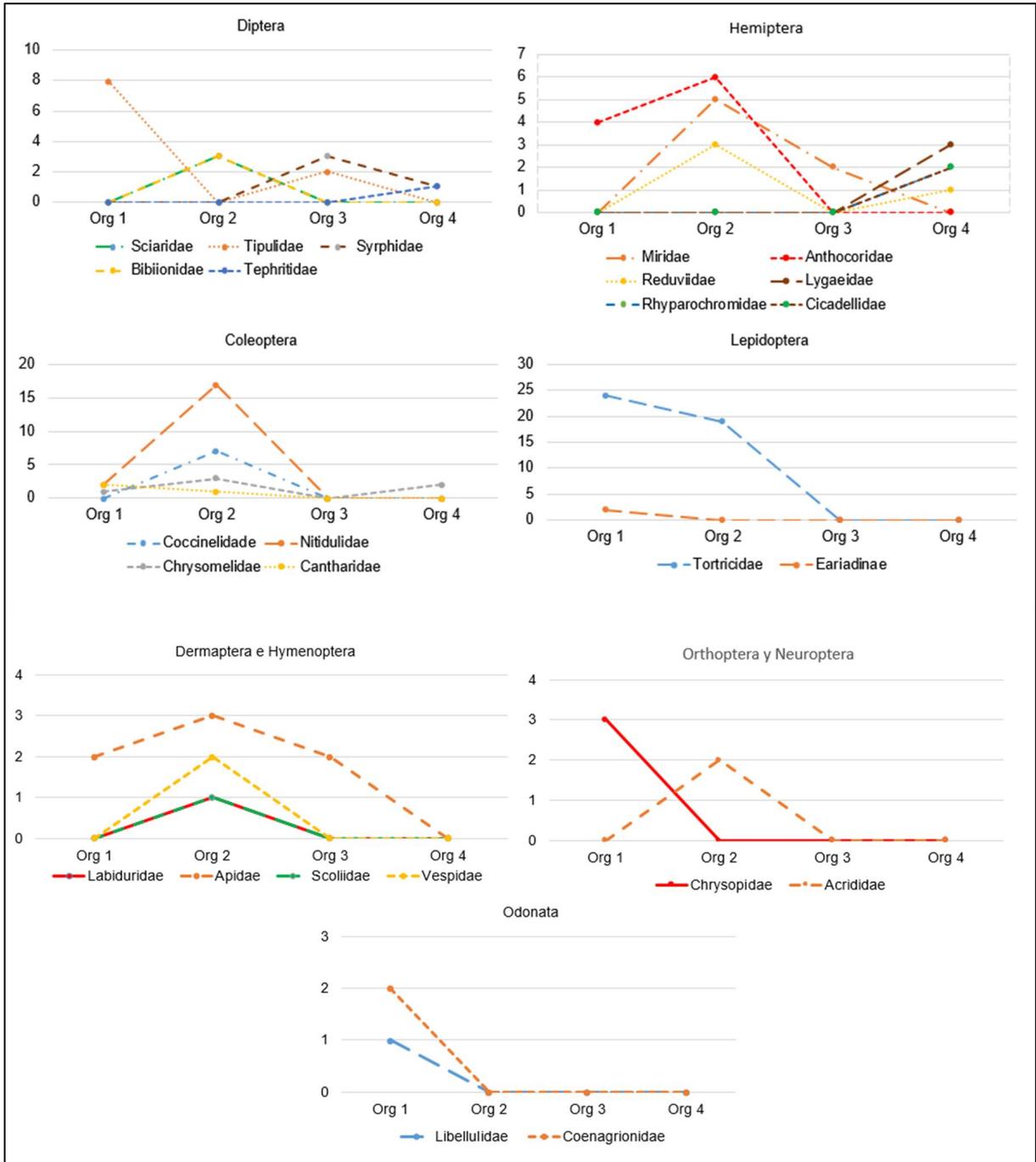


Figura 12. Fluctuación del número de individuos por familia de artrópodos colectados del orden Diptera, Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Dermaptera, Hymenoptera, Orthoptera, Neuroptera y Odonata en el cultivo de arándano bajo manejo orgánico, en Abasolo, Guanajuato, México, 2021.

V. CONCLUSIÒN

Dentro de la composición de la entomofauna en la comunidad de artrópodos en el cultivo de arándanos con manejo convencional se presentó mayor riqueza, abundancia y diversidad, la mayoría de los artrópodos identificados se clasificaron como plagas del cultivo. En contraparte, el manejo orgánico presentó menos riqueza, abundancia y diversidad, pero presentó menor incidencia de plagas, debido a que predominan especies que favorecen el control biológico en el cultivo.

VI. LITERATURA CITADA

- Alcalde N., K. (2019). Estimación de pérdidas causadas por plagas en la calidad postcosecha de *Vaccinium corymbosum* "arándano". (Tesis de licenciatura). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Obtenido de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5489/1/REP_ING.AGRO_N_KATHERINE.ALCALDE_ESTIMACI%c3%93N.P%c3%89RDIDAS.CAUSADAS.PLAGAS.CALIDAD.POSTCOSECHA.VACCINIUM.CORYMBOSUM.AR%c3%81NDANO.pdf
- Alcalde S., C. J. (2018). Descripción de la cosecha y poscosecha de 4 variedades de *Vaccinium* sp en Viru, La libertad. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Trujillo Perú Obtenido de: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13115/ALCALDE%20SAUCEDO%2c%20CESAR%20JEANPIERRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arellano G., F. S. (2014). Diversidad de artrópodos en cultivos de arándano bajo el manejo convencional y orgánico en la Región Metropolitana. (Tesis de Licenciatura). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Pregrado Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/147854/Arellano-%20Diversidad%20de%20artr%cb3podos%20%282014%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bascope, A. (2013). Realidad productiva del arándano en EEUU y México. Santiago de Chile: ODEPAFIA. Recuperado de https://chilealimentos.com/wp-content/uploads/migracion/2013/phocadownload/Aprocesados_congelados/realidad%20productiva%20del%20arndano%20en%20eeuu%20y%20mxico.pdf
- Bustillo A., A. (2018). El cultivo del arándano (*Vaccinium corymbosum*) y su proyección en Colombia. Monografía (Trabajo de Grado). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), Colombia Recuperado de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/940/UNIVERSIDAD%20>

DE%20CIENCIAS%20APLICADAS%20Y%20AMBIENTALES%20entregar%2001.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Cabezas M., F.A. (2018). Introducción a la Entomología. Editorial Trillas, Coahuila, México.
- Cabezas V., L. S. (2021). Manejo integrado de plagas en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) orgánico bajo condiciones de Chincha-Ica. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima Perú Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5243>
- Calvo, D., & Molina, J. M. (2003). Incidencia de *Cacoecimorpha pronubana* (Hübner, [1799]) (Lep., Tortricidae) sobre variedades de arándano americano (*Vaccinium* spp., Ericaceae) con bajos requerimientos de horas frío en Andalucía Occidental. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*, 29: 553-561. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/D-Calvo/publication/28160526_Incidencia_de_Cacoecimorpha_pronubana_Hubner_1799_Lep_Tortricidae_sobre_variedades_de_arandano_americano_Vaccinium_spp_Ericaceae_con_bajos_requerimientos_de_horas_frio_en_Andalucia_Occidental/links/00b4952035c19e4306000000/Incidencia-de-Cacoecimorpha-pronubana-Huebner-1799-Lep-Tortricidae-sobre-variedades-de-arandano-americano-Vaccinium-spp-Ericaceae-con-bajos-requerimientos-de-horas-frio-en-Andalucia-Occidental.pdf
- Canales M., L. P. & De la Vega G, M. I. (2020). Análisis de los factores críticos que influyeron en las exportaciones de arándanos de Perú y Chile a Estados Unidos en el periodo 2012-2018. (Tesis de Licenciatura). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652534/Canales_ML.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Casas R., V. M. (2017). Establecimiento preliminar de las condiciones agroclimáticas, zonas de adaptación y cultivares potenciales para el desarrollo del cultivo del arándano (*Vaccinium corimbosum*) en Colombia (Tesis Doctoral). Universidad de Cundimarca, Fusagasugá, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/546/E>

[stablecimiento%20preliminar%20de%20las%20condiciones%20agroclim%c3%a1ticas%2c%20zonas%20de%20adaptaci%c3%b3n%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

Castro, M., Acevedo, P., & Lost, H. (2021). HUB SmartFruit-ALC: Soluciones inteligentes para sistemas familiares frutícolas de América Latina y el Caribe (ALC), en el escenario de cambio climático. Producto 10. Línea Base. Recuperado de https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/AgTech19056_-_Producto10.pdf

Defilippi, B., Robledo P. & Becerra C. (2020). Manejo de cosecha y poscosecha en arándano. Recuperado de <https://cdn.blueberriesconsulting.com/2020/09/manejodecosecha-yposcosechaenarandanocompressed.pdf>

Dini V., Y. (2008). Evaluación de la polinización del cultivo de arándano tipo Southern Highbush, variedad O'Neal, mediante *Apis mellifera*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de la Republica, Uruguay. Recuperado de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/27410/1/DiniVilarYoana.pdf>

Estrategia Aduanera. La Revista Mexicana de Comercio Exterior (2021). México y la exportación de arándanos azules. Recuperado de <https://www.estrategiaaduanera.mx/mexico-y-la-exportacion-de-arandanos-azules/> Revisado el 19 de enero del 2021

Gamboa, C. A., Portovanetti-Arroyo, A., N. A., G. V., & Villalobos-González, A. (2019). Efecto de *Chrysoperla carnea* en el Control de *Melanaphis sacchari* en China, Campeche. *Agroecosistemas tropicales*, 238. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Leirana-Alcocer/publication/335453273_Algunas_Especies_con_Potencial_Economico_de_Zonas_Semiaridas_de_Yucatan_Alternativa_Frente_al_Cambio_Climatico_Futuro/links/5d66a3df458515b5b4208514/Algunas-Especies-con-Potencial-Economico-de-Zonas-Semiaridas-de-Yucatan-Alternativa-Frente-al-Cambio-Climatico-Futuro.pdf#page=250

- Gualteros A., M. S. (2018). Determinación de un posible daño causado por productos biológicos sobre el exocarpo en el fruto de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) (Tesis Doctoral). Universidad de Cundinamarca <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/1497/DETERMINACION%20DE%20UN%20POSIBLE%20DA%c3%91O%20CAUSADO%20POR%20PRODUCTOS%20BIOLOGICOS%20SOBRE%20EL%20EXOCARPO%20EN%20EL%20FRUTO%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ilse, F. M. (2015). Caracterización físico-química y sistema de producción del arándano (*Vaccinium myrtillus* L.) en Jalisco. (Tesis de licenciatura). Universidad de Guadalajara Recuperado de http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5901/Fiedler_Montero_Ilse.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- INTAGRI. (2017). El cultivo de arándano. Serie frutillas, Núm. 17. Artículos técnicos de INTAGRI. México. 10 p. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/El-Cultivo-de-Ar%C3%A1ndano-o-Blueberry>
- Laborda C., R. (2012). Comparación de la abundancia y biodiversidad de artrópodos auxiliares entre parcelas de cultivo ecológico y convencional, en plantaciones de cítricos, caqui y nectarina (Tesis Doctoral) Universidad Politécnica de Valencia Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16875/tesisUPV3803.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lagunes-Fortiz, E. R., Gómez-Gómez, A. A., Leos-Rodríguez, J. A., & Omaña-Silvestre, J. M. (2020). Competitividad y rentabilidad de la producción de frutillas en Jalisco. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(8): 1815-1826. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342020000801815&script=sci_arttext
- Mackay, W. P., & Mackay, E. (1989). Clave de los géneros de hormigas en México (Hymenoptera: Formicidae). *In Memorias del II simposio nacional de insectos sociales* (pp. 1-82). Oaxtepec: Sociedad Mexicana de Entomología. <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mackayformicidae.pdf>

- Mesa T., P. A. (2015). Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. x *V. darowii*) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia). (Tesis de Licenciatura). Universidad Militar Nueva Granada <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6675/MesaTorresPaolaAndrea2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreno C., E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza, España. M&T–Manuales y Tesis SEA. 84 p
- Morón, M. A., & Valenzuela-González, J. E. (1993). Estimación de la biodiversidad de insectos en México; análisis de un caso. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 44: 303-312. Obtenido de <http://repositorio.fcencias.unam.mx:8080/jspui/bitstream/111547142962/1/44VEstimaci%C3%B3nBiodiversidad.pdf>
- Nieves, G. V.; Van-der, V. O. & Elings, A. (2011). Mexican protected horticulture: production and market of Mexican protected horticulture described and analysed. Wageningen U. R. Greenhouse Horticulture/LEI. 104 p. <https://edepot.wur.nl/196070>.
- O'Neal, M. E., Zontek, E. L., Szendrei, Z., Landis, D. A. & Isaacs, R. (2005). Ground predator abundance affects prey removal in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fields and can be altered by aisle ground covers. *BioControl*, 50(2): 205-222. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-004-0676-9>
- Orga P., J. (2021). Manejo agronómico del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en contenedores en Villacurí, Ica. (Tesis de maestría). Colegio de Postgraduados, Estado de México. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4981/orga-porras-julian.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paredes C., D. M. (2022). Adaptación de dos variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum*), Biloxi y Emerald, bajo cubierta y semicubierta en el Centro de Investigación e Innovación Tecnológica Agropecuaria Tungurahua-Pillaro (CIITAT). (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador
Recuperado de

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/34713/1/Tesis-306%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-%20Paredes%20Caiza%20Diana%20Maribel.pdf>

Pérez C., O. A. (2018). Análisis de la cadena productiva del arándano en México y Chile. Portes: Revista Mexicana de Estudios Sobre la Cuenca del Pacifico, 12(23).

<http://www.portesasiapacifico.com.mx/revistas/epocaiii/numero23/revista.pdf#page=33>

Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *INCI [online]*, 31(8): 583-590. Disponible en: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0378-1844.

Ramírez E., M. S. (2006). Diagnóstico y proyección de la producción de arándanos en la zona sur de Chile (Tesis Doctoral) Universidad Austral de Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fas211d/doc/fas211d.pdf>

Rhodes, E. M. & Liburd, O. E. (2011). Flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) dispersal from alternate hosts into southern highbush blueberry (Ericales: Ericaceae) plantings. *Florida Entomologist*, 311-320. Recuperado de https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://bioone.org/journals/florida-entomologist/volume-94/issue-2/024.094.0226/Flower-Thrips-Thysanoptera--Thripidae-Dispersal-from-Alternate-Hosts-into/10.1653/024.094.0226.pdf&hl=es&sa=T&oi=gbs-gga&ct=res&cd=0&d=13055792952797280992&ei=NHGOYoz4F6CM6rQPru2DMA&scisig=AAGBfm3ZjOgLeB3abIDSs4mgujS5W9aqSg

Rizzo, M. E. (2020). Interacciones dentro del ensamble de parasitoides y depredadores de áfidos y su efecto sobre el control biológico en el cultivo de berenjena. (Tesis Doctoral) Universidad Nacional de La Plata http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/124358/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rocca, M. (2010). Diversidad de los artrópodos fitófagos del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) en la Argentina: atributos poblacionales y factores

- de mortalidad de las principales especies. (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/80378/Documento_completo.pdf-PDFA1b.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SADER. (2018). Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Cultivo del arándano en México, reto superado. Recuperado de: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/cultivo-del-arandano-en-mexico-reto-superado> Revisado el 25 de agosto de 2018
- SAGARPA (2017). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Frutas del bosque arándano, frambuesa, zarzamora. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257076/Potencial-Frutas del Bosque.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257076/Potencial-Frutas_del_Bosque.pdf)
- Sánchez-Vega, M., Aguirre-Uribe, L. A., Flores-Dávila, M., Cerna-Chávez, E., Ochoa-Fuentes, Y. M., Hernández-Juárez, A. & Méndez-López, A. (2021). Diversity of Phytophagous Insects with Potential to Become Key Pests in Genetically Modified Bt Cotton. *Southwestern Entomologist*, 46(2): 317-330. <https://bioone.org/journals/southwestern-entomologist/volume-46/issue-2/059.046.0203/----Custom-HTML----Diversity/10.3958/059.046.0203.short>
- Vargas, A. U. (2021). Las variedades de arándano más cultivadas en México. Recuperado de <https://nxtagro.io/las-variedades-de-arandano-mas-cultivadas-en-mexico/> Revisado el 29 de julio de 2021
- Vera, M., Aguilera, A., & Rebolledo, R. (2010). Comparación de la abundancia relativa y diversidad de coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) en arándano (*Vaccinium corymbosum* L) bajo dos modalidades de cultivo en la Región de La Araucanía, Chile. *Ciencia e investigación agraria*, 37(2): 123-129. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-16202010000200012&script=sci_arttext&tlng=p
- Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., ... & Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. <https://sib.gob.ar/archivos/IAVH-00288.pdf>

- Xie, Y. (2016). Bookdown: Creación de Libros y Documentos Técnicos con R. Editor: Chapman y Hall/CRC. Boca Ratón, Florida, E.U. ISBN 978-1138700109. <https://bookdown.org/yihui/bookdown>.
- Zumbado-Arrieta, M. A., & Azofeifa-Jiménez, D. (2018). Insectos de importancia agrícola. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf>