

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS



**“FAUNA BENÉFICA ASOCIADA AL CULTIVO ORGANICO DE
TOMATE (*Solanum lycopersicum*) EN EL FUNDO DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA”**

Presentada por:

APARICIO ACOSTA MENDOZA

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO MAGISTER SCIENTIAE
EN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

**Lima-Perú
2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

**“FAUNA BENÉFICA ASOCIADA AL CULTIVO ORGÁNICO DE
TOMATE (*Solanum lycopersicum*) EN EL FUNDO DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AGRARIA LA MOLINA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

APARICIO ACOSTA MENDOZA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

M.Sc. Andrés Casas Díaz
PRESIDENTE

Dr. Alexander Rodríguez Berrio
PATROCINADOR

Mg.Sc. Jorge Castillo Valiente
MIEMBRO

Dra. Leonor Mattos Calderón
MIEMBRO

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecerle a Dios por la fuerza, inteligencia y protección que me dio en todos los momentos.

A mis familias que fue el centro de motivación para terminar con éxito mi grado académico y trabajo de investigación.

A todos los profesores del departamento de entomología que siempre accedieron de su tiempo para brindar su apoyo

A la profesora Saray Saira y personal del área de horticultura de la UNALM, que me apoyaron en el trabajo de campo.

A mis compañeros de la maestría Miledi Roja, Roberto Gusqui y Victor Brito, que de cierta manera me apoyaron en todos los procesos del trabajo.

A los estudiantes prácticamente de otras universidades y también de la UNALM, que ofrecieron su ayuda en la colección de insectos.

A Romali Juárez, por su apoyo constante y ánimo durante toda la distancia de la ejecución del trabajo.

Al Profesor Almanza Ruíz y Marcela Acosta, que depositaron esa confianza en mí para que fuera realizar mi estudio en la UNALM.

Al grupo de investigación del IDIAP de Panamá, que también facilitaron ese apoyo en aclaraciones de duda y consultas.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. La biodiversidad en el agroecosistema	4
2.2. Biodiversidad florística de las plantas	5
2.3. Relación fauna benéfica y su huésped	5
2.4. Conservación de enemigos naturales.....	6
2.5. Importancia de control biológico	6
2.6. Agente de control biológico.....	7
2.7. Refugio vegetal	8
2.7.1. Estragón francés (<i>Artemisia dracunculus</i> L.) Familia Asterácea	8
2.7.2. Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L.) Familia Lamiaceae	9
2.7.3. Menta (<i>Mentha piperita</i> L.). Familia: Lamiaceae.	9
2.7.4. Algodón (<i>Gossypium barbadense</i> L.). Familia. Malvaceae	10
2.7.5. Trigo sarraceno (<i>Fagopyrum esculentum</i> M.). Familia Polygonácea.....	10
2.7.6. Girasol (<i>Helianthus annuus</i> L.). Familia Asteraceae.....	11
2.7.7. Hisopo (<i>Hyssopus officinalis</i> L.). Familia. Lamiaceae.....	12
2.8. Cultivo de tomate.....	12
2.8.1. Cultivar e híbrido de tomate	12
2.8.2. Problemas fitosanitarios	13
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Localización del área experimental.....	15
3.2. Características ambientales	16
3.3. Materiales y equipo.....	17
3.4. Características del campo experimental	17
3.5. Diseño experimental de la investigación.....	18
3.6. Actividades en la fase Pre-campo.....	19
3.6.1. Semillas de refugios y tomate	19
3.6.2. Almacigueras.....	20
3.7. Actividades en la fase de campo	21
3.7.1. Instalación de los refugios y tomate	21
3.7.2. Mantenimiento de los refugios y tomate	21
3.7.3. Evaluación de fauna benéfica y selección de plantas	22
3.8. Actividades en la fase de laboratorio.....	22
3.8.1. Montaje de insectos.....	22
3.8.2. Clasificación de insectos	23

3.9. Metodología de evaluación de insectos	23
3.9.1. Metodología de evaluación en plantas de refugios.....	24
3.8.1.1 Plantas herbáceas.....	24
3.8.1.2 Planta de crecimiento longitudinal.....	24
3.9.2. Metodología de evaluación en las plantas de tomate	25
3.10. Análisis de datos.....	25
3.10.1. Índice de diversidad alfa (α).....	25
3.10.2. Índice de diversidad beta (β)	26
3.10.3. Curva de acumulación de especies.....	27
3.10.4. Análisis no paramétricos, Kruskall Wallis, T student	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Densidad poblacional de grupos funcionales en los refugios	29
4.1.1. Características de los refugios vegetales asociado al tomate.....	29
4.1.2. Abundancia de la entomofauna clasificado por órdenes.....	30
4.1.3. Abundancia de los grupos funcionales	31
4.1.4. Abundancia de grupos funcionales en tomate cultivar “Toroty” con refugio y su manejo agronómico	33
4.1.5. Abundancia de grupos funcionales en tomate cultivar “Pratico” sin refugio y su manejo agronómico	35
4.1.6. Densidad y abundancia por familia de cada grupo funcional en cada uno de los refugios vegetales y el cultivo de tomate	36
4.1.7. Plagas de importancia en el cultivo de tomate	46
4.1.7.1. Población de la mosquilla del brote (<i>Prodiplosis longifila</i>) en el cultivar de tomate con y sin refugios	46
4.1.7.2. Incidencia de <i>Euchistus</i> sp. en el cultivo de tomate con y sin refugio	48
4.2. Diversidad de fauna benéfica en los refugios asociada al cultivo de tomate.....	48
4.2.1. Análisis de diversidad alfa	48
4.2.1.1. Riqueza específica de los grupos funcionales en refugios vegetales y el cultivo de tomate	48
4.2.1.2. Riqueza específica e índice de diversidad por refugio vegetal	50
4.2.2. Análisis diversidad beta	52
4.2.2.1. Índice de similitud de parasitoides en los refugios y el tomate.....	52
4.2.2.2. Índice de similitud de predadores en los refugios y el tomate	54
4.2.2.3. Índice de similitud de polinizadores en los refugios y el tomate	56
4.2.3. Curva de acumulación de especies por grupo funcional en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate	57
4.2.3.1. Curva de acumulación de especie en el estragón francés (<i>A. dracuncululus</i>).....	57
4.2.3.2. Curva de acumulación de especie en el trigo sarraceno (<i>F. esculentum</i>).....	59
4.2.3.3. Curva de acumulación de especie en el algodón (<i>G. barbadense</i>).....	62
4.2.3.4. Curva de acumulación de especie en el girasol (<i>H. annuus</i>).....	64
4.2.3.5. Curva de acumulación de especie en el hisopo (<i>H. officinalis</i>).....	67
4.2.3.6. Curva de acumulación de especie en la menta (<i>M. piperita</i>)	69
4.2.3.7. Curva de acumulación de especie en la albahaca (<i>O. basilicum</i>).....	71
4.3. propuesta de refugio para uso en cultivo de tomate	74
4.3.1. Similitud de la comunidad de especies predatoras y parasitoides entre los refugios con el cultivo de tomate	74
4.3.2. Refugios favorables para insectos parasitoides asociado al cultivo de tomate.....	75
4.3.3. Refugios favorables para insectos predadores asociado al cultivo de tomate	78
4.3.4. Análisis de rendimiento de tomate con refugio y sin refugio	80

V. CONCLUSIONES	82
VI. RECOMENDACIONES	84
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS	97

INDICE DE CUADRO

Cuadro 1: Características de los refugios vegetales que fueron asociados al cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.	29
Cuadro 2: Abundancia de los insectos clasificado por órdenes, de los refugios vegetales y cultivo de tomate, en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú.	30
Cuadro 3: Abundancia de los parasitoides en cada refugio vegetal y el cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.	37
Cuadro 4: Abundancia de predadores en cada refugio vegetal y el cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.	40
Cuadro 5: Abundancia de polinizadores en cada refugio vegetal y el cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.	42
Cuadro 6: Abundancia de herbívoros en cada refugio vegetal y el cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.	45
Cuadro 7: Riqueza específica de los grupos funcionales en cada refugio vegetal y el cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.	49
Cuadro 8: Diversidad, riqueza específica de los parasitoides y estructura de la comunidad	51
Cuadro 9: Diversidad, riqueza específica de los predadores y estructura de la comunidad	52
Cuadro 10: Análisis de similitud (Jaccard) de los parasitoides entre los refugios y el cultivo de tomate.....	53
Cuadro 11: Análisis de similitud (Jaccard) de los predadores entre los refugios y el tomate	55
Cuadro 12: Análisis de similitud (Jaccard) de los polinizadores entre los refugios y el cultivo de tomate.....	56
Cuadro 13: Análisis de similitud (Jaccard) de los parasitoides y predadores entre los refugios y el cultivo de tomate.....	75
Cuadro 14: Análisis económico y rentabilidad de tomate con y sin refugio.....	81

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Localización del área de investigación	15
Figura 2: Temperatura y humedad promedio del área de investigación.....	16
Figura 3: Dimensiones del lote San Juan 2, del huerto orgánico de la UNALM	18
Figura 4: Diseño experimental en el área de investigación	19
Figura 5: Grupos funcionales en los refugios asociados al cultivo de tomate.....	32
Figura 6: Grupos funcionales en tomate cultivar "Toroty" con refugio según la etapa fenológica.....	34
Figura 7: Grupos funcionales en tomate cultivar "Pratico" sin refugio según la etapa fenológica.....	35
Figura 8. Población de <i>Prodiplosis longifila</i> en cultivar de tomate con y sin refugio.....	47
Figura 9: Curva de acumulación de parasitoides en el estragón francés (<i>A. dracunculus</i>). 58	
Figura 10: Curva de acumulación de predadores en el estragón francés (<i>A. dracunculus</i>). 59	
Figura 11: Curva de acumulación de parasitoides en el trigo sarraceno (<i>F. esculentum</i>) ... 60	
Figura 12: Curva de acumulación de predadores en el trigo sarraceno (<i>F. esculentum</i>)..... 61	
Figura 13: Curva de acumulación de parasitoides en el algodón (<i>G. barbadense</i>)..... 62	
Figura 14: Curva de acumulación de predadores en el algodón (<i>G. barbadense</i>)..... 64	
Figura 15: Curva de acumulación de parasitoides en el girasol (<i>H. annuus</i>)	65
Figura 16: Curva de acumulación de predadores en el girasol (<i>H. annuus</i>)..... 66	
Figura 17: Curva de acumulación de parasitoides en el hisopo (<i>H. officinalis</i>)..... 67	
Figura 18: Curva de acumulación de predadores en el hisopo (<i>H. officinalis</i>)	68
Figura 19: Curva de acumulación de parasitoides en la menta (<i>M. piperita</i>)..... 70	
Figura 20: Curva de acumulación de predadores en la menta (<i>M. piperita</i>)	71
Figura 21: Curva de acumulación de parasitoides en la albahaca (<i>O. basilicum</i>)..... 72	
Figura 22: Curva de acumulación de predadores en la albahaca (<i>O. basilicum</i>)..... 73	

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1: Clasificación de insectos parasitoides en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.	98
Anexo 2: Clasificación de insectos polinizadores en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.	98
Anexo 3: Clasificación de insectos predadores en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM. Lima-Perú. 2017.	99
Anexo 4: Clasificación de insectos herbívoros en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM. Lima-Perú. 2017.	100
Anexo 5: Análisis descriptivas: Pruebas de Kruskal Wallis, sobre rendimiento de tomate con y sin refugio en Kg/ha.....	101
Anexo 6: Rendimiento del tomate cultivar "Toroty" con refugio	101
Anexo 7. Rendimiento del tomate cultivar "Pratico" sin refugio	102

RESUMEN

Se estudió, comparativamente, la influencia de la asociación del cultivo del tomate con siete especies de plantas usadas como refugio de insectos benéficos (predadores, parasitoides y polinizadores). El trabajo fue realizado durante la primavera/verano de 2016-2017, en un huerto orgánico ubicado en la costa central de Perú con temperaturas entre 19 - 25 °C y humedad relativa entre 66 - 75 %. Las evaluaciones se efectuaron con una duración de 4:30 horas, semanalmente; los insectos benéficos fueron llevados al Museo de Entomología de la UNALM, para ser identificados a nivel de familia, género y especie. Para el análisis de la información se utilizó estimadores de diversidad mediante el programa Stimates Swin 752, así como índices de diversidad alfa, beta e índices de similaridad, así como estadísticos no paramétricos Kruskal-Wallis, t student. Dentro de los resultados obtenidos, se registraron un total de 5689 individuos, clasificados en 130 morfoespecies ubicados en 75 familias y nueve órdenes; de estos resultados las familias más representativas y con mayor abundancia y diversidad corresponden a: Parasitoides Braconidae (*Chelonus insularis*), Ichneumonidae (*Campoletis*), Scelionidae (Aradophagini) y Tachinidae (*Conmatacta variegata*); Predadores Carabidae (*Tetracha carolina chilensis* y *Blennidus*); Coccinellidae (*Hippodamia convergens*), Berytidae (*Metacanthus*), Nabidae (*Nabis punctipennis*) Dolichopodidae (*Condylostylus quadricolor*) y Crabronidae (*Liris*); Polinizadores Apidae (*Apis mellifera*) y Halictidae (*Agapostemon*). Las plantas refugios con mayor diversidad de la entomofauna benéfica compartida con el cultivo de tomate fueron: el trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*), el algodónero (*Gossypium barbadense*), la albahaca (*Ocimum basilicum*) y el girasol (*Helianthus annuus*), y son las que se recomienda para ser asociado al cultivo de tomate orgánico. Dentro de las familias de parasitoide más compartida fueron: Tachinidae (*Archyta*, *Lynnaemya comta*, *Gonia peruviana* y *Conmatacta variegata*), Bombylidae (*Hemipenthes*), Braconidae (*Chelonus insularis*, *Aphaereta* y *Praon*); predadores Carabidae (*Blennidus*, y *Tetracha carolina chilensis*).

Palabras clave: Refugios vegetal, entomofauna benéfica

ABSTRACT

It is reported a comparative study on the influence of a commercial tomato cultivar with each of seven other plant species used as refuge of beneficial insects (parasitoids, predators, pollinators). The study was done on during the spring/summer seasons of 2016/2017, inside an organic vegetable garden located in the middle of the peruvian coast, with temperatures between 19 and 25 Centigrade degrees and relative air humidity between 66 and 75%. The evaluations were made with a duration of 4:30 hours at weekly; the beneficial insect were taken to the Entomology Museum of the UNALM, to be identified to level of family, genera or species. For the analysis of the information, were used diversity estimators through the Stimates Swin 752 program, as well as alpha and beta diversity index, similarity index, as well as non-parametric statistics Kruskall-Wallis, t student. Inside the results obtained, there were registered 5689 individuals, classified in 130 morphospecies, which belonged to 75 families and nine insect orders; of this results the most representative families and this with greater abundance and diversity corresponds to; parasitoids Braconidae (*Chelonus insularis*), Ichneumonidae (*Campoletis*), Scelionidae (Aradophagini) and Tachinidae (*Conmatacta variegata*); Predators Carabidae (*Tetracha carolina chilensis* and *Blennidus*); Coccinellidae (*Hippodamia convergens*), Berytidae (*Metacanthus*), Nabidae (*Nabis punctipennis*) Dolichopodidae (*Condylostylus quadricolor*) and Crabronidae (*Liris*); Pollinators Apidae (*Apis mellifera*) and Halictidae (*Agapostemon*). The shelter plants with the greatest diversity of beneficial entomofauna shared with the tomato crop were: Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), the Cotton Plant (*Gossypium barbadense*), the Basil Plant (*Ocimum basilicum*), and the Sunflower Plant (*Helianthus annuus*) and are those that are recommended to be associated with the organic tomato crop. Inside the most shared parasitoids family were; Tachinidae (*Archyta*, *Lynnaemya comta*, *Gonia peruviana* y *Conmatacta variegata*), Bombylidae (*Hemipenthes*), Braconidae (*Chelonus insularis*, *Aphaereta* y *Praon*); predators Carabidae (*Blennidus*, and *Tetracha carolina chilensis*).

.Key words: plant shelter, beneficial entomofauna

I. INTRODUCCIÓN

Las comunidades de insectos benéficos (parasitoides, predadores, polinizadores), y los microorganismos que interactúan, son grupos funcionales que conforma la riqueza biológica del agroecosistema, pero su persistencia depende del manejo del hábitat y que de preferencia agroecológico; lo ideal es mantener un sistema diversificado con vegetación natural para la supervivencia y estabilidad de los insectos, que participan en diversos procesos de renovación y servicios ecológicos (Altieri y Nicholls, 2010). Sin embargo, las simplificaciones de los grupos funcionales están sujetos a diferentes cambios que se realizan dentro de las actividades productivos, especialmente en la reducción del hábitat local por el intensivo uso de insumos externos, que no solo genera pérdida de enemigos naturales, sino también la desaparición de plantas de importancia económica (Sarandón y Flores, 2014).

Es cierto que las plantas acompañantes de los cultivos puede ser un competidor por espacio nutrientes y luz, e incluso pueden servir de hospedero de insectos plagas y enfermedades. Sin embargo, esta vegetación también contribuye al sostenimiento de la entomofauna benéfica, entre la que se encuentran predadores, parasitoides y polinizadores (Chinchilla y Mexzón, 2003), que se alimentan de secreciones de nectarios (intra y extraflorales), polen y presas proporcionada por la vegetación. Además, existen plantas que emiten señales químicas (kairomona) que son percibidas por los insectos entomófagos que migran de los alrededores para ubicar el hábitat de sus presas o huéspedes (Altieri, 1999).

En conjunto las plantas son universalmente reconocidas como un componente vital de la biodiversidad y la sostenibilidad del agroecosistema, ya que cumplen funciones ecológica importante, al favorecer el desarrollo de otra, como plantas repelentes o atrayentes de insectos benéficos (Alarcón, 2011), y para la agricultura su presencia tiene un profundo impacto en la composición e interacciones de la entomofauna del cultivo, a tal punto que los insectos son más efectivos en hábitat complejo y con posibilidades de encontrar presas alternativas, abrigos, sitios para reproducción y refugio para dormancia (Blanco *et al.*, 2015), por lo tanto, los atributos poblacionales de insectos varían de acuerdo al tipo de

agroecosistema, donde los sistemas orientado al policultivo son más complejos y diversos a diferencia de los monocultivos que son más simplificados (Ruíz y Castro, 2005).

Dado que la diversidad vegetal juega un rol importante en la agricultura, los ecologistas sugieren mantener la biodiversidad incorporando especies vegetales con el hospedero principal de fitófagos especializados, para promover el desarrollo de las comunidades de insectos parasitoides y predadores (Cañedo *et al.*, 2011), que contribuya a la reducción de insectos plagas. Es una estrategia que representa un importante avance en la aplicación de técnica de control biológico, pero el manejo apropiado requiere de un amplio conocimiento de los insectos que habitan en el agroecosistema y las especies vegetales para evitar un manejo inadecuado del hábitat (Altieri y Nicholls, 2010).

Al definir que los sistemas diversificados es una alternativa que más posibilidades tiene para la sostenibilidad del agroecosistema, se decidió trabajar con plantas vegetales que tienen antecedentes de atracción a la fauna benéfica para ser asociado al cultivo de tomate orgánico, que se constituye como la hortaliza de mayor valor económico y de mayor difusión en todo el mundo (Torres *et al.*, 2007) y en el Perú, la mayor parte de la producción de este cultivo está en manos de pequeños y medianos productores, cultivándose en diferentes condiciones climática, de la costa, sierra y selva (Eleazar *et al.*, 2011). Sin embargo, es una planta que durante toda su etapa fenológica es alterado por insectos dañinos, sobre todos aquellos que se constituye como plaga clave (*Tuta absoluta* y *Prodidiplosis longifila*) que reducen significativamente los rendimientos (Valarezo *et al.*, 2003).

Existe, una opción para mejorar la agricultura que es alternando plantas taxonómicamente diferentes al cultivo, para el establecimiento de enemigos naturales orientado al control biológico, lo cual tiene más posibilidades de garantizar una producción de tomate orgánica, que normalmente son la más adquirida por el mercado internacional y muy bien pagado a diferencia de los productos convencionales, y en sistema de cultivo asociado los antecedentes explican que pueden haber un incremento significativo de la entomofauna benéfica, por lo tanto, se ha planteado los siguientes objetivos:

- ❖ Cuantificar la población de predadores, parasitoides, y polinizadores presente en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate.

- ❖ Determinar la diversidad de fauna benéfica en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate.
- ❖ Determinar la composición de entomofauna más promisorias de los refugios vegetales para el cultivo de tomate.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La biodiversidad en el agroecosistema

El mantenimiento de la biodiversidad, efectivamente comprende la riqueza de vida sobre la tierra, interactúan numerosas especies benéficas y alta diversidad de floras, que permiten a los gestores del agroecosistema añadir y aumentar servicios esenciales para la obtención de un sistema más complejo y diverso (Altieri, 1992), pero la reducción de la comunidad biológica está particularmente relacionada a la durabilidad del cultivo, la intensidad del manejo y el aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural (Nicholls, 2008), que se manifiesta a través del empeoramiento de la mayoría de los problemas de plagas y está ligada con la expansión de monocultivos a expensas de la vegetación natural, decreciendo con ellos la biodiversidad del hábitat local (Venturini y Queirós, 2007).

Es un reto colectivo que se debe manejar a nivel global y con enfoque integrador sobre la protección de la diversidad y la lucha contra el cambio climático, ya que la desaparición de muchas especies de floras y faunas constituyen ser un problema en los agroecosistemas y el desarrollo social y económico de la humanidad (Devine *et al.*, 2008). Para evitar que estos problemas incrementen, se deben emplear nuevas estrategias para reducir los impactos ecológicos y ambientales en los ecosistemas y una de las opciones es la diversificación de la vegetación natural para favorecer la abundancia de enemigos naturales y su efectividad en el campo agrícola (Tarrasón, 2008), porque muchas especies vegetales crean condiciones propicias de hábitat y alimentación para numerosos artrópodos benéficos y al aumentar la diversidad de estos artrópodos existe la posibilidad de reducir la población de insectos herbívoros (Ruíz y Castro, 2005), lo cual se considera como una de las mejores estrategias, para la sostenibilidad y mantenimiento de la comunidad de la entomofauna benéfica que benefician la agricultura (Altieri, 1992).

2.2. Biodiversidad florística de las plantas

Las especies vegetales, son en su mayoría plantas ricas en nectarios y follaje atractivo para una serie de artrópodos benéficos y el ambiente en el cual interactúa (Arias, 2012), pero la determinación de insectos que accedan al néctar y polen para su alimentación va a depender del tamaño y forma de las flores, tal es el caso de avispas parasitoides, que requieren de flores pequeñas y relativamente abierta, mientras otros grupos de insectos solo están presentes en periodo específico de crecimiento (Yong, 2010). Bajo esta dinámica, los agroecólogos recomiendan conocer el periodo en que las flores estén disponible, su arquitectura floral y la ubicación de nectario dentro de las flores (profundas, poco profundas o expuestas), porque aunque las plantas dispongan de abundante néctar no todos son accesible para el ingreso de enemigos naturales (Rodríguez y González, 2014), pero si son recursos como dieta fundamental para muchas especies de parasitoides y predadores, ejerciendo así una tasa de reproducción más elevada al beneficiarse con una mejor provisión de alimento a través de la diversidad florística (Scialabba y Hattam, 2003).

Devine *et al.* (2008) demuestra que la vegetación en la etapa floral incrementan significativamente las actividades de enemigos naturales, en especial adulto de parasitoide que se alimenta de la miel polen o néctar (floral o extrafloral), igualmente mediante otra investigación realizado por Quispe (2012), indica que la población de avispas y polinizadores coincidieron en la etapa de floración, fin de floración o fructificación, esto quiere decir, que aunque exista variaciones de los grupos funcionales en la distribución y dispersión, la diversificación de diversas especies florales facilitan la entrada y recuperación de la biodiversidad (Blanco y Leyva, 2007).

2.3. Relación fauna benéfica y su huésped

Hay muchos factores que pueden influir en la relación huésped-parasitoides o predador-presa y determinar la acción de enemigo natural (Rodríguez y Bernal, 2007) y por esto es el éxito o fracaso de un programa de control biológico, que se profundiza en el estudio y comprensión de esta relación y los factores que influyen en ellas, las cuales se clasifican en factores abióticos, como la temperatura humedad y luz y los factores bióticos, tales como las especies y condiciones de las plantas huésped, la cualidad de las especies estarían en atacar al huésped sobre diferentes especies de plantas (Murcia y Salamanca, 2006).

Buena parte de los programas de control biológico de plagas se basan en la presencia espontánea de los enemigos naturales dentro del cultivo y es bien conocido, que para que sean efectivos, es muy importante asegurar una buena relación entre la presa y sus entomófagos (Quinto *et al.*, 2010). Por ellos, es muy importante que éstos colonicen el cultivo en el número necesario y en el momento adecuado. Esta población no coloniza eficientemente si nosotros no intervenimos, y para lograr el éxito es necesario corregir esa situación, que puede implicar la modificación tanto del hábitat agrícola como el no-agrícola asociado (Badii y Abreu, 2006).

2.4. Conservación de enemigos naturales

La conservación de las especies de enemigos naturales es una estrategia más bien preventiva, que promueve la regulación del conjunto de poblaciones fitófagas o fitopatógenas presentes en el agroecosistema (Nicholls, 2010) y el manejo de la diversidad vegetal facilitan el establecimiento de los organismos introducidos y de los liberados inoculativa o inundativa (Vázquez *et al.*, 2008) y en la agricultura ecológica sostenible, promueve un conjunto de opciones con el fin de reducir los costos, proteger el medio ambiente, así como intensificar las interacciones biológicas y los procesos naturales beneficiosos, por ello es que frente a una agricultura basada en subsidios energéticos, ha surgido la corriente de la restauración y conservación de enemigos naturales, manteniendo la vegetación natural para estos organismos (Blanco y Leyva, 2015).

2.5. Importancia de control biológico

La adopción e implementación de Manejo Integrado de Plaga (MIP), ha permitido implementar diferentes métodos de control de plagas dentro de un sistema dinámico, sustentando en conocimientos biológicos, etológicos y ecológicos (Durán, 2010), profundo de los sistema de producción, entre ellos la aplicación de control biológico ha despertado un interés para los agricultores, ya que consiste en utilizar los medios que la naturaleza pone al alcance para combatir poblaciones de plagas y hongos, y esto se consigue utilizando las armas naturales que se encuentra en cada una de las especies, que están adaptada a evitar distintas plagas y es posible utilizar estas ventajas propias de las plantas (Millán, 2008).

El control biológico es una práctica muy importante para el manejo de plagas, que consiste en la utilización de organismos vivos para reducir y mantener la abundancia poblacional de

una plaga por debajo de los niveles de daño económico (Gutiérrez *et al.*, 2013). Su valor recae en que puede resultar en un control eficiente tanto a mediano como a largo plazo, compatible con un bajo riesgo ambiental y una producción sustentable. Resulta fundamental para los programas de control biológico considerar la ecología, biología y comportamiento de los enemigos naturales de la plaga y de la plaga misma, además de aquellos factores que podrían ser causantes de cambios poblacionales (Guédez *et al.*, 2009).

2.6. Agente de control biológico

A pesar de la amplia gama de organismos reportado en su acción como controladores naturales de insectos plagas, malezas o enfermedades, pero desde el punto de vista de control biológico, los organismos utilizados como agente de control se ha clasificado en cuatro categorías: Parasitoides, depredadores, patógenos y antagonistas (Nicholls, 2008). El estudio de estos grupos ocupa grandes volúmenes importante en su acción, pero se hace referencias a los agentes controladores más comunes y de interés por los agricultores.

Predadores

Son fauna muy diversos y requieren de varias presas para completar su ciclo biológico (Urbaneja *et al.*, 2005). Hay predadores que tienen un amplio rango de especies para alimentarse (polífagos) y otros que son especialistas en una (monófagos) o pocas especies (olífagos). Los predadores monófagos y olífagos son utilizados comúnmente en Control Biológico, por reunir características deseadas de especificidad, pero los más conocidos y empleado en el programa de Control Biológico son los coccinélidos, larvas de sírfidos, crisopas y ácaros predadores (Sánchez *et al.*, 1997).

Parasitoides

La mayoría de sus especies pertenecen al orden Hymenóptera y Díptera (Nicholls, 2008), algunas son endoparásitos, cuya larva se desarrollan en el interior del huésped y otros ectoparásitos que se alimenta externamente del huésped (Godfray y Ríos-Casanova, 1994). Son considerados muchos más activos y específicos en busca de presa a diferencia de los predadores, pero el adulto para establecerse necesita de nectarios extraflorales de diversas plantas para su alimentación, para poder multiplicarse e incrementar su longevidad y de esta manera mejorar su efectividad de control biológico. (González *et al.*, 2014).

2.7. Refugio vegetal

La naturaleza ofrece la oportunidad de relacionar la diversificación de la vegetación y la dinámica poblacional de herbívoros y sus enemigos naturales asociados a la luz de la entomofauna presente en el agroecosistema (Altieri y Nicholls, 2000), son reconocidos universalmente como una parte vital de la diversidad biológica del mundo y un recurso esencial para el planeta. Sin embargo, la desaparición de gran cantidad de esta diversidad presenta uno de los mayores desafíos para la comunidad mundial, porque desequilibra la riqueza ecológica, que satisface las necesidades presentes y futuras de la humanidad (SCDB, 2009).

Como alternativas para mantener la diversidad biológica, los investigadores han demostrado que las vegetaciones facilitan el acceso a los enemigos naturales y posteriormente su efectividad en un área cultivada, por el contrario, el establecimiento de sectores extensos de monocultivos libres de otra vegetación, implica que los refugios queden lejos de su alcance, con la cual disminuye notablemente la acción de los enemigos naturales de las plagas (Zúñiga, 1987).

2.7.1. Estragón francés (*Artemisia dracunculus* L.) Familia Asterácea

Son plantas leñosas que pueden llegar a medir hasta 1 m de altura. Los tallos son erguidos, delgados, ramificados y desprenden un ligero aroma picante. Las hojas son estrechas y puntiagudas de color verde oscuro. Durante el verano, aparecen las flores pequeñas agrupadas de color verde-amarillo. Son estériles y no dan semillas, por ello, únicamente, se puede reproducir por vía vegetativa en primavera o en otoño. Es una planta que se adapta en clima templado y requieren de suelos ligeros, rico en materia orgánica, pero sobre todo bien drenado, ya que no soporta el exceso de humedad (Alarcón, 2011).

Según Gaetán y Madia (1995) indican que los daños por plagas no son significativos, pero en condiciones de campo *Sclerotinia minor* se comporta como patógeno del estragón francés. Actualmente no se han registrados enemigos naturales en la planta, pero son atractivos para insectos polinizadores por su néctar y polén (Rivera, 2012).

2.7.2. Albahaca (*Ocimum basilicum* L.) Familia Lamiaceae

Planta aromática anual, perteneciente a la familia Lamiaceae que abarca una gran cantidad de sub-especies, variedades y formas. Puede alcanzar un metro de altura presentando múltiples tallos rectos rebosantes de hojas grandes de unos 5 cm de longitud, con forma alargada rematada por bordes dentados, tacto aterciopelado, una tonalidad verde brillante algo más oscura por el envés y que despiden un intenso aroma. Sus flores nacen en grupos de 6 en forma de espiga, aspecto tubular, color blanco o rosado y hasta 1 cm de corola. Se adapta en climas cálidos sin variaciones bruscas de temperaturas y requieren de suelos ligeros, esponjosos, húmedos, bien drenados y ricos en materia orgánica (Zepeda, 2016).

En esta planta se ha reportado, daños por áfidos y Chysomelidae, además es afectado por pudrición basal de *Pythium* y *Fusarium* y enanismo por *Meloidogyne* en época invernal (Alarcón, 2011). Pero son plantas que favorecen el desarrollo de otros en huertos familiares, ya que atrae insectos beneficiosos de parasitoides, predadores y abejas polinizadores (Apidae y Halictidae), que fomenta la fecundación y protege al cultivo del ataque de hongos (FONCODES, 2014), también controlan insectos, ácaros e inhiben el óptimo crecimiento a las polillas, escarabajos, áfidos, gusanos, moscas y mosquitos (Salazar, 2010).

2.7.3. Menta (*Mentha piperita* L.). Familia: Lamiaceae.

Es una planta herbácea, de tallos erectos cuadrangulares, muy ramificados, que pueden alcanzar los 80 cm de altura. Las hojas son pecioladas, lanceoladas o agudas, con bordes aserrados de color verde oscuro en la cara superior y más clara en el inferior, opuestas, formando nudos de los que surgen ramificaciones del tallo y las inflorescencias, hay especies que solo se dan en climas fríos (10 °C - 18 °C) y otras que prefieren climas cálidos (25 °C - 35 °C), algunas se desarrollan en sectores de elevada humedad, mientras que otras en áreas caracterizadas por su marcada sequedad, además se desarrolla en gran variedad de suelo y pH entre 6.0 a 7,5 (Torres, 2013).

En la planta aún no se ha observado daño severo de plagas. Sin embargo, se ha identificado síntomas por *Colletotrichum gloeosporioides*, patógenos que afecta el área foliar dejando una coloración pardo oscuro y lesiones necróticas angulares (Gaetán y Gally, 1993).

Estas plantas asociadas con tomate y repollo repelan pulgones y a la mariposa de la col (*Pieris brassicae*), además polillas y otros insectos perjudiciales. Atraen insectos benéficos en especial los polinizadores de la familia Apidae, y predadores de la familia Chrysopidae y Syrphidae controladores de pulgones (Millán, 2008).

2.7.4. Algodón (*Gossypium barbadense* L.). Familia. Malvaceae

El algodón para ser asociado con el cultivo de tomate debe ser de la variedad “Tangüis”, es un tipo de algodón que se produce en el departamento de Ica, al sur de Lima desde comienzo del siglo XX. Su aparición revolucionó la industria textil en el Perú. Se caracteriza por su fibra larga, resistencia a enfermedades y parásitos, y buena adaptación a la mayoría de los valles de las zonas centro y sur de la Costa peruana (Olórtegui *et al.*, 2004). La temperatura óptima para el algodón es entre 20 a 30°C, la planta no es muy exigente al agua en su primera etapa de desarrollo, el riego es más prioritario en la etapa de fructificación (Azula, 2015).

Floración: Los primeros botones florales se dan entre los 45 a 80 días y su floración termina entre los 80 y 110 días. Proveen de polen esférico de 81 a 143 micras y usualmente tienen nectarios florales y extraflorales (SIOVM, 1987).

En el Perú se ha reportado *Pectinophora gossypiella*, *Dysdercus peruvianus*, *Anthonomus vestitus*, como plagas principales, además de plagas secundaria *Anomis texana*, *Aphis gossypii* y *Heliothis virescens* que intervienen en las afectaciones de la fisiología de la planta cultivada (Olórtegui *et al.*, 2004).

Pero se considera como planta importante como hospedera de enemigos naturales, que destacan los predadores del género: *Chrysoperla*, *Rhinacloa*, *Orius*, *Metacanthus*, *Nabis*, *Geocoris*, *Podisus* y *Tetracha* y parasitoides del género *Trichogramma*, *Rogas*, *Campoletis*, *Aphidius*, *Gonia*, *Enicospilus* y *Apanteles* (Lobos, 2003; Quispe, 2012).

2.7.5. Trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum* M.). Familia Polygonácea

Es una planta herbácea perteneciente de la familia Polygonaceae, se encuentra distribuido en Canadá, Rusia y Estados Unidos, tienen hojas que varían en tamaño, disposición y forma, el tallo siempre está rodeado por una vaina en la base, las hojas superiores son abrazadoras. Las flores son de color blanco o rosa, pequeño y agrupado en inflorescencias terminales.

Cada flor posee 8 estambres y 3 pistilos. Los frutos son aquenios de tres aristas, contienen una sola semilla y maduran de forma gradual lo que dificulta su recolección. Para su germinación requieren una temperatura ideal de 20 a 22 °C. Esta planta es de ciclo corto de 75 a 120 días (Mostafa *et al.*, 2010).

Con respecto a plagas se han reportado *Myzus persicae*, pero no representa serios problemas, el principal daño se observa es en el momento de la maduración y después de la cosecha por aves (Miranda, 2009). Esta planta alberga un gran número de *Orius insidiosus*, *Harmonia axyridis*, *Condylostylus* sp. Thomisidae (arañas) y algunas otras especies de la familia Ichneumonidae y Braconidae importante parasitoides que produjo un aumento en los viñedos con cubierta vegetal (Nicholls, 2010).

2.7.6. Girasol (*Helianthus annuus* L.). Familia Asteraceae

El girasol es una planta nativa de Estados Unidos de América al igual que la mayor parte de los miembros del género *Helianthus*. Las hojas son alternas, grandes, trinervadas, muy pecioladas, de forma variables, el tallo es erecto, vigoroso y cilíndrico, la inflorescencia (llamada capítulo o cabeza) está formada por un número de flores que fluctúa entre 500 y 1500. En plena floración es semicarnoso y succulento y en el receptáculo hay dos tipos de flores: liguladas y tubulosas. Es un cultivo poco exigente en el tipo de suelo, aunque prefiere los arcillo-arenosos y ricos en materia orgánica, la temperatura óptima para su desarrollo es de 13 a 22°C (Rodríguez *et al.*, 2017).

No se han encontrado ataques considerados dentro del rango de importancia económica de plagas y enfermedades, sin embargo, suelen aparecer dependiendo de las condiciones ambientales mancha angular por *Alternaria* sp. y *Sclerotium roflsii* y por plagas *Bemisia* sp. y *Prodiplosis longifila* (Ávila, 2009).

Esta planta es atractiva para insectos polinizadores de la familia Apidae y Halictidae, además de insectos predadores como Carabidae, Coccinellidae, larva de Syrphidae y Chrysopidae, larva y adulto de Hemerobidae (Neuróptera), larva y adulto de *Oligota* (Coleóptera: Staphylinidae) (Polanía *et al.*, 2011) y dentro de los parasitoides, se pueden enumerar gran cantidad especies de la familia Ichneumonidae y Braconidae (Quispe, 2012).

2.7.7. Hisopo (*Hyssopus officinalis* L.). Familia. Lamiaceae

Es una planta herbácea perenne, posee un tallo ramificado y leñoso con numerosos vástagos de hojas lanceoladas y flores azules. Su temperatura ideal se sitúa entre 15-25 °C, aunque puede vivir también en climas templados-fríos. El hisopo es una planta bastante rústica que no necesita un suelo especial, aunque prefiere los calizos. La plantación puede realizarse en primavera o a finales de invierno. No necesita abonado, sólo en la época de floración si se quiere potenciar (fertilizante mineral). No suele ser atacada por las habituales plagas del jardín y puede multiplicarse por semilla (Moré *et al.*, 2009).

Esta planta atrae insectos beneficiosos, como las moscas sírfida, predador de pulgón, además la planta repela mariposa de la col, mosca de la fruta, babosas, orugas y otros insectos. Atraen *Aphidius* sp, *Gonia peruviana*, *Chrysoperla externa* y *Orius insidiosus* (Rivera, 2012).

2.8.Cultivo de tomate

El tomate (*Solanum lycopersicum* M.) es la hortaliza de mayor consumo a nivel mundial y su demanda aumenta significativamente por su creciente reconocimiento del valor nutritivos y están presente en el mercado durante todo el año, cultivándose en una amplia variabilidad de condiciones climáticas (Palomo *et al.*, 2010), y se estima que la producción mundial alcanza alrededor de 4.8 millones de hectáreas, siendo los países asiáticos como líderes de la producción en toneladas (60,5%), seguido están los países de Américas (15,3%), después los países de Europa (12,8%), África (11, 1%) y Oceanía (0,3%), de la producción total (FAO, 2013). Perú, ocupa el 0,9% (229,356 ton.) de la producción total de las Américas, la mayor producción se centra en la Costa, con más de 84% de la producción nacional, siendo Ica la principal región productora de tomate (Calero, 2013).

2.8.1. Cultivar e híbrido de tomate

Son numerables variedades e híbridos que se cultiva en el mundo y muchos están en manos de pequeños productores, ocupando grandes áreas tanto en sistema convencional y orgánico (Cañedo *et al.*, 2011), y entre los cultivares que más destacan en la costa central del Perú son los siguientes: Brigade, Chef, Daniela, Duke, EF 163, Empire, Heinz 3302, Luxor, Max, Nema-Mech, Nema 1400, Peto 9889, Río fuego, Río Grande, Sper max, Tres ríos, UC 82, y otros híbridos resistentes a plagas y enfermedades. (Suirá-Céspedes, 2000).

Muchos de los híbridos que se han desarrollado dentro de los programas de semillas, es con la finalidad de que sean tolerantes al ataque de plagas y puedan ser potencializado en el mercado internacional, de los cuales hoy en día, el huerto orgánico de la Universidad Nacional Agraria la Molina, ubicado en la costa pacífica, provincia de Lima, cultivan la denominada tomate miniatura (varios cultivares de cherry) bajo condiciones orgánicas y tomate redondo de cultivar “Pratico” y “Toroty” (Calero, 2013).

El tomate cultivar “Toroty” se caracteriza por el buen llenado de fruto y firmeza, además de ser planta vigorosa, hojas delgadas y tamaño de fruto XL de forma oval cuadrado, apto para ser cultivado en diferentes valles de la costa del Perú (Azaña-Coronel, 2017).

En el Perú, la producción de tomate convencional promedio es de 40 toneladas/hectáreas, lo cual son producto que es llevado en el mercado nacional e internacional, siendo la zona más productora la región de Ica especialmente en la empresa ICATOM, la mayor parte de la cosecha es para consumo industrial en pasta (MINAGRI, 2016).

2.8.2. Problemas fitosanitarios

A pesar de los tratamiento de semilla y manejo de cultivo, el tomate es vulnerable a problemas fitosanitarios (Eleazar *et al.*, 2011), ya que son afectados por microorganismos altamente infectivos como virus, bacterias, hongos, nematodos e insectos plagas (Torres *et al.*, 2007), y muchas plagas consideradas clave (*Tuta absoluta*, *Bemisia tabaci*, *Prodiplosis longifila*, *Spodoptera eridania*, *Liriomyza huidobrensis* y *Myzus persicae*), que están campaña tras campaña afectando diferentes órganos de las plantas, además de plagas secundaria u ocasionales (*Agrotis ipsilon*, *Euchistus* sp., *Frankliniella*, *Diabrotica* sp., *Tetranychus* sp.), que al estar en altas poblaciones y si no se controla adecuadamente, puede producir pérdida considerable de rendimiento y costo de producción (MAG, 2013).

En Perú, se reporta la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), desde el año 1917, conocida como gusano minador y perforador de brotes y frutos. Es una especie de insecto que ataca la solanácea durante toda su etapa fenológica, el principal daño es causada por larvas que se alimentan del mesófilo, formando galería, causando deformaciones en la estructura de la planta, es una plaga ampliamente distribuida en todos los valles de la costa peruano, donde se siembra tomate (Larraín, 1987).

El mosquito del brote (*Prodiplosis longifila*), es otra plaga que se describió por primera vez en el año 1928, afectando frutos de tomate, brotes de alfalfa y papa (Valarezo *et al.*, 2003). El daño es causado por larvas que al alimentarse del brote provoca un anormal desarrollo fisiológico en la planta, es una plaga que en la década de los setenta comienza a tomar importancia en diversos cultivos que se desarrollan en el valle del Perú (Eleazar *et al.*, 2011). Posteriormente en el año 1995 en el valle de cañete, aparece la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) en el cultivo de papa y tomate, para su control se hicieron tratamiento con insecticidas. Sin embargo, el insecto fue creando resistencia (Valarezo *et al.*, 2003). Es desde entonces, que se convirtió en uno de los problemas entomológicos más severos en el cultivo de tomate, alfalfa, papa, marigold y espárrago, ubicándose mayormente en la costa de Tacna a Tumbes (Calero, 2013).

Contínuamente comienza aparecer otras plagas como *Spodoptera ochrea*, *Heliothis virescens*, *Agrotis ipsilon*, *Bemisia tabaci*, en la sierra, costa y selva del Perú, infestando un grande número de plantas cultivadas, que se presentan dependiendo de la época del cultivo. Esta problemática ha traído como consecuencia no solo el bajo rendimiento sino, el alto uso de insumos externos, que en el transcurso del tiempo reduce la diversidad biológica en el agroecosistema, especialmente de insectos parasitoides y predadores (Ruíz *et al.*, 2011).

Las plagas son importantes factores bióticos que afectan y limitan la producción de tomate y también limitan la disponibilidad de semillas en diferentes valles de la costa peruana y dependiendo de su nivel de infestación, las pérdidas en calidad y cantidad pueden afectar seriamente los ingresos de los agricultores y la seguridad alimentaria.

III. METODOLOGÍA

3.1. Localización del área experimental

La ubicación específica de la presente investigación, se realizó en el campo de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) en el huerto de agricultura orgánica, Provincia y Departamento de Lima, Perú, a una altitud de 251 msnm, entre las coordenadas $28^{\circ}86'94''E$ y $86^{\circ}63'44.9''N$ (Figura 1).

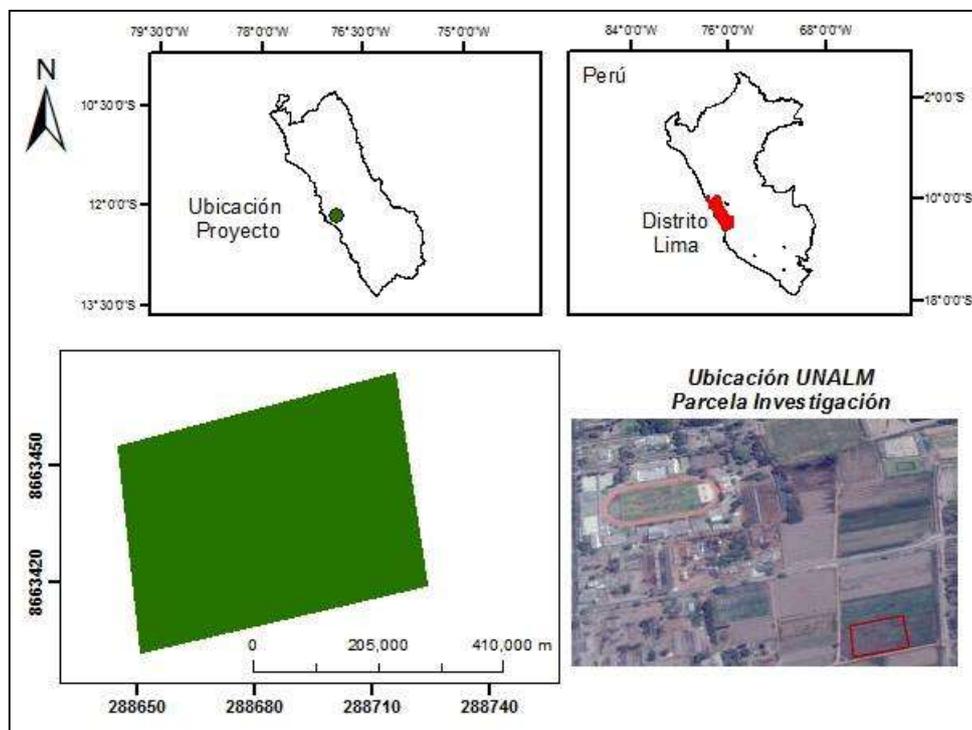


Figura 1: Localización del área de investigación

Este trabajo se desarrolló en tres fases: la primera fase de precampo en el mes noviembre, que se hizo bajo condiciones de invernadero para la propagación de semillas, riego y mantenimiento, luego una segunda fase de campo, que se inició desde el 25 de noviembre 2016 y finalizó el 11 de marzo de 2017, en esta fase se hizo la evaluación de insectos, mantenimiento de refugio y riego, posteriormente se trabajó una tercera fase de laboratorio

para la identificación de insectos en el Museo de Entomología "Klaus Raven Büller" de la UNALM, desde inicio de mes de abril hasta finales de agosto de 2017.

3.2. Características ambientales

Las condiciones ambientales de la zona de estudio en la costa central de Perú, es clasificada subtropical desértico, de gran uniformidad y presentan escasas de lluvia en toda su temporada y llega a alcanzar temperatura máxima de hasta 30°C (calor), y una mínima de 10°C (frío), y con una temperatura media entre 16°C a 22,5°C, y una humedad relativa promedio anual de 81%. En esta condición climática se afirma que existen solo dos estaciones, el verano que se produce de diciembre a mayo con temperatura de 15°C a 25°C, siendo los meses de febrero a mayo los más calurosos, y el invierno, que comprende los meses del resto del año, con temperatura de 12°C a 15°C; siendo los meses de Julio a Setiembre los de más baja temperatura SENAMHI (2016).

Específicamente las condiciones de temperatura en la fase de campo, donde se realizó la investigación, al principio era de 19°C y fue incrementado hasta alcanzar temperatura de 26°C, igualmente la humedad relativa fue disminuyendo desde los 75% hasta 66% en los meses de verano (ver figura 2).

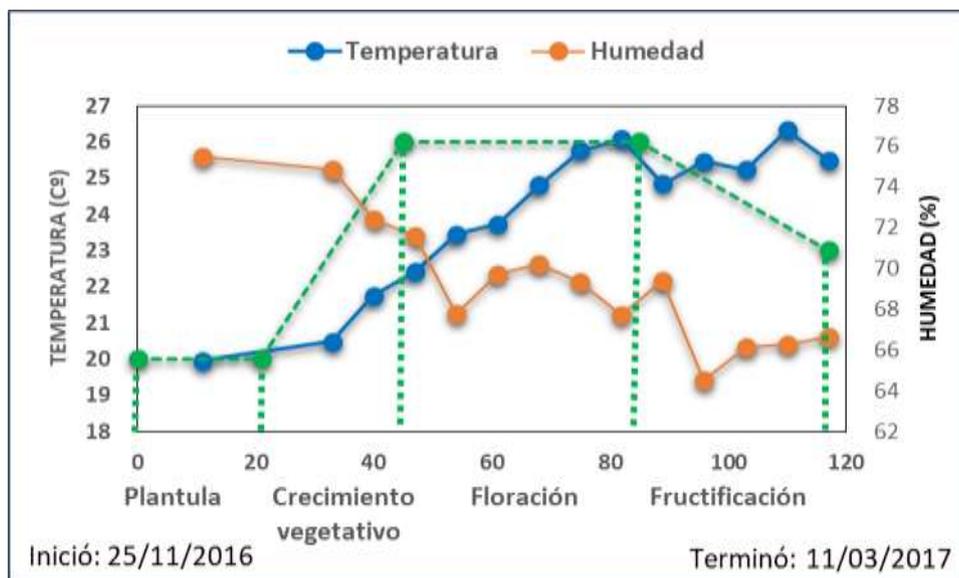


Figura 2: Temperatura y humedad promedio del área de investigación

3.3. Materiales y equipo

En la fase de precampo, los principales materiales y equipos que se utilizaron fueron: 59 bandejas de 72 celdas y 26 bandejas de 192 celdas para la germinación de semillas de tomate cultivar “toroty” y “Pratico”, adicional se utilizaron 20 bandejas para la propagación de semillas de las especies de *Mentha piperita*, *Artemisia dracunculus*, *Fogopyrum esculentum*, *Gossypium barbadense*, *Ocimum basilicum*, *Hyssopus officinalis* y *Helianthus annuus*, además se usó tierra de jardín tamizado, premix, musgo y arena para la preparación de sustrato, bolsas de viveros para plántula de *H. officinalis* y *G. barbadense*, y otros materiales como el rastrillo, pala, carretilla, regadera, rótulo, plumón indeleble, lapicero y cuaderno de apunte. En la fase de campo, se usó un aspirador y red entomológica para captura de insectos y trampas de caída con envases de polietileno de 1 litro de capacidad, 12 cm de altura y 12 cm de diámetro, que se colocaron al ras del suelo para insectos que se desplazan superficialmente, también se usó recipientes de polietileno de diferentes tamaños, alcohol de 70%, balanza para peso de frutos de tomate, libreta de apunte y cámara fotográfica.

En la fase de laboratorio, se utilizaron estereoscopio para la observación de individuos, alfileres entomológicos, recipiente plástico pequeño con tapa, cajas entomológicas tipo cornells, cartulina canson, alcohol al 70%, pinzas, lapicero, cámara y libreta de apunte. Adicional se usó 25 placas Petri para la crianza de larvas traída del campo.

3.4. Características del campo experimental

En la figura 3, se muestra las dimensiones del área experimental del lote San Juan 2, del huerto hortícola de la universidad Nacional Agraria la Molina.

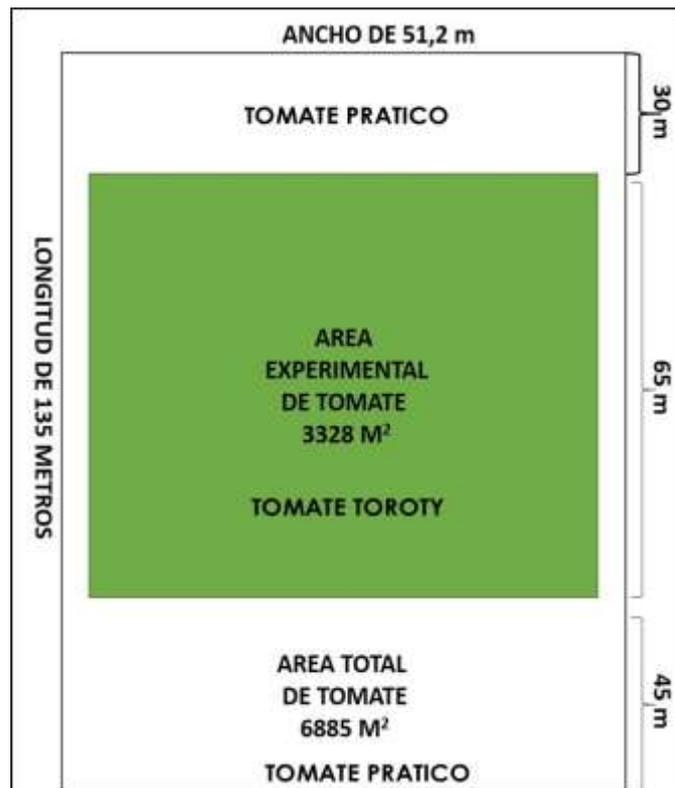


Figura 3: Dimensiones del lote San Juan 2, del huerto orgánico de la UNALM

El área total para esta investigación fue de 6885 m², de los cuales 3328 m² fue el área que se asoció de tomate cultivar “Toroty” con los refugios vegetales. En esta parte se hace constar que el área sacrificada para los refugios fue de 728 m² y para el tomate fue de 2600 m² utilizado para la evaluación de fauna benéfica.

También cabe señalar que en los extremos (superior e inferior) son áreas, que fueron sembrados con tomate cultivar “Pratico” considerado como el testigo sin refugio, y se evaluó la comunidad de los insectos benéfico, para comparar la dinámica poblacional de riqueza y abundancia de tomate con y sin refugio.

3.5. Diseño experimental de la investigación

Para la efectividad de los resultados, se empleó un diseño de bloque completo al azar de parcela subdividida, teniendo un total de tres bloques, separada a una distancia de 10 metros y en cada bloque se distribuyó las 7 especies vegetales, separadas a distancia de 6.4 metros y a cada uno se le denominó tratamiento repetidas en tres bloques, es decir, 7 tratamientos

con tres repeticiones, siendo cada especie sembrada a 15 metros lineales y distancia entre plantas de 0.50 metros (figura 4).

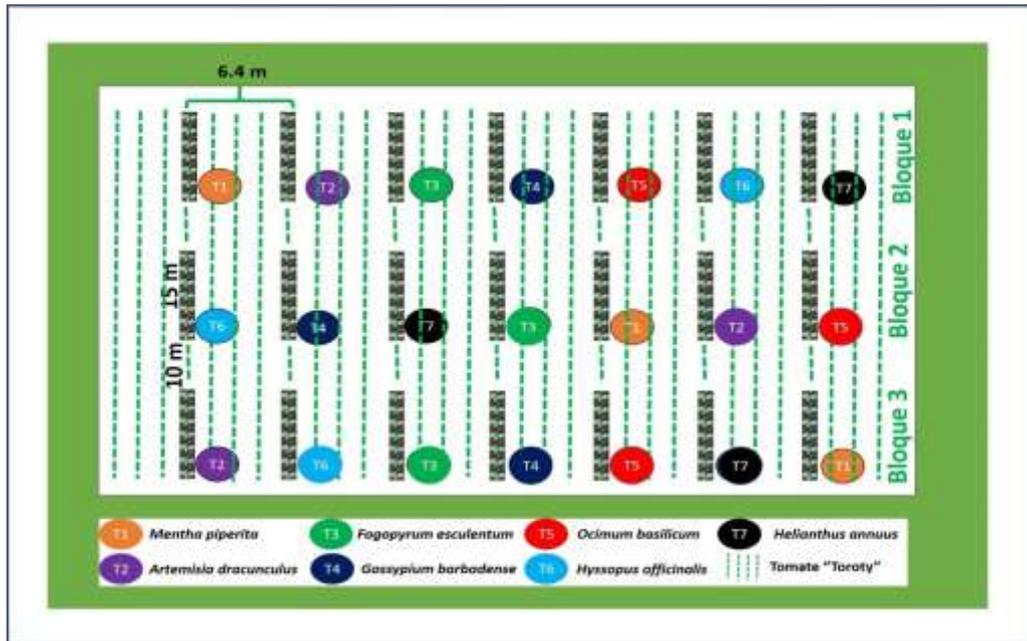


Figura 4: Diseño experimental en el área de investigación

La distribución de los refugios denominado tratamiento quedaron de la siguiente manera: T1. *M. piperita* L.; T2. *A. dracunculus* L.; T3. *F. esculentum*; T4. *G. barbadense*; T5. *O. basilicum* L.; T6. *H. officinalis* y T7. *H. annuus*.

El diseño se realizó de esta manera porque según Rodríguez y González (2014) indican que la presencia de enemigos naturales en una especie vegetal, van a depender de las características morfológicas del insecto y de la arquitectura floral de las plantas. Entonces, si se quiere conocer la riqueza específica de los parasitoides, predadores y polinizadores en cada una de la planta es conveniente separarlo, para comprobar si su estructura fisiológica es o no es esencial para la entomofauna benéfica.

3.6. Actividades en la fase Pre-campo

3.6.1. Semillas de refugios y tomate

La semilla de tomate cultivar. "Toroty" y "Pratico", se propagaron en almacigueras en bandejas de 72 y 192 celdas; mientras semilla de girasol (*H. annuus*), trigo sarraceno (*F.*

esculentum) y la albahaca *O. basilicum*), por las características que son plantas de rápido crecimiento fueron sembradas directamente en campo: en cambio el algodón (*G. barbadense*) que tiende a crecer más lento se sembró en bolsas de vivero un mes antes de la instalación del experimento, y posteriormente se llevó al campo definitivo, y para las plantas que se multiplican por esqueje como el estragón francés (*A. dracunculus*), el hisopo (*H. officinalis*) y la menta (*M. piperita*) se hizo el almacigo anticipadamente para que enraizaran y ejerzan fortaleza para el crecimiento en el momento de ser instalada en campo.

3.6.2. Almacigueras

Se preparó y acondicionó una pequeña parcela como almaciguera, usando removedor de suelo, rastra, rastrillo y dejándolo a capacidad de campo, como método que permite determinar la viabilidad de la semilla, para proceder a realizar los almácigos de las plantas, de los cuales la mayoría de semillas obtuvieron más del 90% de germinación, excepto la semilla de la albahaca (*O. basilicum*) con 60%, pero para asegurar su germinación homogénea en el campo definitivo, se aumentó los gramos sembrado en cada surco, que posteriormente dieron buenos resultados.

Los sustratos fueron preparados con musgo, premix y arena a una proporción de 2:2:1. El musgo y premix es un material orgánico conformado por restos de plantas en estado parcial de descomposición que abundan en forma natural, estos materiales fueron tamizados, para conseguir la textura ideal, para el almácigo tanto de tomate y refugios. Adicionalmente en la mezcla se agregó arena de río, su principal característica es la porosidad, debido al mayor tamaño de la partícula e importante para el enraizamiento de las especies vegetales que se multiplicó por esqueje, (*A. dracunculus*, *H. officinalis* y *M. piperita*).

Posteriormente se preparó sustrato para plántula de algodón (*G. barbadense*) en bolsa de vivero, la mezcla que se utilizó fue resto de material del musgo tamizado, cascarilla de arroz, arena de río y tierra de jardín tamizado.

Los almácigos y su mantenimiento de deshierbo y riego se trabajó en el invernadero de huerto orgánico de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

3.7.Actividades en la fase de campo

3.7.1. Instalación de los refugios y tomate

Los almácigos que se hicieron en el invernadero, posteriormente se llevó al campo definitivo, en el área experimental de 3328 m² del lote San Juan 2. De cada especie vegetal se sembró en promedio 100 plantas y del cultivo de tomate cultivar “Toroty” ensayo principal 4200 plantas, y del cultivar “Pratico” 5000 plantas, todas con un distanciamiento entre plantas de 0.50 metro y entre surco de 1.60 metro.

La distribución de los refugios en el campo se realizó de acuerdo al diseño propuesto de bloque completo al lazar de parcela subdividida, con distanciamiento de 6.4 metros entre refugios y 10 metros entre bloque y la distancia lineal de los refugios por bloque de 15 metros (figura 3). Semana después de instalarse el ensayo, se procedió a recalzar las plantas y realizar el debido mantenimiento hasta finalizar la etapa fenológica del cultivo.

3.7.2. Mantenimiento de los refugios y tomate

Manejo de riego: se colocaron cinta de riego, dando las condiciones iguales de disponibilidad de agua, tanto en los refugios como en el cultivo de tomate, pero previamente para refugios de crecimiento lento y que requieren menor cantidad de agua en su primera etapa fenológico ejemplo del hisopo (*H. officinalis*) y el algodón (*G. barbadense*), se sembraron en bolsas de vivero un mes antes de la instalación del ensayo, para evitar que sufran por estrés o por problemas fitopatológico y se adapte a la condición de manejo después de la instalación.

Manejo de maleza: se hizo el deshierbo, en los refugios asociado al cultivo de tomate, con la finalidad de mantener campo libre de plantas competitivas y garantizar una mejor evaluación de la diversidad de enemigos naturales en cada una de las especies vegetal instalada y así evitar interacción de los insectos con las malezas.

Abonamiento: el cultivo y los refugios se abonaron con guano de islas y sulfato de potasio, además de la aplicación de estiércol, siguiendo el programa de fertilización de huerto hortícola de la UNALM.

Aporcamiento: dentro de las actividades culturales y mantenimiento de los refugios, se realizó el debido aporque, como requerimiento esencial en el manejo del cultivo.

3.7.3. Evaluación de fauna benéfica y selección de plantas

Para obtener una mejor evaluación de la entomofauna benéfica, se consideró el efecto borde, para la instalación de los refugios, dejando un distanciamiento de 7 metros del perímetro, debido al comportamiento que tienen los insectos de desplazarse entre las plantas y que pueden variar su diversidad, por lo tanto, las plantas fueron separadas independientemente y en cada fecha de evaluación, para ellos se seleccionaron 6 plantas para el registro de la comunidad de insectos parasitoides, predadores y polinizadores, en cambio en el cultivo de tomate se evaluó más plantas, es decir la proporción fue de 1:6, porque el objetivo era conocer la riqueza de especies benéfica que podrían migrar desde los refugios hacia el cultivo.

La selección de las plantas a evaluar se hizo de forma sistematizada, siguiendo la metodología de Sarmiento y Sánchez (2012), que consiste en seleccionar unidades dentro de (N) posibles, que significa la cantidad total de plantas por repeticiones, teniendo cada una las mismas probabilidades de ser elegida de preferencia plantas centrales, por lo tanto, en los refugios y el cultivo de tomate dispuesta cada una a 15 metros lineales, sólo se evaluaron las plantas del centro para la efectividad de los datos.

El tiempo de duración para cada planta fue de 3 minutos, acumulando un tiempo total por fecha de evaluación de 4 horas 15 minutos, desde las 8:00 am hasta las 12:15 pm.

3.8. Actividades en la fase de laboratorio

3.8.1. Montaje de insectos

Los insectos colectados fueron llevados al Museo de Entomología "Klaus Raven Büller" de la UNALM y se procedió a realizar la separación por morfoespecies y se codificó con número para su posterior clasificación en el laboratorio. Para los insectos de tamaño grandes (varios coleópteros, avispa y chinches) se realizaron los montajes correspondientes y se colocaron dentro de las cajas entomológicas tipo Cornells, mientras que para insectos de tamaño pequeño (especie de la familia Scelionidae y Braconidae) se hizo el montaje en punta

en cartulina de (4 x12 mm), y para el grupo de las arañas se colocó en frasco de polietileno con tapa y alcohol al 96% con sus respectivos códigos.

Además, durante la evaluación se encontraron larvas de lepidóptero, que fueron llevados al laboratorio y se realizó la crianza para determinar la posibilidad de parasitismo. Para ello se utilizaron placa Petri y alimentación con hojas de tomate, hasta estado de emergencia de los adultos.

3.8.2. Clasificación de insectos

Para la clasificación de los individuos colectados, se utilizó varias llaves de identificación recomendados, entre ellos: la bibliografía de Triplehorn y Johnson (2005) referente a la Introducción al Estudio de Insectos, libro de Curran (1895) para familia y género de Dípteros, mientras para los Coleóptero se usó libro de Arnett y Thomas (2001), y otra bibliografía de Balderson y Britton (1991) para fauna superficiales (Colémbolo, Protura, Diplura, etc.). Adicionalmente para la clasificación de las avispas (Hymenóptera) a nivel de familia, tribu y subtribu se usó el libro de Introducción a los Hymenóptera de la Región Neotropical (Fernández y Sharkey, 2006).

Todos los insectos fueron identificados a nivel de género y algunas hasta especie con apoyo de información bibliográfica y por especialistas del Museo de Entomología de La Universidad Nacional Agraria la Molina.

3.9. Metodología de evaluación de insectos

Tanto en los refugios vegetales y el cultivo de tomate, se evaluó insectos predadores, parasitoides, polinizadores y herbívoros, que habitan en diferentes partes de las plantas.

Se hizo el contaje directo para insectos grandes y conspicuos de poco movimiento y para aquellos que se desplazan en la superficie del suelo, ejemplo Carabidae, Dermáptera, Staphylinidae, la captura se hizo mediante el uso de trampa pitfall, que consiste en la utilización de un envase polietileno de 1 litro de capacidad los que fueron colocados al ras del suelo.

Para insectos pequeños se usó una aspiradora entomológica, que captura los especímenes succionándolo dentro de una fina malla abierta dentro de un armazón rígido y se colocó en frasco previamente rotulado.

Para aquellos insectos que viven la mayor parte sobre el follaje, ejemplo Coccinélidos, se contabilizó de forma directa y los que eran difícil de identificar a simple vista se capturó con una red entomológica, que fueron llevado al Museo de Entomología "Klaus Raven Büller" de la UNALM, para su identificación.

3.9.1. Metodología de evaluación en plantas de refugios

3.8.1.1 Plantas herbáceas

Para los refugios de crecimientos herbáceos ejemplo la menta (*M. piperita*), y plantas de crecimiento longitudinal pero pequeño como el estragón francés (*A. dracunculus*) y el hisopo (*H. officinalis*) las evaluaciones se hicieron en plantas completas, con el objetivo de cuantificar el mayor número de insectos que se hospedan sobre el follaje.

Cada planta, al momento de ser evaluados se observó cuidadosamente los individuos que habitaban en la parte externa o sobre el follaje, ejemplo insecto de la familia Dolichopodidae, polinizadores y avispas parasitarias, y posteriormente con la ayuda de una red entomológica y aspiradoras se capturó insectos que habitaban en la parte interna y externa, cada una rotulado en frasco pequeño para su identificación en el laboratorio.

3.8.1.2 Planta de crecimiento longitudinal

Para la evaluación de planta con este tipo de crecimiento, ejemplo el algodón (*G. barbadense*) y la albahaca (*O. basilicum*), en su primera etapa de crecimiento se evaluó la planta completa, pero después de alcanzar los 50 cm de altura, se empleó un muestreo estratificado, es decir, la planta se dividió en tercio superior, medio e inferior, para tratar de registrar la mayor cantidad de especies que puede visitar a las plantas.

Al tener plantas de crecimiento alto, dan las posibilidades que ciertos insectos requieren de lugar específico en las plantas, ya sea en la parte superior, donde existen flores, hojas y brotes tiernos, mientras otros requieren sombra u hojas maduras. Con respecto a esta dinámica de los insectos, las plantas seleccionadas se evaluaron siguiendo la metodología de Sarmiento

y Sánchez (2012), dividiéndolo las plantas en tercios, para la factibilidad de los datos y medición del índice de diversidad.

3.9.2. Metodología de evaluación en las plantas de tomate

El método de evaluación se hizo en plantas completas, tratando de capturar y cuantificar la máxima cantidad de insectos tanto en la parte externa e interna del follaje, durante todas las etapas fenológicas del cultivo, de tal manera que los resultados de insectos benéficos encontrados estén relacionada a la diversidad de fauna en los refugios vegetales.

En la primera etapa de crecimiento se evaluó el follaje completo, con la metodología de conteo directo para insectos grandes, captura con aspiradora y red entomológica de insectos pequeños, pero en la etapa de floración hasta fructificación, se evaluó por cada planta una flor, un brote, un fruto, con mayor grado de severidad, para determinar daño por insectos y probabilidad de larvas parasitadas en el cultivo.

3.10. Análisis de datos

Los datos fueron analizados y presentados en los resultados siguiendo los objetivos de esta investigación, lo cual están divididos en tres secciones:

En una primera sección, se analizó la densidad poblacional de los grupos funcionales (predadores, parasitoides, polinizadores y herbívoros) en los refugios vegetales asociado al cultivar de tomate “Toroty” y el cultivar “Pratico” sin refugio. En esta sección se cuantificó el número total de especies y la abundancia total de cada una.

En la segunda sección se analizó la diversidad de fauna benéfica en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate, mediante los siguientes análisis de diversidad:

3.10.1. Índice de diversidad alfa (α)

Para todos los grupos faunísticos se determinó el índice de diversidad alfa (α) que se define como el número de especies a nivel local, es un proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes especies dentro de un hábitat particular (Moreno, 2001).

Los índices de diversidad por ser el más utilizado por los ecologistas y recomendadas por varios autores para estudio de una comunidad faunísticas, se trabajó con los siguientes índices.

Índice de riqueza Margalef (D_{Mg}) (1958)

Transforma el número de especie por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S = k \sqrt{N}$ donde k es constante (Magurran, 2004)

Índice de diversidad Shannon-Weaver (H) (1949)

Es un índice que primero fue utilizado por Good (1959), que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra., también mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001).

Índice de diversidad de Simpson (1949)

Manifiesta la probabilidad que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Su valor varía de 0 indicando un nivel bajo de diversidad un máximo de 1 con buena representación de diversidad y complejidad (Moreno, 2001).

Riqueza específica (S)

Es la forma más fácil de medir la biodiversidad, consiste en registrar el número total de especies presentes en una muestra o en un refugio vegetal, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.

3.10.2. Índice de diversidad beta (β)

La diversidad Beta es el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales. Es una dimensión que está basada en proporciones o diferencias. Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud y de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos o cuantitativos, o bien con índices de diversidad Beta propiamente dichos (Magurran, 2004).

Índice de similitud

Expresan el grado en que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad Beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 2004).

Análisis clúster

Los ecólogos hacen uso de este análisis, porque es una técnica cuya idea básica es agrupar un conjunto de especies insectarios en las diferentes diversidades vegetales en un área determinado y Williams (1972) ha proporcionado una excelente discusión en varios aspectos de su aplicación (Gómez-Anaya, 2008).

3.10.3. Curva de acumulación de especies

Se elaboró una curva de acumulación de especies con el software Stimates Swin 752, para determinar la eficiencia de muestreo de los grupos funcionales, utilizando como referencia los estimadores no paramétrico, ACE, ICE, Chau 1 y Chao 2, Jack 1 y Jack 2 y Bootstrap que permiten determinar el esfuerzo de muestreo en la riqueza de especie registrado, para posteriormente planificar una técnica más eficiente de muestreo (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

En la tercera sección se analizarán los datos, que corresponde al objetivo tres, para determinar los refugios promisorios con la mejor composición de la entomofauna benéfica asociado al cultivo de tomate, y para ellos se emplearán los siguientes análisis:

3.10.4. Análisis no paramétricos, Kruskal Wallis, T student

Los datos fueron analizados mediante la prueba de Kruskal-Wallis no paramétricos que habitualmente es sin duda el más utilizado por muchos investigadores en estudio de biodiversidad. Se emplea cuando se quiere comparar tres o más poblaciones, no requiere supuesto de normalidad, no requiere de supuesto de variancias iguales, compara esencialmente los rangos promedios observados, es equivalente a un análisis de variancia de una sola vía y también se emplea para probar si un grupo de datos proviene de la misma población.

También se analizó mediante el índice de similitud (Jaccard) (Magurran, 2004), el porcentaje de especies compartidas de predadores y parasitoides entre los refugios y el cultivo de tomate, para seleccionar las plantas que mejor beneficio proporcionen en cuantos a la composición de la entomofauna benéfica asociado al cultivo de tomate.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y discusiones de cada una de las secciones, según los objetivos de la investigación se presentan a continuación:

4.1. Densidad poblacional de grupos funcionales en los refugios

4.1.1. Características de los refugios vegetales asociado al tomate

Los refugios vegetales que se asoció en el agroecosistema de tomate, la mayoría proporcionan nectarios extraflorales, excepto el estragón francés (*A. dracunculus*) y la menta (*M. piperita*) que solo proveen de nectarios florales (cuadro 1), pero todas son magníficas para el alcance de diferentes insectos benéficos, que se nutren de las sustancias azucaradas secretadas por nectarios, igualmente son un suplemento atractivo para varios insectos polinizadores, que en conjunto con los predadores forman la riqueza biológica en el agroecosistema, por lo tanto, es necesario reconocer las características botánicas de cada una de las plantas y el periodo de floración, para maximizar las poblaciones de controladores biológicos y su permanencia en los sistemas agrícolas, de tal manera que contribuya a la regulación de insectos herbívoros.

Cuadro 1: Características de los refugios vegetales que fueron asociados al cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.

Especie vegetal	Plantas	Familia	Propagación	Flores con nectar	Flores con nectar extrafloral	Floracion
<i>Artemisia dracunculus</i>	Perenne	Asteraceae	Esqueje	Con nectario	No	Corto periodo
<i>Fogopyrum esculentum</i>	Perenne	Poligonaceae	Semilla	Con nectario	Sí	Continua
<i>Gossypium barbadense</i>	Herbácea	Malvaceae	Semilla	Con nectario	Sí	Continua
<i>Helianthus annuus</i>	Herbácea	Asteraceae	Semilla	Con nectario	Sí	Corto periodo
<i>Hyssopus officinalis</i>	Perenne	Lamiaceae	Esqueje	Con nectario	Sí	Corto periodo
<i>Mentha piperita</i>	Herbácea	Lamiaceae	Esqueje	Con nectario	No	Corto periodo
<i>Ocimum basilicum</i>	Herbácea	Lamiaceae	Semilla	Con nectario	Sí	Continua

4.1.2. Abundancia de la entomofauna clasificado por órdenes

Resultado de 13 evaluaciones desde finales de noviembre de 2016 hasta el 11 de marzo de 2017, la composición de taxones encontrados en el ámbito de influencia de la investigación (refugios y tomate), muestran una comunidad de órdenes muy diversos; distribuyéndose en 9 órdenes, 75 familias y 138 morfoespecies (S), con una abundancia de 5689 individuos (N). De esta composición, los himenópteros es el grupo más predominante con una riqueza (S) de 28.26% que corresponde a 39 morfoespecies clasificado en 17 familias, seguidamente el grupo de los dípteros con un 24.64%, que suma un total de 34 morfoespecies, clasificado en 18 familias y los coleópteros con 21.01%, clasificado en 29 morfoespecies y 14 familias. Son los tres grupos con mayor determinación de morfoespecies y número de familia, pero los coleópteros son los más abundantes con 1804 individuos, en relación a las dos anteriores. Otros grupos de insectos colectados pertenecen al orden Hemípteros con 11.59%, Lepidópteros con 6.54% y las arañas con 4.35%. Además, se identificaron insectos del orden Ortóptera, Neuróptera y Dermáptera, pero su riqueza y abundancia fueron mínimas a diferencia de los demás órdenes de insectos (cuadro 2).

Cuadro 2: Abundancia de los insectos clasificado por órdenes, de los refugios vegetales y cultivo de tomate, en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.

Nº	Orden	Familia	(N)	(S)	%(N)	%(S)
1	Diptera	18	1034	34	18.18	24.64
2	Hymenoptera	17	1136	39	19.97	28.26
3	Coleoptera	14	1804	29	31.71	21.01
4	Hemiptera	11	1120	16	19.69	11.59
5	Araneae	6	128	6	2.25	4.35
6	Lepidoptera	4	189	9	3.32	6.52
7	Neuroptera	2	101	2	1.78	1.45
8	Orthoptera	2	161	2	2.83	1.45
9	Dermaptera	1	16	1	0.28	0.72
Total		75	5689	138	100.00	100.00

(N)= Abundancia, (S) Riqueza específica

Es posible que las comunidades de insectos artrópodos sean diversos por diferentes razones que acontecen en el agroecosistema. Una de la razón puede estar influenciado por las características de los insectos en la elección de la planta, porque no todos los insectos tienen preferencia a todas las plantas, puede haber insectos monófago, oligófago y polífago,

entonces existe la posibilidad que la diversidad de la vegetación favorezca a un grupo mientras a otro no. Otras de las posibilidades que puede variar la comunidad es el funcionamiento de los controladores biológicos en la ubicación de presa, limitando el incremento de otras especies que interactúan en un mismo hábitat.

Pero por lo general, el grupo del orden Hymenóptera, Díptera y Coleóptera fueron los más abundantes, que pueden estar influenciados por la manipulación del microhábitat que favorecieron la entrada a varios ejemplares, que se constituye como la riqueza más elevada del agroecosistema y en un trabajo similar es reportado en Valencia, por Miralles (2014) sobre las infraestructuras ecológicas en el control biológico de conservación en horticultura, donde el orden Hymenóptera y Díptero fueron lo más representativo.

Otro estudio realizado por Quispe (2012) asociando refugios con maíz, determinó que el orden Hymenóptera tuvo una abundancia superior con más del 50% de la población total, siendo bastante significativo, y es el orden donde la mayoría de avispas son controladores biológicos, pero complementando los resultados de esta investigación y de los autores antes mencionados, Fernández y Sharkey (2006) indican que el orden Hymenóptera es uno de los órdenes de insectos más grande en el mundo, junto con Coleóptera, Lepidóptera y Díptera, donde se han descrito más de 100 000 especies de cada grupo. Son resultado impactante que coincide con el trabajo, porque justamente fueron lo más promisorios en esta evaluación.

4.1.3. Abundancia de los grupos funcionales

Los resultados obtenidos muestran que los predadores fueron el grupo más abundante con 2357 individuos identificándose un total de 37 morfoespecies, el segundo grupo son los insectos herbívoros con una totalidad de 2212 individuos que corresponde a 66 morfoespecies, mientras el grupo de los parasitoides y polinizadores tuvieron baja abundancia poblacional de 744 y 376 individuos y que de la población total se encontraron 28 y 8 morfoespecies respectivamente, siendo la mayoría de individuos determinados en la etapa de floración de los refugios vegetales (figura 5).

Ante las posibles acciones y funciones que pueden ocurrir en las comunidades de insectos, es probable que la abundancia de los predadores esté relacionado por la influencia del microhábitat que le sirven solo como refugio y no como alimento que proporcionan la planta,

porque son muy pocas las especies que dependen del nectario a excepción de algunos adultos de la familia Chrysopidae y Syrphidae que se alimentan de néctar, pero la gran mayoría son activos cazadores de presa y al estar en condiciones de sistema diversificado de mezcla de varias especies vegetales tienen más posibilidades de multiplicarse con facilidad. Mientras, los parasitoides y polinizadores tienen una abundancia reducida, puede ser debido a que no hubo un balance homogéneo de la floración y crecimiento en los refugios vegetales, algunas plantas su diversidad floral fueron de corto periodo y otros tardía, entonces como la mayoría de las especies es dependiente del néctar (floral y extrafloral) y polen, pueda que los resultados de abundancia se relacionen a estos recursos. En cambio, los insectos herbívoros, al constituirse en la gran mayoría como especie polífaga, cabe la posibilidad que la abundancia está referenciada a este mecanismo del insecto para establecerse con facilidad en múltiples plantas vegetales y el cultivo de tomate.

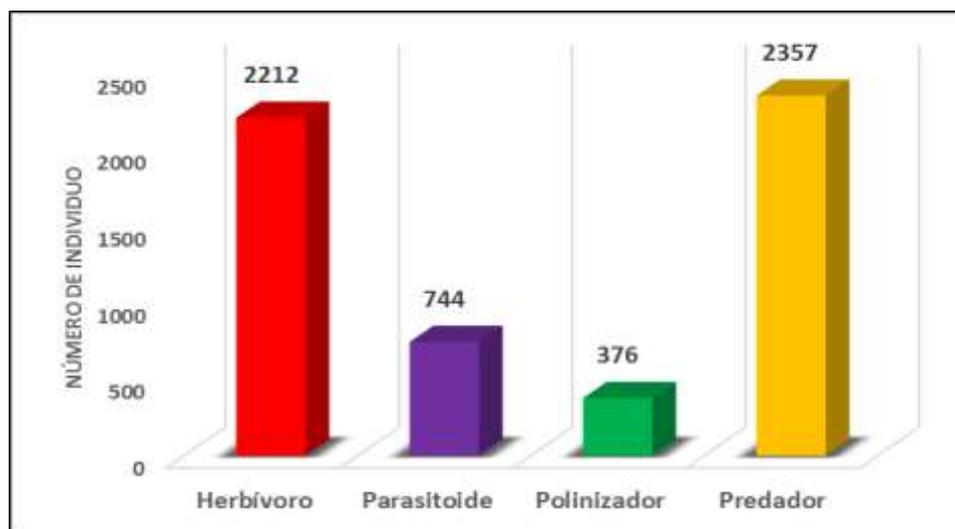


Figura 5: Grupos funcionales en los refugios asociados al cultivo de tomate

El resultado de este trabajo coincide con la investigación de Ruíz y Castro, (2005) que determinó la riqueza y distribución de los grupos funcionales en el agroecosistema de maíz. Indicando que los predadores y parasitoides fueron los más abundantes con 27 y 30% del total, y un trabajo similar realizado por Quispe (2012) también en cultivo de maíz asociado con refugios vegetales, encontró una población de predador superior con 41.7%. Consecutivamente se han hecho otras investigaciones por Weyland y Zaccagnini (2008) que evaluó el efecto de las terrazas sobre la diversidad de artrópodos caminadores en cultivos de soja, los resultados mejores representados fueron por los grupos de predadores, siendo la familia Carabidae del orden Coleóptera con mayor abundancia de 37.6%. Los autores

indican que la alta diversidad de predadores se vio favorecido principalmente por la diversificación de plantas alternantes bajo el margen de la actividad productiva. Además, explican que los predadores tienen la ventaja de adaptarse en múltiples condiciones de microhábitat, proporcionando un enorme beneficio a los ecosistemas.

4.1.4. Abundancia de grupos funcionales en tomate cultivar “Toroty” con refugio y su manejo agronómico

La cuantificación de los grupos funcionales en la fase de campo se hizo en periodo de 120 días, según la etapa fenológica del cultivo de tomate, que comenzó a finales de noviembre de 2016 y terminó el 11 de marzo de 2017. En esta etapa de investigación, se hicieron 13 evaluaciones cada 8 días, y en cada fecha de evaluación, se consideró los datos promedio semanal de temperatura y humedad. Inicialmente la humedad relativa era de 76 a 75%, y fue disminuyendo en los meses de verano, hasta llegar a una humedad de 65 a 66% en el mes de marzo, en cambio la temperatura al principio era de 19 a 20°C y aumentó en los meses de verano hasta llegar a 26°C en el mes de marzo.

En este periodo, las comunidades de los grupos funcionales en el cultivo de tomate cultivar “Toroty” con refugio presentaron una composición de abundancia distinta. Siendo los predadores y herbívoros lo más predominantes, a diferencia de los parasitoides y polinizadores que tuvieron bajas poblaciones, pero en conjunto asociado a la fenología del cultivo incrementan en la etapa de floración. Sin embargo, en la etapa de fructificación disminuye, por el hecho de que en esta fase la estructura floral de alguna especie vegetal como el girasol (*H. annuus*) y el trigo sarraceno (*F. esculentum*) comienza a formar su semilla y se reduce la disponibilidad de alimento para los insectos, en especial para los parasitoides y polinizadores que dependen de nectarios florales (figura 6).

Pero los resultados demuestran que los refugios vegetales tienen un alto potencial de atracción a la fauna benéfica, por el beneficio que proporciona de polen y néctar en forma sincronizada con la fenología del cultivo. No obstante, las plantas de refugios, puede presentar también carencia y disponibilidad de presas, sobre todos en plantas anuales y de corto periodo vegetativo, por lo tanto, para mantener la comunidad de insectos benéficos, es necesario asociar plantas anuales, perennes y herbáceas con el cultivo con distinta fenología y edades para disponer de mayor recurso alimentario a los insectos y su supervivencia.

Ahora, con respecto a la densidad poblacional de los grupos funcionales es variable, por ciertas labores culturales y medidas fitosanitarias que se realizaron con productos que están permitido para ser usado en el programa de hortaliza en el huerto orgánico de la UNALM. Es ejemplo del azufre de uso agrícola para control de pulgones, ácaros y *Prodidiplosis*, también el uso de aceite agrícola para control de mosca blanca, ácaros, entre otras plagas, que se empleó desde el crecimiento vegetativo del cultivo, hasta inicio de fructificación, y en algunas semanas hubo coincidencia de aplicación y evaluación, por lo tanto, se observa una disminución notoria de la densidad de fauna benéfica posterior a los tratamientos fitosanitarios en el cultivo con los productos mencionados, lo que implica desarrollar metodologías de aplicación y oportunidad para evitar afectar a la fauna benéfica.

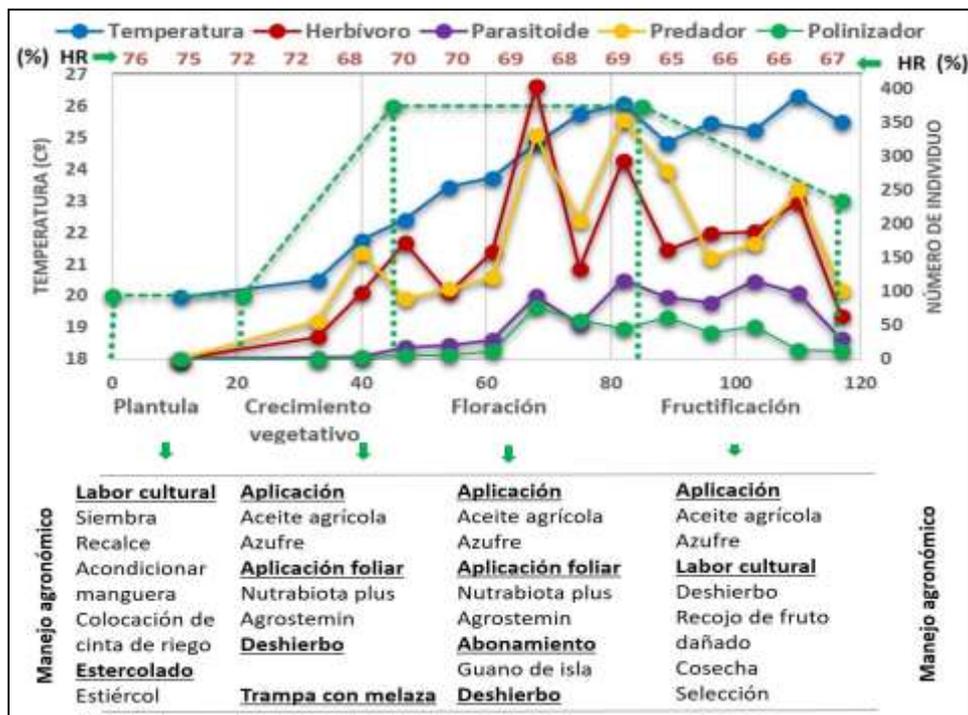


Figura 6: Grupos funcionales en tomate cultivar “Toroty” con refugio según la etapa fenológica

Varios autores apoyan esta idea, que al establecerse un manejo fitosanitario se distorsionan la diversidad faunística (Salazar, 2010) así como los resultados de este trabajo, que en algunas fechas de evaluación se reducen y en otra fecha se dispara o tienen picos más alto (figura 6). También cabe señalar que la preferencia de insectos en esta evaluación incrementa en el momento de la floración, lo cual coinciden con las investigaciones realizado por Quispe (2012), Arias (2012) y Martínez *et al.* (2004), lo cual indican que cuanto mayor sea la

cantidad de flores en los recursos vegetales, más facilidad tienen los insectos predadores y parasitoides para aumentar su población. También un trabajo realizado en California por Altieri y Nicholls (2010) utilizando como cubierta vegetal al trigo sarraceno (*F. esculentum*) en su resultado sustenta que la floración continua de esta planta favoreció a numerosos insectos parasitoides, lo cual coincide con la misma planta evaluada en este trabajo, donde el grupo más predominante fueron los parasitoides y predadores en la etapa de floración.

4.1.5. Abundancia de grupos funcionales en tomate cultivar "Pratico" sin refugio y su manejo agronómico

Los resultados obtenidos indican que en el cultivo de tomate cultivar "Pratico" sin refugio presentan poblaciones muy bajas de los grupos funcionales (figura 7) y la diferencia es mínima sincronizada a la fenología del cultivo, siendo los insectos herbívoros con un leve incremento en la etapa de floración, de un máximo de 10 individuos por fecha de evaluación, que posteriormente tiende a disminuir en la etapa de fructificación. Mientras, en la comunidad de predadores, parasitoides y polinizadores, no se muestra amplia diferencia y el máximo número de individuos registrados es de 4 a 5 entre la etapa de floración y fructificación.

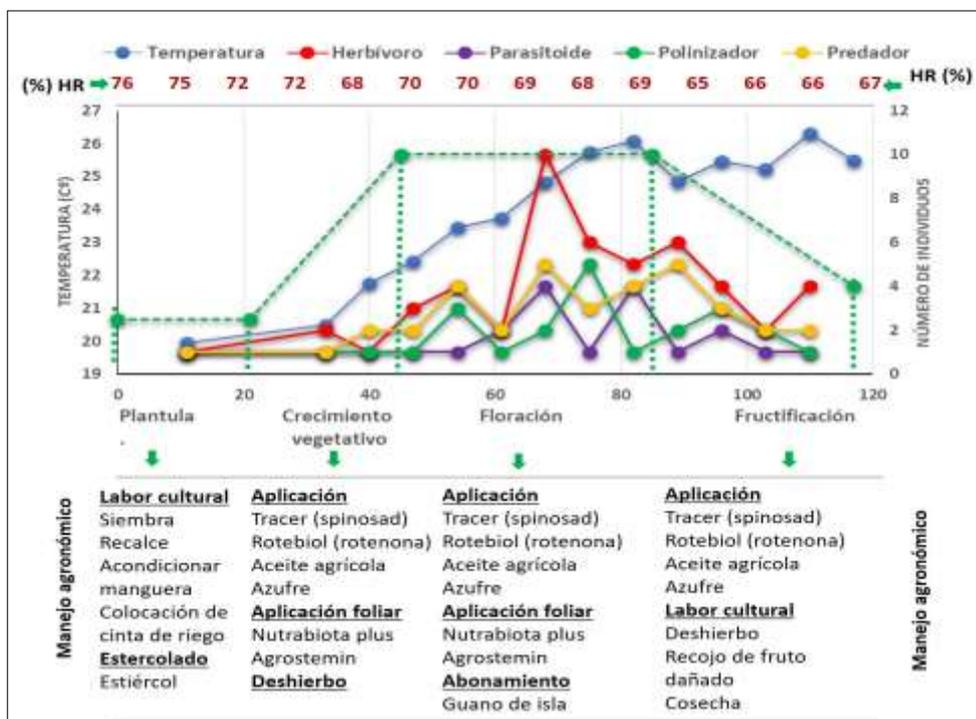


Figura 7: Grupos funcionales en tomate cultivar "Pratico" sin refugio según la etapa fenológica

Al ser un cultivo simplificado hay menos posibilidades para el establecimiento de enemigos naturales, porque no cuenta con hábitat alternante para refugio, ni alimentación los que hace deficiente su presencia en el agroecosistema y podría considerarse como una preocupación, por las pocas contribución de los agentes de biocontroles para la regulación de plagas a diferencia de cultivos de tomate asociado con refugio que tienen más posibilidades para los controladores biológicos de colonizar y realizar sus funciones.

Además, se realizaron aplicaciones fitosanitarias frecuentes de Rotebiol (extracto de Rotenona) y Tracer (Spinosad), para control de pulgones, mosquito del brote, lepidópteros y trips; aceite agrícola y azufre para control de ácaros, pulgones y mosquito del brote; y en el crecimiento vegetativo y floración se hicieron aplicaciones foliares con Agrostemin (fertilizante), Nutrabiota plus (enmienda orgánica para el suelo) y guano de isla (abono), estos plaguicidas y fertilizantes, influyeron en la reducción de la comunidad biológica, tal como se observa en la figura 7.

Muchos científicos han demostrado la preocupación en los sistemas de monocultivos (Altieri y Nicholls, 2000; Salazar, 2010; Sarandón y Flores, 2014) indicando que las aplicaciones fitosanitarias reducen significativamente la comunidad de enemigos naturales, además la eliminación de recursos alimenticios y lugar de invernación por los niveles acelerados de la destrucción de microhábitat y la expansión de monocultivo, hacen que la comunidad biológica disminuya o migren hacia otros lugares, dándole ventaja a los insectos fitófagos que pueden crear resistencia al empleo de insumos externos en las condiciones de sistema simplificado, por lo tanto, es difícil incrementar las poblaciones y riqueza de fauna benéfica. Existe información que sustenta el efecto negativo del control químico mediante insecticidas de contacto como Rotenona, que no es compatible con el control biológico; en consecuencia, al disminuir las fuentes tróficas “fitófagos” consecuencia de la mortalidad por los plaguicidas, la poca fauna benéfica que sobrevive, tiende a migrar en búsqueda de alimento y refugio.

4.1.6. Densidad y abundancia por familia de cada grupo funcional en cada uno de los refugios vegetales y el cultivo de tomate

Abundancia de parasitoide

Los resultados muestran que se encontraron 10 familias pertenecientes al orden Hymenóptera con una abundancia total de 590 individuos (79%), representado por 21

morfoespecies, seguidamente 2 familias del orden Díptero, con 157 individuos (21%) representado por 7 morfoespecies (cuadro 3, anexo 1). De esta composición las familias mejor distribuidas y abundante tanto en los refugios y el cultivo de tomate fueron los Braconidae, Tachinidae, Ichneumonidae y Scelionidae, denominado parasitoides de diversas plagas de cultivo.

La mayoría de las especies, se distribuyeron en la planta de trigo sarraceno (*F. esculentum*), con una abundancia total de 260 individuos (34.8%). De este registro el 38.6% pertenecen a la familia del orden Hymenóptera y 20.4% del orden Díptera, destacándose las principales familias de Braconidae, Ichneumonidae y Scelionidae, y esta misma familia tuvieron mejor distribución en la menta (*M. piperita*) y la albahaca (*O. basilicum*), pero con una abundancia menor de 89 y 77 individuos cada uno (11.9 y 10.3%). Posteriormente la familia Tachinidae del orden Díptera tuvo buena representación en la planta de trigo sarraceno (*F. esculentum*) y el algodón (*G. barbadense*) con 20.4 y 28% del total. También se registraron otros grupos de parasitoides de la familia Bombylidae, Eulophidae, Figitidae, Mutillidae, Perilampidae y Scoliidae pero con una población reducida y cierta especie solo estuvo presente en la planta de trigo sarraceno (*F. esculentum*) y carente en el resto de los refugios, esta especie corresponde a la familia Chrysididae y Diapriidae del orden Hymenóptero.

Cuadro 3: Abundancia de los parasitoides en cada refugio vegetal y el cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.

Entomofauna			Refugios vegetales							Tomate		Total (%)	
Orden	Familia	Morfotipo	A. dracunculis	F. esculentum	G. barbadense	H. annuus	H. officinalis	M. piperita	O. basilicum	Con Refugio	Sin Refugio	Total	(%)
Diptera	Bombylidae	1	0	4	2	0	1	2	2	2	1	14	1.9
	Tachinidae	6	3	28	42	15	8	8	5	34	0	143	19.1
	Total	7	3	32	44	15	9	10	7	36	1	157	21.0
	%	25	1.9	20.4	28.0	9.6	5.7	6.4	4.5	22.9	0.6	100.0	
Hymenoptera	Braconidae	5	1	72	13	9	3	26	19	26	2	171	22.9
	Chrysididae	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.3
	Diapriidae	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	1.3
	Eulophidae	1	1	12	2	3	1	6	5	10	0	40	5.4
	Figitidae	2	0	8	1	4	3	4	9	7	0	36	4.8
	Ichneumonidae	4	0	45	0	20	0	12	18	24	3	122	16.3
	Mutillidae	1	0	4	2	5	1	2	3	0	0	17	2.3
	Perilampidae	1	3	6	6	0	2	7	2	5	1	32	4.3
	Scelionidae	4	4	49	9	7	0	22	14	32	0	137	18.3
	Scoliidae	1	0	20	3	0	0	0	0	0	0	23	3.1
	Total	21	9	228	36	48	10	79	70	104	6	590	79.0
%	75	1.5	38.6	6.1	8.1	1.7	13.4	11.9	17.6	1.0	100.0		
Total general	28	12	260	80	63	19	89	77	140	7	747	100.0	
%	100	1.6	34.8	10.7	8.4	2.5	11.9	10.3	18.7	0.9	100.0		

Además, es importante citar que en el cuadro 3 aparecen abundantes parasitoides en el cultivo de tomate cultivar “Toroty” asociado con refugios. Esta abundancia se debe porque hubo mayor replica de muestreo (relación 1:6), pero el resultado no tuvo referenciado tanto por el número de réplica, sino en el número de especies diferentes que migraron desde los refugios hacia el cultivo asociado de tomate. A diferencia del tomate cultivar “Pratico” sin refugio, que se vio en la limitada capacidad para ser visitados por las avispas y moscas con funciones parasitoides.

Entre los refugios existen variaciones significativas de abundancia, porque seguramente ciertos grupos tienen preferencia a determinadas plantas, y es un claro ejemplo del trigo sarraceno (*F. esculentum*), donde la mayor cantidad de especies se concentraron en esta planta, puede ser por las características estructurales que presenta la especie vegetal, porque en el campo se observó que poseen de un periodo más largo de floración, esta prolongación puede beneficiar a los insectos, además de proporcionar de néctar floral y extrafloral, como la dieta fundamental para la mayoría de las especies. Igualmente, la planta de albahaca (*O. basilicum*) y el algodón (*G. barbadense*) disponen de sustancia azucarada en su arquitectura floral, por lo tanto, la abundancia de los principales parasitoides está influenciada ante estas características. Mientras, otras plantas que carecen de nectarios extraflorales como el estragón francés (*A. dracuncululus*) tienen menor capacidad de reunir poblaciones de avispas. Este resultado coincide con el trabajo realizado por Yong (2010) en Cuba, al caracterizar la presencia de insectos en la biodiversidad florística en cultivos tropicales, sostiene que el tamaño y forma de las flores, es la principal dependencia de la mayoría de insectos parasitoides. Otra investigación realizada por Vázquez y Fernández (2007) indican que las plantas umbelíferas con flores pequeñas y abiertas son magníficas para las avispas, y el girasol (*H. annuus*) con flores grandes y abiertas sirven de alimentación para adultos de parasitoides y predadores. Posteriormente Altieri y Nicholls (2010) apoyan esta idea, al encontrar en la cubierta vegetal de trigo sarraceno (*F. esculentum*) que atraen elevado número de parasitoides, además al incrementar las poblaciones de enemigos naturales tienden a fluctuar dentro del cultivo en busca de presas u hospederos, que al intervenir de esta forma se observa un significativo descenso de la población de insectos herbívoros.

Abundancia de los predadores

En el inventario de predadores se registró 2358 individuos, que se clasificaron en 6 ordenes, 23 familias y 37 morfoespecies, donde el orden Coleóptero es el más abundante con 55,5%

del total, luego Hemíptera con 14.97%, Díptera con 11.87%, Hymenóptera con 7.21%, Araneae con 5.43%, Neuróptera con 4.28% y Dermáptera con 0.68%. De esta composición el orden Hymenóptera y Coleóptera son superiores con 10 morfoespecies cada uno que representa el 27% del total y dentro de las familias que mejor distribución tuvo tanto en los refugios vegetales y el cultivo de tomate son los Carabidae con 1128 individuos (47.54%), Dolichopodidae con 253 individuos (10.73%), posteriormente la familia Berytidae con 241 individuos (10.22%) y la familia Chrysopidae con 87 individuos (3.69%), esta última tiene una población reducida al resto, siendo los refugios más favorables; el algodón (*G. barbadense*), girasol (*H. annuus*) y tomate cultivar “Toroty” con refugio y así continuamente se registró más familias pero su distribución fue menos disperso (Cuadro 4, anexo 3).

Entre los refugios alternante donde se registraron mayor abundancia de predadores se tienen al: trigo sarraceno (*F. esculentum*) con 282 individuos (12%), girasol (*H. annuus*) con 274 individuos (11.6%), Algodón (*G. barbadense*) con 245 individuos (10.4%) y la albahaca (*O. basilicum*) con 225 individuos (9.5%), mientras las especies de *A. dracunculus*, *M. piperita* y *el H. officinalis*, su abundancia fue menor a los señalados anteriormente. En el cuadro 4, también se refleja alta abundancia en el cultivo de tomate cultivar “Toroty”, pero es importante indicar que en cada fecha de evaluación se tomó más plantas para ser evaluada (relación 1: 6), porque la idea era registrar la posible cantidad de morfoespecies que pudieran dispersarse desde los refugios hacia el cultivo. En cambio, en el tomate cultivar “Pratico” sin refugio se registraron muy pocas especies de predadores, tal vez por ser un sistema monocultivo, es más difícil que aparezcan los enemigos naturales, que contribuya a la regeneración del ecosistema.

Se piensa que la abundancia de los predadores es diversa, porque las plantas utilizadas para ser asociado pertenecen a diferentes familias y con características distintas, por lo tanto, es probable que algunas plantas sean más apetecidas que otros como refugios, por parte de los insectos. También se observa que al diversificar plantas con el cultivo, los insectos predadores incrementa, esto quiere decir, que hay más probabilidad que estos controladores colonicen y realicen actividades beneficiosas en el agroecosistema a diferencia del cultivo sin refugio, que al ser plantas simplificadas, puede crear condiciones más ventajosas para las plagas y varios estudios relacionado a la diversidad faunística sustentan esta repuesta, indicando que los policultivos son menos propenso al ataque de plagas y más favorables a los enemigos naturales (Ruíz y Castro, 2005; Venturini y Queirós 2007).

Correspondiente a la cantidad de órdenes, familias y morfoespecies identificado. Paredes *et al.* (2013) dice que es posible encontrar hasta 16 órdenes y 200 familias de insectos con actividades predatorias en diferentes agroecosistemas, entonces es probable que estemos al frente de miles de artrópodos beneficiosos que faltan reconocer.

Cuadro 4: Abundancia de predadores en cada refugio vegetal y el cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.

Entomofauna			Refugios vegetales								Tomate	Total (%)	
Orden	Familia	Morfotipo	A. dracunculus	F. esculentum	G. barbadense	H. annuus	H. officinalis	M. piperita	O. basilicum	Con Refugio	Sin Refugio	Total	(%)
Araneae	Araneidae	1	2	3	2	1	2	3	0	10	0	23	0.98
	Oxyopidae	1	0	0	0	2	0	3	2	8	0	15	0.64
	Salticidae	1	1	4	3	0	0	3	0	6	2	19	0.81
	Tetragnatidae	1	1	2	0	4	2	1	1	5	0	16	0.68
	Theridiidae	1	1	0	5	1	0	0	2	10	1	20	0.85
	Thomisidae	1	1	5	2	0	2	3	6	16	0	35	1.48
	Total	6	6	14	12	8	6	13	11	55	3	128	5.43
%	16.2	4.7	10.9	9.4	6.3	4.7	10.2	8.6	43.0	2.3	100.0		
Coleoptera	Carabidae	4	116	82	61	152	121	88	133	347	28	1128	47.84
	Coccinellidae	5	16	32	62	26	5	9	13	8	0	171	7.25
	Staphilinidae	1	2	0	1	2	1	0	0	5	0	11	0.47
	Total	10	134	114	124	180	127	97	146	360	28	1310	55.56
%	27.0	10.2	8.7	9.5	13.7	9.7	7.4	11.1	27.5	2.1	100.0		
Dermaptera	Anisolabididae	1	0	0	3	0	0	1	0	12	0	16	0.68
	Total	1	0	0	3	0	0	1	0	12	0	16	0.68
	%	2.7	0.0	0.0	18.8	0.0	0.0	6.3	0.0	75.0	0.0	100.0	
Diptera	Dolichopodidae	3	19	29	40	27	16	43	21	56	2	253	10.73
	Syrphidae	1	0	13	0	4	0	0	3	7	0	27	1.15
	Total	4	19	42	40	31	16	43	24	63	2	280	11.87
	%	10.8	6.8	15.0	14.3	11.1	5.7	15.4	8.6	22.5	0.7	100.0	
Hemiptera	Berytidae	1	6	4	15	13	10	18	8	166	1	241	10.22
	Geocoridae	1	2	12	3	0	1	2	7	0	0	27	1.15
	Nabidae	1	16	9	5	5	0	5	9	28	0	77	3.27
	Pentatomidae	1	1	1	0	4	0	0	2	0	0	8	0.34
	Total	4	25	26	23	22	11	25	26	194	1	353	14.97
%	10.8	7.1	7.4	6.5	6.2	3.1	7.1	7.4	55.0	0.3	100.0		
Hymenoptera	Crabronidae	5	3	48	3	7	6	0	10	13	0	90	3.82
	Formicidae	2	0	0	0	1	0	0	0	15	2	18	0.76
	Pompilidae	1	0	1	4	0	0	0	0	0	0	5	0.21
	Sphecidae	1	4	7	1	0	0	0	3	6	0	21	0.89
	Vespidae	1	0	27	5	2	0	0	0	2	0	36	1.53
	Total	10	7	83	13	10	6	0	13	36	2	170	7.21
%	27.0	4.1	48.8	7.6	5.9	3.5	0.0	7.6	21.2	1.2	100.0		
Neuroptera	Chrysopidae	1	2	0	30	20	4	4	5	22	0	87	3.69
	Mirmeleontidae	1	7	3	0	3	0	1	0	0	0	14	0.59
	Total	2	9	3	30	23	4	5	5	22	0	101	4.28
	%	5.4	8.9	3.0	29.7	22.8	4.0	5.0	5.0	21.8	0.0	100.0	
Total general		37	200	282	245	274	170	184	225	742	36	2358	100
%		100.0	8.5	12.0	10.4	11.6	7.2	7.8	9.5	31.5	1.5	100	

Otros de los principales resultados es la abundancia de la familia Carabidae del orden Coleóptera, mejor representado en todos los refugios con 47.84% del total. Según Sánchez *et al.* (1997), indican que todas sus especies son generalistas y tienen la posibilidad de desarrollarse en una amplia gama de condiciones ambientales y nichos ecológicos, ya que se adapta muy bien a los recursos que disponen en el agroecosistema a diferencia de los insectos especialistas que requieren ciertas condiciones ambientales y presa para su alimentación.

Otras de las familias más representativas fueron: Dolichopodidae, Chrysopidae y Berytidae, específicamente del género *Condylostylus*, *Chrysoperla* y *Metacanthus*. Según Altieri y Nicholls (2010) dicen que son insectos con capacidad de desplazarse de una zona a otra en busca de presa, y requieren de distintos tipos de hábitat, asimismo la densidad poblacional aumenta satisfactoriamente. Son respuesta que coincide con los resultados de esta investigación entre las especies más promisorias y la relación con los refugios vegetales.

Abundancia de polinizadores

En la colecta se identificaron dos familias del orden Hymenóptera, representado por seis morfoespecies de Apidae y 2 de Halictidae (cuadro 5, anexo 2). De estas morfoespecies 4 de ellos se identificó a nivel de género: *Apis mellifera*, *Agapostemon* y el género *Xylocopa* y 4 especies de la tribu Apini de la familia Apidae.

La mayor distribución se observó en la planta de trigo sarraceno (*F. esculentum*) con 59 individuos (15.7%), en la albahaca (*O. basilicum*) con 83 individuos (22.1%) y el girasol (*H. annuus*) con 70 individuos (18.6%). Mientras en la planta de algodón (*G. barbadense*), la menta (*M. piperita*), el hisopo (*H. officinalis*), y el estragón francés (*A. dracuncululus*), hubo escasas presencia de los polinizadores. En cambio, en el cultivo de tomate cultivar “Toroty” asociado con refugio, las especies pertenecientes a la familia Apidae fue la más abundante con 131 individuos (37%) a diferencia del cultivo de tomate cultivar “Pratico”, notándose baja población de los insectos.

La respuesta a los resultados de las 3 plantas con mejor distribución de polinizadores, puede darse debido a que son plantas que tienen antecedentes de proveer nectarios florales y extraflorales, por lo tanto, estas características permitieron la entrada de varias abejas con función polinizadoras y al sincronizarse estas plantas con el cultivo de tomate cultivar

“Toroty”, posiblemente ayudó para que los insectos se dispersaran eficientemente, a parte que el mismo cultivo provee en su flor sustancia azucarada que pueden ser percibida por las abejas, son las posibles razones del incremento en este inventario. Mientras, en el algodón, son plantas que también proveen de secreciones azucaradas, pero la abundancia no fue representativa, por el motivo que la floración no se dio en el momento preciso, es decir, que tardó un poco en florecer, por lo tanto, se nota una baja diversidad y en las plantas que carecen de nectarios extraflorales, es más difícil que sean visitados por las abejas y avispas, es ejemplo el estragón francés (*A. dracuncululus*) y a parte que esta planta es de crecimiento lento no tuvo mayor éxito y en el tomate cultivar “Pratico” sin refugio al ser planta simplificada fue baja su población.

Cuadro 5: Abundancia de polinizadores en cada refugio vegetal y el cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.

Entomofauna			Refugios vegetales								Tomate		Total (%)	
Orden	Familia	Morfotipo	A. dracuncululus	F. esculentum	G. barbadense	H. annuus	H. officinalis	M. piperita	O. basilicum	Con Refugio	Sin Refugio	Total	(%)	
Hymenoptera	Apidae	6	1	39	8	27	2	3	48	131	9	268	71.28	
	Halictidae	2	0	20	2	43	0	0	35	8	0	108	28.72	
Total general		8	1	59	10	70	2	3	83	139	9	376	100	
%		100	0.3	15.7	2.7	18.6	0.5	0.8	22.1	37.0	2.4	100.0		

Sosa (2012) y Quispe (2012), indican que la forma más clara, para que los insectos visiten las plantas es a través de los nectarios extraflorales y Yong (2010), dice que la sustancia azucarada ha sido probada en aumentar la longevidad de los insectos parasitoides y el establecimiento de numerosas abejas y así continuamente existe múltiples investigaciones consistente en la dinámica poblacional de los insectos. Sin embargo, el desequilibrio de la diversidad y productividad puede reflejarse ante la carencia de este grupo según Maglianesi-Sandoz (2016), principalmente en los ecosistemas agrícolas donde los recursos de néctar y polen son a menudo escasos. Además, este mismo autor, indica que los polinizadores cooperan en la economía de los productores ya que muchas plantas cultivadas dependen de la polinización y requieren de otras plantas para poder producir, entonces es allí donde las abejas intervienen en el transporte de polen beneficiando enormemente a la producción.

Abundancia de los herbívoros

En los resultados de insectos herbívoros se identificaron 5 órdenes, 38 familias y 64 morfoespecies. Los órdenes con mayor abundancia fueron: Hemíptera con 767 individuos (34.7%), Díptera con 597 (27%) y Coleóptera con 492 (22.3%). Mientras, los Lepidópteros y Ortópteros la abundancia fueron baja con 191 y 161 individuos que corresponde a 8.7 y 7.3% menor a los 3 órdenes antes mencionados. En este mismo sentido se identificaron mayor cantidad de morfoespecies en el orden Díptera, Coleóptera y Hemíptera con 22, 19 y 12 respectivamente, y en los Lepidópteros y Ortópteros 9 y 2 morfoespecies. Ahora, la familia que mayor distribución tuvo tanto en los refugios y el cultivo de tomate cultivar “Toroty” con refugio y la cultivar “Pratico” sin refugio son: Cicadellidae con 19.4%, Lauxaniidae con 13.8%, Lygaeidae con 12%, Chrysomelidae con 9.9% y Gryllidae con 6%. También se presenta otros grupos, pero con una abundancia menor entre ellos la familia Tenebrionidae con 4.2%, Lonchaeidae con 3.9% y Ephydriidae con 2.8% y así se identificaron más familias, pero sus distribuciones no fueron homogéneas en todas las plantas.

También es importante resaltar que hubo baja poblaciones de insectos fitófagos en el tomate cultivar “Pratico” sin refugio, por las aplicaciones fitosanitarias (spinozad, extracto de rotenona, azufre y aceite agrícola) (figura 7), que pudo controlar a las plagas. Las familias promisorias fueron: Chrysomelidae, Lauxaniidae, Cicadellidae, Lygaeidae pero no tiene mayor importancia en el cultivo, también se registró especie de la familia Noctuidae (*Spodoptera ochrea*, *S. eridania*) finalizando la cosecha, pero no tuvo alta incidencia, ni alta población (cuadro 6, anexo 4).

Entre los refugios que tuvo mayor concentración de insectos herbívoros están: el trigo sarraceno (*F. esculentum*) con 15.2%, seguido está la menta (*M. piperita*) con 13.6%, Hisopo (*H. officinalis*) y la albahaca (*O. basilicum*) con 9.7 y 9.5%, en estas plantas los insectos tuvieron mayor abundancia. Pero analizando los resultados, también se observa que de todos los refugios el girasol (*H. annuus*) fue la única planta con una reducida cantidad de herbívoros que del total solo tiene el 4.8% y el Algodón (*G. barbadense*) que también tiene valor muy cercano al girasol con 5.6%. Pero la mayor concentración de estos insectos fue en el cultivo principal que es el tomate cultivar “Toroty” con 30.8%.

La alta concentración de insectos herbívoros en el tomate cultivar “Toroty” con refugio, se debe porque en cada fecha de muestreo se seleccionaron más plantas para la evaluación (relación 1:6) a diferencia de los refugios, por el motivo de que según el diseño experimental las plantas alternantes se establecieron en 3 bloques, que no tuvieron ordenamiento similar, todas se colocaron al lazar para conocer la influencia de la fauna benéfica sobre el cultivo y de esta manera determinar el máximo número de especies que podrían migrar del refugio hacia el cultivo, entonces al aplicar esta metodología también se aumentaba la réplica de plantas de tomate, por lo tanto, existe una elevada influencia del insecto en el cultivo, pero es probable que se reduzca si se homogeniza la cantidad de plantas para evaluar tanto en los refugios vegetales y el cultivo de tomate.

Cuadro 6: Abundancia de herbívoros en cada refugio vegetal y el cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.

Entomofauna			Refugios vegetales								Tomate		Total (%)	
Orden	Familia	Morfortipo	A. dracunculus	F. esculentum	G. barbadense	H. annuus	H. officinalis	M. piperita	O. basilicum	Con Refugio	Sin Refugio	Total	(%)	
Coleoptera	Anobiidae	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0.1	
	Anthicidae	1	2	10	5	0	5	0	15	3	0	40	1.8	
	Cerambeidae	1	0	0	0	15	0	0	3	0	0	18	0.8	
	Chrysomelidae	4	15	12	6	4	11	32	25	102	12	219	9.9	
	Curculionidae	3	0	0	1	0	1	0	1	8	3	14	0.6	
	Elatenidae	1	1	2	4	1	2	2	3	5	0	20	0.9	
	Escarabeidae	2	1	0	11	6	0	0	0	5	0	23	1.0	
	Histenidae	2	0	0	1	0	1	0	0	5	0	7	0.3	
	Mycetophagidae	2	1	5	14	0	3	0	17	16	0	56	2.5	
	Tenebrionidae	2	5	6	2	15	9	14	7	35	0	93	4.2	
	Total	19	25	36	45	41	32	48	71	179	15	492	22.3	
	%	29.69	5.1	7.3	9.1	8.3	6.5	9.8	14.4	36.4	3.0	100.0		
Diptera	Agromyzidae	1	0	6	0	2	2	2	3	0	0	15	0.7	
	Athericidae	1	3	2	0	1	0	6	2	0	0	14	0.6	
	Calliphoridae	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0.1	
	Cecidomyiidae	1	0	0	0	10	0	0	0	29	2	41	1.9	
	Culicidae	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3	0.1	
	Ephidridae	3	6	6	5	1	6	13	8	15	2	62	2.8	
	Lauxaniidae	2	31	36	7	3	23	103	21	77	4	305	13.8	
	Lonchaeidae	3	15	12	8	4	12	13	6	14	3	87	3.9	
	Muscidae	4	2	0	8	1	0	3	0	1	0	15	0.7	
	Phoridae	1	2	0	0	0	0	3	0	0	0	5	0.2	
	Sarcophagidae	1	1	1	3	0	3	1	0	13	0	22	1.0	
	Sciaridae	1	0	1	0	0	0	8	0	0	0	9	0.4	
	Terphritidae	1	0	0	6	0	0	0	1	1	0	8	0.4	
	Tipulidae	1	1	0	0	0	0	8	0	0	0	9	0.4	
	Total	22	61	65	39	22	46	162	41	150	11	597	27.0	
	%	34.38	10.2	10.9	6.5	3.7	7.7	27.1	6.9	25.1	1.8	100.0		
Hemiptera	Aleyrodidae	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	0.5	
	Aphididae	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3	0.1	
	Cicadellidae	4	64	64	10	25	105	45	43	67	6	429	19.4	
	Lygaeidae	1	19	131	11	4	8	27	22	38	5	265	12.0	
	Pentatomidae	2	0	0	0	0	0	0	0	18	3	21	1.0	
	Psilidae	1	2	3	0	0	4	0	0	0	0	9	0.4	
	Pyrrhocoridae	1	0	0	8	0	0	0	0	1	0	9	0.4	
	Rhopalidae	1	1	13	0	0	0	2	5	0	0	21	1.0	
	Total	12	86	213	29	29	118	74	70	134	14	767	34.7	
	%	18.75	11.2	27.8	3.8	3.8	15.4	9.6	9.1	17.5	1.8	100.0		
Lepidoptera	Crambidae	1	0	2	0	0	2	2	5	49	0	60	2.7	
	Gelechiidae	1	2	1	0	0	0	0	0	21	0	24	1.1	
	Hesperiidae	2	0	7	2	9	0	2	5	14	2	41	1.9	
	Noctuidae	5	1	0	1	0	2	0	4	51	7	66	3.0	
		Total	9	3	10	3	9	4	4	14	135	9	191	8.7
	%	14.06	1.6	5.2	1.6	4.7	2.1	2.1	7.3	70.7	4.7	100.0		
Orthoptera	Acrididae	1	1	2	2	1	3	1	4	15	0	29	1.3	
	Gryllidae	1	11	9	6	3	12	12	10	68	1	132	6.0	
		Total	2	12	11	8	4	15	13	14	83	1	161	7.3
		%	3.13	7.5	6.8	5.0	2.5	9.3	8.1	8.7	51.6	0.6	100.0	
Total general		64	187	335	124	105	215	301	210	681	50	2208	100	
		%	100	8.5	15.2	5.6	4.8	9.7	13.6	9.5	30.8	2.3	100.0	

Correspondiente a la planta de trigo sarraceno (*F. esculentum*), la menta (*M. piperita*), el hisopo (*H. officinalis*) y la albahaca (*O. basilicum*) que fueron la más abundante de herbívoros, puede suceder porque muchas especies de este grupo tiene la capacidad de establecerse en un amplio rango de vegetación. Además, es difícil encontrar plantas que sean exclusivamente para las faunas benéficas, también son intervenidos por insectos fitófagos y la razón del porque el girasol (*H. annuus*) y el algodón (*G. barbadense*) tuvo una reducida cantidad de herbívoros, puede ser por las características botánica de la planta con nectarios para la comunidad de enemigos naturales y plantas vigorosas que le permitieron escapar de un gran número de insectos herbívoros y con respecto a las familias más representativo en todos los refugios y el cultivo, se dieron posiblemente porque son insectos polífagos y que pueden desplazarse con facilidad en diferentes plantas.

Quispe (2012) dice que la población de insectos está influenciada por el tamaño y forma de la planta, mientras Altieri y Nicholls (2010), señalan que la mayoría de las especies fitófagos suelen alimentarse de plantas silvestre botánicamente relacionada con las plantas cultivadas. Entonces posiblemente la repuesta esté relacionada a las plantas que tuvieron mayor abundancia de herbívoros y también a los insectos promisorios registrados en este trabajo. Otra investigación realizado por López en el (2000) intercalando tomate con algodón (*G. barbadense*) y por Vázquez y Fernández (2007) asociando lobururia (*Lobularia maritima*) y girasol (*H. annuus*) con tomate, explican que los tres refugios vegetales tuvo una baja diversidad de insectos herbívoros, porque en estas plantas se incrementó el número de parasitoides y predadores que tuvieron actividades beneficiosa sobre los fitófagos, lo cual coinciden con la densidad de herbívoros en la misma planta evaluada de esta investigación. También cabe señalar que los insectos promisorios no tienen mayor importancia en el cultivo.

4.1.7. Plagas de importancia en el cultivo de tomate

4.1.7.1. Población de la mosquilla del brote (*Prodiplosis longifila*) en el cultivar de tomate con y sin refugios

Los resultados muestran que la población de la mosquilla del brote (*Prodiplosis longifila*), incrementan en cada etapa fenológica del cultivo, siendo más abundante en la etapa de fructificación. En el tomate cultivar “Toroty” con los refugios se registró un total de 35 individuos y en el cultivar “Pratico” sin refugios un total de 42 individuos (figura 8). Esta plaga puede aumentar significativamente su densidad poblacional, porque no tiene enemigos

naturales eficientes, aunque se puede nombrar algunas que son potenciales como los predadores de larvas que corresponde a las siguientes especies: *Chrysoperla externa*, *Nabis punctipennis*, *Geocoris punctipes* y la especie de parasitoide considerada la más potencial es *Synopeas* sp. que tiene actividad en la fase inicial sobre las larvas de *P. longifila*. Sin embargo, algunos de estos enemigos naturales no se registró durante la evaluación, los que hace deficiente el control biológico. Además, es una plaga lucífuga y están en lugares protegidos, los que dificulta el acceso a los controladores.

Los resultados también, muestra variabilidad en la densidad poblacional de *P. longifila* en cada fecha de evaluación, los que puede estar asociado a las aplicaciones fitosanitarias que se realizaron (Rotenol, Tracer, Azufre y Aceite agrícola) y a las trampas amarilla que se colocaron alrededor del campo, pudo influir en la población de esta plaga.

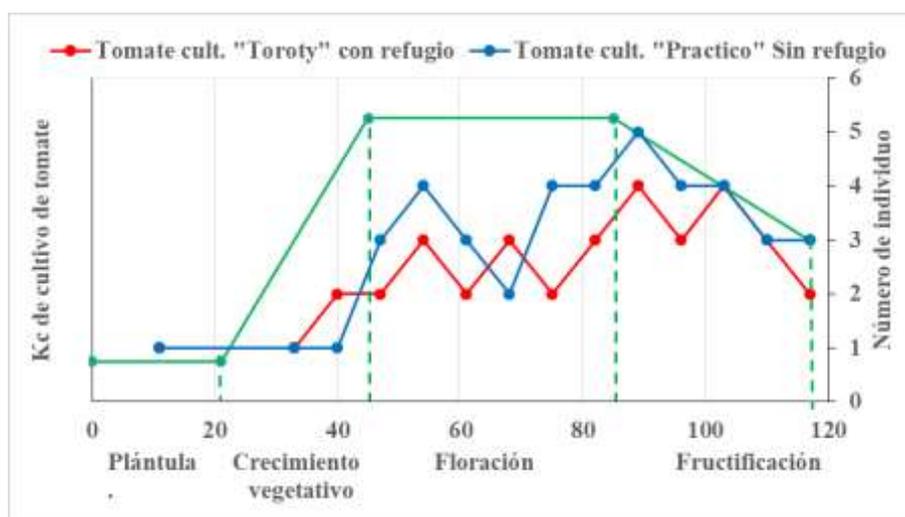


Figura 8. Población de *Prodidiplosis longifila* en cultivar de tomate con y sin refugio Valarezo *et al.* (2003) indican que *P. longifila* se describió por primera vez en el año 1928

En el Perú, afectando frutos de tomate, brotes de alfalfa y papa. El grupo de investigación del INIA (2000) señalan que es una plaga polífaga, que afecta diversos cultivos de exportación en los países de Perú, Ecuador, Colombia, Jamaica y Estados Unidos y actualmente está cuarentenada para exportar tomate de Perú a Brasil, la llegada de esta plaga ocasiona pérdida cuantiosa, es un insecto que puede atacar en cualquier etapa fenológica del cultivo y si no se controla puede provocar pérdida de rendimiento hasta más del 50%.

4.1.7.2. Incidencia de *Euchistus* sp. en el cultivo de tomate con y sin refugio

Dentro de los resultados de esta investigación se registró la presencia de *Euchistus* sp. sólo en la etapa de fructificación, en la última 5 fecha de evaluación. En el cultivar de tomate “Toroty” asociado con los refugios se registró 29 individuos, mientras en el cultivar de tomate “Pratico” sin refugio se registró 32 individuos. Es una especie que se ha convertido en una plaga polífaga en diversos cultivos y se caracteriza por presentar un color marrón y cuerpo en forma de escudo (Narrea, 2012). En los últimos año se ha presentado con gran frecuencia en el cultivo de tomate orgánico de la UNALM, afectando principalmente al fruto con manchas irregulares, lo cual la alta incidencia puede reducir la calidad comercial del producto final (Suirá-Céspedes, 2000). Para esta plaga aún no se ha registrado enemigo natural eficiente, ni control con producto a base orgánico, los que lo hace peligroso en las próximas campaña y año en la producción tomatera.

4.2. Diversidad de fauna benéfica en los refugios asociada al cultivo de tomate

4.2.1. Análisis de diversidad alfa

4.2.1.1. Riqueza específica de los grupos funcionales en refugios vegetales y el cultivo de tomate

Los resultados obtenidos muestran que la mayor riqueza se obtuvieron en el trigo sarraceno (*F. esculentum*), con 96 morfoespecies, la albahaca (*O. basilicum*) con 81, el algodón (*G. barbadense*) con 79 y la menta (*M. piperita*) con 73, posteriormente el girasol (*H. annuus*), estragón francés (*A. dracuncululus*) y el hisopo (*H. officinalis*) tuvo una riqueza menor de 65, 62 y 56 morfoespecies, mientras en el cultivo de tomate cultivar “Toroty” asociado con refugio la riqueza fue de 96 a diferencia del cultivo de tomate cultivar “Pratico” sin refugio con una riqueza inferior de 32 morfoespecies (Cuadro 7). Esta reducida cantidad de especie registrado puedes estar influenciado por las aplicaciones fitosanitarias (Spinosad, extracto de Rotenona, azufre y aceite agrícola) para el control de pulgones, mosquito de brotes, entre otras plagas (figura 7).

Las 3 plantas con riqueza superior (*F. esculentum*, *O. basilicum* y *G. barbadense*), facilitaron la entrada a muchos parasitoides por la diversidad florísticas y la disposición de néctar floral y extrafloral, fundamental para la dieta de los insectos, también por ser planta que tienen un periodo de floración continua o más prolongado a diferencia del girasol (*H. annuus*) que es

más corto o menos continuo, pero también representan buena proporción de riqueza de cada grupos funcional, en cambio el hisopo (*H. officinalis*), no tiene una floración continua, y a pesar de tener nectario extrafloral la riqueza y abundancia fue menor, porque no desarrolló un crecimiento vegetativo homogéneo ni floración oportuna, eran plantas menos vigorosos, lo cual fue más dificultoso para que los enemigos naturales accedieran.

Cuadro 7: Riqueza específica de los grupos funcionales en cada refugio vegetal y el cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.

Refugio vegetal	Grupos funcionales								Total		%	
	Herbívoro		Predador		Parasitoide		Polinizador		(S)	(N)	(S)	(N)
	(S)	(N)	(S)	(N)	(S)	(N)	(S)	(N)	(S)	(N)	(S)	(N)
<i>A. dracuncululus</i>	31	187	22	200	8	12	1	1	62	400	9.7	7.0
<i>F. esculentum</i>	34	335	28	282	26	260	8	59	96	936	15.0	16.5
<i>G. barbadense</i>	34	124	27	245	15	80	3	10	79	459	12.4	8.1
<i>H. annuus</i>	21	105	23	274	15	63	6	70	65	512	10.2	9.0
<i>H. officinalis</i>	29	215	17	170	8	19	2	2	56	406	8.8	7.1
<i>M. piperita</i>	33	301	19	184	19	89	2	3	73	577	11.4	10.1
<i>O. basilicum</i>	34	210	22	225	17	77	8	83	81	595	12.7	10.5
T. con refugio	45	681	26	742	18	140	6	139	95	1702	14.9	29.9
T. sin refugio	17	50	9	36	4	7	2	9	32	102	5.0	1.8
Total	278	2208	193	2358	130	747	38	376	639	5689	100	100.0
%	43.51	38.81	30.20	41.45	20.34	13.13	5.95	6.61	100.0	100.0		

(N)= Abundancia, (S) Riqueza específica

En la menta (*M. piperita*) a pesar de no disponer de nectarios extraflorales, pero benefició a varias especies insectarios por la composición de abundante biomasa que sirvió de refugio alternante, mientras el estragón francés (*A. dracuncululus*) la reducida cantidad de riqueza puede ser, porque tuvo un crecimiento lento, y al ser planta sin nectarios extraflorales es más difícil que las faunas benéficas puedan establecerse. Ahora observando la proporción de riqueza en el tomate cultivar “Toroty” con refugio es más complejos y diversos de especies registrados y su abundancia, esto quiere decir, que la planta intercalada favoreció la entrada a diferentes insectos artrópodos, a diferencia del tomate cultivar “Pratico” sin refugio que, al ser plantas simplificadas, la riqueza es bastante reducido.

El trigo sarraceno (*F. esculentum*), algodón (*G. barbadense*), la albahaca (*O. basilicum*) y el girasol (*H. annuus*), han sido evaluados por varios autores: López (2000), Nicholls *et al.* (2000), Vázquez y Fernández (2007), Altieri y Nicholls (2010) y Quispe (2012). Cada uno de los autores comparte ideas similares, sobre la densidad y riqueza de los enemigos naturales, encontrando variabilidad según la estructura de las plantas y también la influencia que puede darse por los cambios ambientales. De las plantas evaluadas, indica que el trigo sarraceno, el algodón y el girasol, tiene alta potencialidades para ser intercalado con el cultivo como plantas atractivas a la diversidad faunísticas. También sustentan que existe una alta dispersión de enemigos naturales del refugio que migran hacia el cultivo y las funciones controladoras de diversos hospederos asociados a las plantas productivos, lo cual concuerdan con los resultados de esta investigación, donde las plantas asociadas tienen mayor riqueza de fauna benéfica a diferencia de plantas simplificadas.

4.2.1.2. Riqueza específica e índice de diversidad por refugio vegetal

Diversidad de parasitoides

Los resultados de diversidad de la comunidad de insectos parasitoides, muestran que la planta del trigo sarraceno (*F. esculentum*) con 26 morfoespecies, representa la mayor riqueza específica y los mejores índices de diversidad de Margalef (D_{Mg}), de equitatividad Shannon-Weaver (H), así también una mayor dominancia de especies (Simpson), superiores a los demás refugios, indicando una complejidad de familias y especies distribuidos en esta planta (Cuadro 2).

Mientras, el algodón (*G. barbadense*), la menta (*M. piperita*), la albahaca (*O. basilicum*) y el girasol (*H. annuus*) en su análisis demuestran una diversidad parecida con pocas diferencias, pero están dentro de un rango comunidades diversos y complejos. En tanto que el estragón francés (*A. dracunculoides*) y el hisopo (*H. officinalis*) muestran los más bajos índices de diversidad y riqueza (Cuadro 8).

Cuadro 8: Diversidad, riqueza específica de los parasitoides y estructura de la comunidad

Refugio vegetal	Riqueza de parasitoides		Índice de diversidad		
	Abundancia (N)	Riqueza específica (S)	Ind. de Margalef (D_{Mg})	Ind. de Dominancia Simpson	Ind de Shannon-Weaver (H)
<i>A. dracunculus</i>	12	8	2.82	22.50	2.03
<i>F. esculentum</i>	260	26	4.50	23.51	3.11
<i>G. barbadense</i>	80	15	3.19	14.14	2.53
<i>H. annuus</i>	63	15	3.38	18.03	2.60
<i>H. officinalis</i>	19	8	2.38	10.11	1.95
<i>M. piperita</i>	89	19	4.01	17.50	2.75
<i>O. basilicum</i>	77	17	3.68	19.71	2.72

Magurran (1988) indica que es importante conocer la riqueza específica, la abundancia y el índice de diversidad de Margalef (D_{Mg}), Simpson y Shannon-Weaver (H) para elegir el tamaño de un muestreo correcto, definir bien el área de estudio, y seleccionar la técnica apropiada para medir la abundancia. Es un método utilizado por muchos ecólogos en estudio de biodiversidad y en este trabajo se han encontrado variabilidad en las agrupaciones de insectos. No obstante, en la especie de *F. esculentum* y *M. piperita* que presentan los valores más alto de riqueza y abundancia, y también los valores más alto de diversidad con Margalef (D_{Mg}), y Shannon-Weaver (H), lo cual es un resultado que coincide con el trabajo realizado por Quispe (2012), donde determinó que la comunidad de insectos parasitoides en diferentes refugios vegetales presentaron riqueza, abundancia y diversidad variable, e indica que probablemente puedes estar asociado por la característica de la planta, la familia al cual pertenece, así como la estructura vegetal y floral de cada uno de los refugios vegetales.

Diversidad de predadores

Los resultados de diversidad (Cuadro 9) muestran que en riqueza específica y abundancia el trigo sarraceno (*F. esculentum*), el algodón (*G. barbadense*), el girasol (*H. annuus*) y la albahaca (*O. basilicum*) tiene buena representación de morfoespecies, igualmente en los análisis de diversidad de Shannon-Weaver (H), Margalef (D_{Mg}), y Simpson indican que son comunidades complejos y diversos con valores muy similares, resaltando aún más en la planta trigo sarraceno y el algodón con diversidad más superiores. Mientras, en el hisopo (*H. officinalis*) y la menta (*M. piperita*) los análisis muestran menor diversidad, abundancia y

riqueza que los refugios anteriores, pero se pueden considerar como levemente complejo, porque están dentro de un rango aceptable de las comunidades.

Cuadro 9: Diversidad, riqueza específica de los predadores y estructura de la comunidad

Refugio vegetal	Riqueza de predadores		Índice de diversidad		
	Abundancia (N)	Riqueza específica (S)	Índ. de Margalef (D_{Mg})	Índ. de Dominancia Simpson	Índ. de Shannon-Weaver (H)
<i>A. dracunculus</i>	200	22	3.96	11.05	2.65
<i>F. esculentum</i>	282	28	4.79	18.38	2.98
<i>G. barbadense</i>	245	27	4.73	16.61	2.91
<i>H. annuus</i>	274	23	3.92	12.01	2.71
<i>H. officinalis</i>	170	17	3.12	8.25	2.39
<i>M. piperita</i>	184	19	3.45	10.53	2.53
<i>O. basilicum</i>	225	22	3.88	11.41	2.68

Quispe (2012) y Gonzáles *et al.* (2014) evaluaron poblaciones de insectos predadores en refugios vegetales y en cultivos de arroz orgánico, para posteriormente determinar la diversidad mediante el índice de Shannon-Weaver (H), Margalef (D_{Mg}), y Simpson. Ambos autores indican que la riqueza y la diversidad de las especies registradas mostraron ser en algunas plantas más diversos y complejo, mientras otro de baja diversidad que posiblemente es por el tipo microhábitat y condiciones ambientales, que influye en la riqueza de especies raras y comunes, lo cual concuerda con el resultado de esta evaluación siendo variable la complejidad de las especies identificados en los refugios.

4.2.2. Análisis diversidad beta

4.2.2.1. Índice de similitud de parasitoides en los refugios y el tomate

Los resultados obtenidos mediante índices de similaridad (Jaccard) (Cuadro 10), indican que la composición de especies entre refugios y su asociación con el tomate cultivar “Toroty” son muy variables en su expresión; así, los resultados muestran que la albahaca (*O. basilicum*) con la menta (*M. piperita*), girasol (*H. annuus*) y el tomate (T. con refugio) comparte 57.83, 54.29 y 47.93% de especie entre ellos, siendo las más frecuentes que corresponden a los géneros: *Chelonus*, *Campoletis*, *Praon*, *Ganaspidium* y especie de la subfamilia Scelioninae, Cremastinae Eulophinae (Hymenóptera) y *Lynnaemya* (Díptero).

Mientras, el trigo sarraceno (*F. esculentum*) con el tomate (T. con refugio) y el algodón (*G. barbadense*) tiene el 51.50 y 42.73% de especie compartida, siendo los principales géneros: *Chelonus*, *Burksilampus*, *Ganaspidium*, *Praon* y especie de la subfamilia Scelioninae, Eulophinae (Hymenóptera), *Archyta*, *Lynnaemya* y *Conmatacta* (Díptera). Por otro lado, el estragón francés (*A. dracunculus*) con el hisopo (*H. officinalis*) comparte el 32.25% de especies, siendo las principales morfoespecies: *Lynnaemya* y *Conmatacta* (Díptera).

Estos valores expresan que entre más alto sea el porcentaje de similaridad habrá mayor cantidad de morfoespecies iguales que estén disperso entre dos o más plantas, ejemplo la menta (*M. piperita*) con la albahaca (*O. basilicum*) con una similitud de 57.83% y los valores bajos indican que las especies encontradas tienden a ser diferentes o solo unas mínimas especies son iguales, ejemplo del estragón francés (*A. dracunculus*) con el trigo sarraceno (*F. esculentum*) que comparten solo el 8.09%.

Los resultados también muestran que entre el tomate cultivar “Toroty” con refugio, el trigo sarraceno (*F. esculentum*), y la menta (*M. piperita*), comparte más del 50% de especies; en tanto que *G. barbadense*, *H. annuus* y *O. basilicum*, presentan una similitud mayor al 40% en promedio. Mientras, el tomate cultivar “Pratico” sin refugio la similitud de especies compartidas es bajo siendo el mínimo de 4.60% y el máximo de 30.77%. Esto quiere decir, que en tomate asociado con refugio existe mayor dispersión de avispas parasitoides, comparado con un monocultivo que tiene solo unas pocas especies que comparte.

Cuadro 10: Análisis de similitud (Jaccard) de los parasitoides entre los refugios y el cultivo de tomate

	Refugio vegetal						Tomate		
	<i>A. dracunculus</i>	<i>F. esculentum</i>	<i>G. barbadense</i>	<i>H. annuus</i>	<i>H. officinalis</i>	<i>M. piperita</i>	<i>O. basilicum</i>	T. con refugio	T. sin refugio
<i>A. dracunculus</i>	—	8.09	21.74	13.33	32.26	19.80	22.47	15.79	10.53
<i>F. esculentum</i>	—	—	38.24	32.82	9.32	46.99	40.36	51.50	5.24
<i>G. barbadense</i>	—	—	—	32.17	22.22	35.50	26.75	42.73	4.60
<i>H. annuus</i>	—	—	—	—	19.51	46.05	54.29	41.38	8.57
<i>H. officinalis</i>	—	—	—	—	—	20.37	22.92	22.64	30.77
<i>M. piperita</i>	—	—	—	—	—	—	57.83	52.40	14.58
<i>O. basilicum</i>	—	—	—	—	—	—	—	47.93	11.90
T. con refugio	—	—	—	—	—	—	—	—	9.52
T. sin refugio	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Coral *et al.* (2012) desarrolló un trabajo similar en la evaluación de insectos parasitoides en plantas de dos lotes distintos y evidenció un bajo grado de similitud, ya que 6 morfoespecies resultaron comunes, siendo la principal familia de Perilampidae, Ichneumonidae, Chalcidae, Chrysididae, Braconidae y Formicidae, lo cual coinciden con las especies encontrada en esta evaluación, pero con un manejo de hábitat distinto. También Briceño *et al.* (2013) en la evaluación de Doryctinae (Hymenóptera: Braconidae) presenta valores equidistantes entre dos localidades e indica que los valores bajos, las especies de géneros compartidos entre las localidades son diferentes y los valores altos, otorga más complementariedad, lo cual es bastante coincidente con el resultado de similitud de especie registrado en este trabajo con las diferentes plantas.

4.2.2.2. Índice de similitud de predadores en los refugios y el tomate

Los resultados obtenidos mediante el índice de similaridad (Jaccard) (Cuadro 11), indican que entre el estragón francés (*A. dracuncululus*), el girasol (*H. annuus*), hisopo (*H. officinalis*) y la albahaca (*O. basilicum*) tiene el 70% de morfoespecies compartidos, señalando a los principales géneros: *Blennidus*, *Tetracha*, *Harmonia*, *Hippodamia* (Coleóptero), *Chrysoperla* (Neuróptera), *Condylostylus* (Díptera) y *Metacanthus* (Hemíptera).

Mientras, entre el algodón (*G. barbadense*) el girasol (*H. annuus*), hisopo (*H. officinalis*), la albahaca (*O. basilicum*) y la menta (*M. piperita*) tiene entre 52 a 58% de morfoespecies compartidos de los mismos géneros antes señalados, pero más abundante *Tetracha* y *Blennidus*. En cambio el cultivar de tomate “Toroty” con refugio tiene un compartimiento de especies menor entre 33 a 38%, excepto el girasol (*H. annuus*) que tiene 48% de similaridad, siendo los principales géneros: *Nabis*, *Geocoris* (Hemíptera), *Condylostylus* (Díptera), *Chrysoperla* (Neuróptera), *Tetracha* y *Blennidus* (Coleóptera).

Los valores obtenidos con más del 70% indican que existe alta similaridad de géneros registrados entre dos o más refugios y los que están entre los 50% indican que del total de especies encontrados, solo la mitad comparte el hábitat y los que tienen la similaridad más bajos, es porque posiblemente sean especies diferentes y solo unas pocas son similares.

Con respecto a la composición de especies entre los refugios y el cultivo Tomate. Refugio cultivar “Toroty”, encontramos que la similaridad fue muy variable, encontrándose los valores más altos en: *H. annuus* y *O. basilicum* con 48 % y 42 %, seguidos de *A. dracunculus* con 38%. En tanto, que los demás refugios tuvieron valores entre 33-35% respectivamente. Pero a pesar que los resultados presentan valores bajos de especies compartidos, pero se evidenció la alta abundancia del género *Lynnaemya* y *Tetracha* (Coleóptero), *Nabis* y *Metacanthus* (Hemíptera) y *Condylostylus* (Díptera), denominado predadores generalistas y se adapta con facilidad en cualquier hábitat, por lo tanto, tiende a ser de múltiple importancia en el cultivo.

Cuadro 11: Análisis de similitud (Jaccard) de los predadores entre los refugios y el tomate

	Refugio vegetal						Tomate		
	<i>A. dracunculus</i>	<i>F. esculentum</i>	<i>G. barbadense</i>	<i>H. annuus</i>	<i>H. officinalis</i>	<i>M. piperita</i>	<i>O. basilicum</i>	T. con refugio	T. sin refugio
<i>A. dracunculus</i>	—	55.19	45.84	70.89	72.97	67.19	77.18	38.64	22.03
<i>F. esculentum</i>	—	—	53.89	52.16	50.89	57.08	58.78	33.20	20.75
<i>G. barbadense</i>	—	—	—	57.03	43.86	57.81	50.21	33.43	24.20
<i>H. annuus</i>	—	—	—	—	63.51	60.26	70.94	48.62	16.13
<i>H. officinalis</i>	—	—	—	—	—	69.49	72.91	35.96	30.10
<i>M. piperita</i>	—	—	—	—	—	—	68.46	34.56	28.18
<i>O. basilicum</i>	—	—	—	—	—	—	—	42.81	23.75
T. con refugio	—	—	—	—	—	—	—	—	9.25
T. sin refugio	—	—	—	—	—	—	—	—	—

En cambio, el tomate cultivar “Pratico” sin refugio tienen los valores más bajo de similitud inferior al 30%, donde solo unas pocas especies podrían estar presente, porque no cuenta con microhábitat que garantice su alimentación y supervivencia por largo periodo.

Quispe (2012) desarrolló un trabajo similar en la evaluación de insectos predadores en tres hábitats distintos e indica que son pocas las especies que comparten entre ellas a excepción de dos hábitats con similitud superior al 60%. Otro trabajo reportado por Zalazar y Salvo (2007) en un sistema convencional y orgánico se evaluó la entomofauna en siete especies o variedades vegetales distintos y determinó una similitud alta en tres plantas del sistema convencional, mientras en las huertas orgánicas presentaron complejos de especies diferentes a la de los convencionales y también diferentes entre sí, la baja similitud está relacionada al manejo de hábitat ante la dependencia de insumos externos y las

características fisiológicas de los refugios. También Huitzil-Mendoza (2007) evaluó la hipertofauna de dos localidades indicando que es variante la proporción de individuos en cada localidad, se debe por las condiciones ambientales que difiere en la similitud de especies compartidas.

4.2.2.3. Índice de similitud de polinizadores en los refugios y el tomate

Los resultados muestran que entre el trigo sarraceno (*F. esculentum*) el girasol (*H. annuus*) y la albahaca (*O. basilicum*) comparte el 58.91 y 60,56% de morfoespecies, las especies son: *Agapostemon* (Halictidae) y *Apis mellifera* (Apidae) (Cuadro 12). Mientras, la similitud entre los demás refugios es inferior, es decir, que son pocas las especies que comparten dos o más hábitat y las que tienden a tener mejor compartimiento, es porque fueron favorecidos por los nectarios extraflorales de la planta que facilitaron el acceso a varios morfoespecies que se alimentan de ellas.

Cuadro 12: Análisis de similitud (Jaccard) de los polinizadores entre los refugios y el cultivo de tomate

	Refugio vegetal						Tomate		
	<i>A. dracuncululus</i>	<i>F. esculentum</i>	<i>G. barbadense</i>	<i>H. annuus</i>	<i>H. officinalis</i>	<i>M. piperita</i>	<i>O. basilicum</i>	T. con refugio	T. sin refugio
<i>A. dracuncululus</i>	—	3.33	18.18	0.00	0.00	0.00	2.38	0.00	0.00
<i>F. esculentum</i>	—	—	28.99	58.91	6.56	9.68	60.56	39.39	26.47
<i>G. barbadense</i>	—	—	—	22.50	16.67	30.77	21.51	12.08	0.00
<i>H. annuus</i>	—	—	—	—	5.56	8.22	81.05	33.49	22.78
<i>H. officinalis</i>	—	—	—	—	—	40.00	4.71	2.84	18.18
<i>M. piperita</i>	—	—	—	—	—	—	6.98	4.23	16.67
<i>O. basilicum</i>	—	—	—	—	—	—	—	41.44	19.57
T. con refugio	—	—	—	—	—	—	—	—	12.16
T. sin refugio	—	—	—	—	—	—	—	—	—

También en los análisis de similitud expresan que entre el tomate cultivar “Toroty” con el girasol (*H. annuus*), el trigo sarraceno (*F. esculentum*) y la albahaca (*O. basilicum*) comparte el 33.49, 39.39 a 41.44% de morfoespecies. Mientras, el tomate cultivar “Pratico” sin refugio comparte con las mismas plantas, pero en una cantidad menor de 22.78, 26.47 y 19.57%. Es decir, que las plantas asociadas favorecen la comunidad de insectos polinizadores y muchos

mejor por la disponibilidad de plantas nectaríferas y poliníferas conveniente para la mayoría de las especies de abejas.

Para el contraste de este resultado, se han reportado dos trabajos similares en Colombia por Guerrero-Olaya (2015) y Arias (2015), que evaluaron insectos polinizadores en tres especies de palmas aceiteras y la otra evaluación se hizo en un agroecosistema de tomate. Ambos autores encontraron valores altos de similaridad de 60 hasta 100% de especies compartidas e indica que no hay variación espacial de un amplio grupo de visitantes florales que permanece con la inflorescencia. También Quispe (2012) evaluó la fauna de polinizador asociado a refugios vegetales y determinó variación en la uniformidad de especies compartidas, lo cual coincide con el resultado de este trabajo, porque son plantas con características distintas y pertenecientes a diferentes familias.

4.2.3. Curva de acumulación de especies por grupo funcional en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate

4.2.3.1. Curva de acumulación de especie en el estragón francés (*A. dracunculus*)

Parasitoides

Los estimadores de diversidad indican que la eficiencia promedio de muestreo en los parasitoides fue de 56.8% (figura 8), muy por debajo de un buen muestreo, excepto el estimador Bootstrap con una eficiencia superior de 78.59%, pero por lo general, no se forma la asíntota, su pendiente es creciente y están ampliamente separadas; esto quiere decir, que se debe planificar un mejor muestreo. Tal vez los resultados, sea producto de la carencia de nectarios extraflorales en la planta, en consecuencia, son pocos atractivos a los parasitoides y con respecto a la riqueza de fauna parasítica esta no fue muy diversa, siendo representado por la siguiente especie: *Chelonus insularis*, *Burksilampus*, y morfoespecies de las familias Scelioninae, Eulophinae, Teleasinae (Hymenóptera), así como morfoespecies de *Conmatacta variegata* y *Lynnaemya comta* (Díptera: Tachinidae).

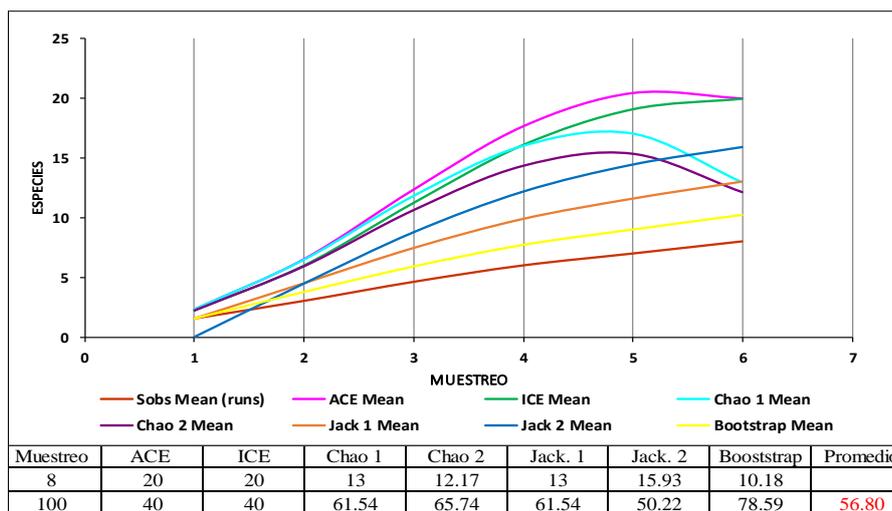


Figura 9: Curva de acumulación de parasitoides en el estragón francés (*A. dracuncululus*)

Para el contraste de este resultado, un trabajo realizado por Ramos-Hernández (2014) en estudio de biodiversidad vegetal, dice que desafortunadamente la riqueza de especies depende del tamaño de la muestra, por lo tanto, la aproximación a la estructura, diversidad y riqueza en las especies vasculares, se agrava en la técnica de un muestreo eficiente. Entonces si no se registra una buena eficiencia de los datos Jiménez-Valverde y Hortal (2003) sugieren que se deben hacer un mayor esfuerzo de muestreo, porque cuando mayor sea el esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas en la planta, es decir, que se debe planificar un muestreo más representativo para la confiabilidad de los datos.

Predadores

Las curvas de acumulación para los predadores muestran un esfuerzo de muestreo en promedio de 81.8% (figura 9) considerado una colecta y esfuerzo de muestreo aceptable, la pendiente de los diversos estimadores muestran estabilidad llegando casi a la asíntota, lo que indicaría que quedan pocas especies para ser registrada.

Las principales especies encontradas corresponden a predadores del género: *Ammophila* y *Neogoryte* (Hymenóptera), *Blennidus*, *Tetracha*, *Harmonia axyridis*, *Hyppodamia convergens*, *Scymnus loewii*, y *Staphylinus* del (Coleóptera), *Geocoris punctipes*, *Metacanthus*, *Podisus* y *Nabis punctipennis* (Hemíptera), *Chrysoperla externa* y *Myrmeleon* (Neuróptera); *Condylostylus quadricolor* y *Chrysotus* (Díptera), y arañas especialmente de las familias: Araneidae, Salticidae, Tetragnathidae, Theridiidae y Thomisidae.

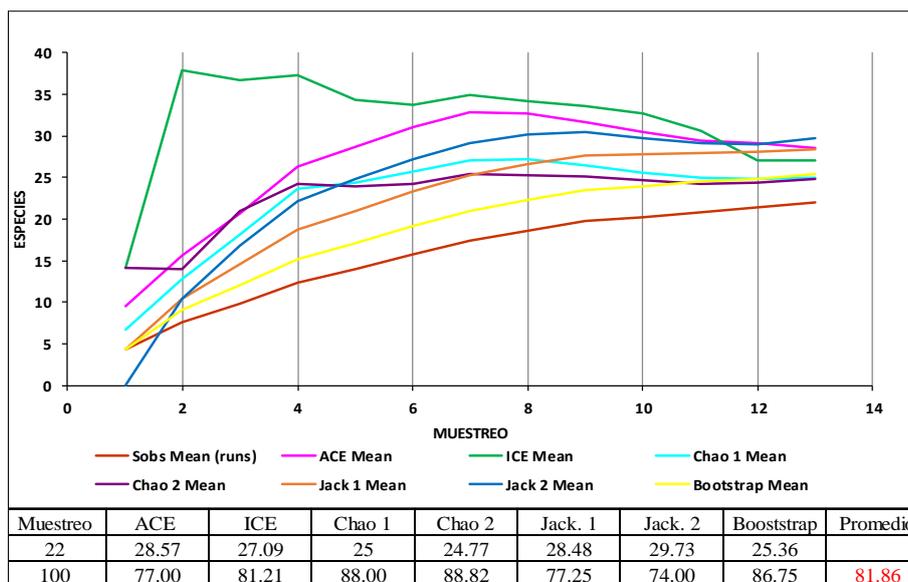


Figura 10: Curva de acumulación de predadores en el estragón francés (*A. dracunculus*)

Ramírez-Hernández (2015) desarrolló un trabajo en la colección de insectos predadores específicamente de la familia Syrphidae y Coleópteros, sobre numerosas plantas vegetales y posteriormente construyó la curva de acumulación de especie, consiguió tener una eficiencia de muestreo de 86.1%, casi similar a la eficiencia registrado en esta planta. Pero sustenta que en la mayoría de especies predadores dependen de materia viva y están estrechamente relacionados con el microhábitat. Ante esta respuesta hay más posibilidades que los predadores se alojen con mayor densidad utilizando a las plantas como hospederos alternantes y al haber más abundancia es más fácil registrar más especies que puedan hospedarse a diferencia de los parasitoides que requieren de secreciones azucaradas para su alimentación, que en encasas densidades es más difícil registrar la máxima cantidad de especies.

4.2.3.2. Curva de acumulación de especie en el trigo sarraceno (*F. esculentum*)

Parasitoides

Los estimadores de diversidad indican que el esfuerzo de muestreo en los parasitoides tuvo una eficiencia de 99.8%, siendo un resultado efectivo, al observar una asíntota de estabilización en la construcción de la curva (figura 10). Todos los estimadores muestran una eficiencia superior al 95%, es decir, que se logró maximizar la diversidad de fauna que aparecieron en la planta del trigo sarraceno (*F. esculentum*), probablemente, porque es una planta de floración continua y con nectarios extraflorales, al disponer de estos recursos los

parasitoides accedieron con más facilidad y se establecieron con mayor densidad y al ser más denso facilitaron mejor el registro de las especies.

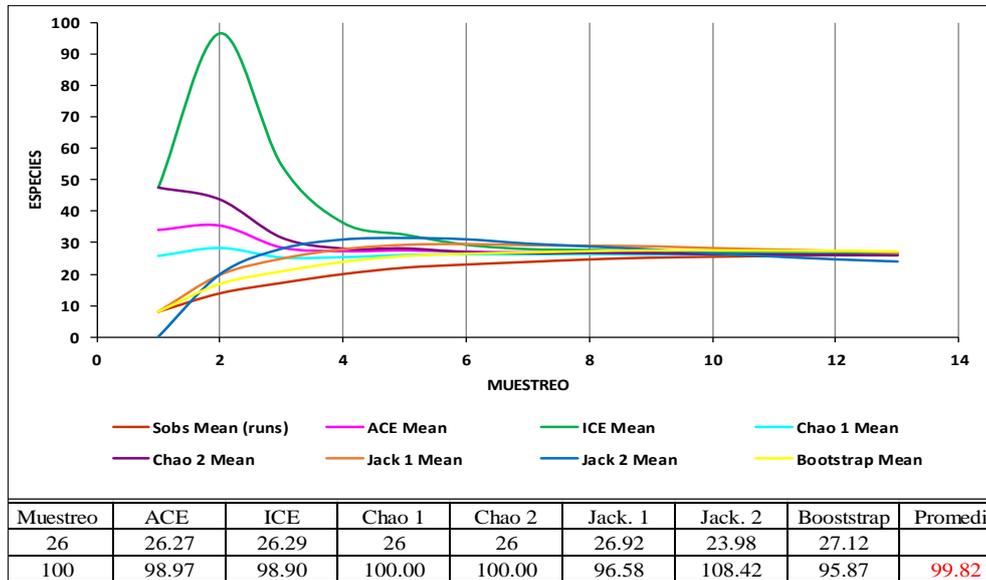


Figura 11: Curva de acumulación de parasitoides en el trigo sarraceno (*F. esculentum*)

Las principales especies de parasitoides que se registró en la planta corresponden a los siguientes géneros: *Chelonus insularis*, *Campsomeris sp*, *Diplazon laetatorius*, *Praon sp*, *Ephedrus*, *Campoletis*, *Aphaereta*, *Apanteles*, *Ganaspidium*, *Burksilampus*, *Timulla*, y especie de la subfamilia Scelioninae, Teleasinae, Anomaloninae, Eulophinae, Diapriinae, Cremastinae y de la familia Chrysididae (Hymenóptera), también *Conmatacta variegata*, *Gonia peruviana*, *Archytas*, *Hemipenthes*, *Lynnaemya comta* (Díptera).

Quispe (2012) realizó un trabajo similar en la cuantificación de insectos parasitoides en diferentes plantas vegetales y reporta una eficiencia de muestreo de 91%. Igualmente, Chan-Canché *et al.* (2016) en estudio de diversidad de insectos de la familia Ichneumonidae, obtuvo una eficiencia de 73.4%, ambos autores indican confiabilidad de los datos, pero Rico *et al.* (2005) dice que, para garantizar un adecuado registro o confiabilidad, los valores de los estimadores deben ser similares, lo cual esta función se cumple en los resultados de este análisis, porque todos los valores de los estimadores están cercanos al 95 y 100%.

Predadores

Mientras en las especies de predadores los resultados muestran una curva de acumulación con el 86.5% de eficiencia (figura 11), menor que los parasitoides, pero es un resultado aceptable. Siendo el estimador Chao 2 y Booststrap con una mejor representación de 90.37 y 90.43% de eficiencia, donde se observa que la asíntota está bien marcada. Tal vez la eficiencia es favorecida, porque en la planta se observó alta concentración de biomasa, apetecida como hospederos alternantes para varias especies de predadores que fueron abundante y permitieron un mejor registro de los datos.

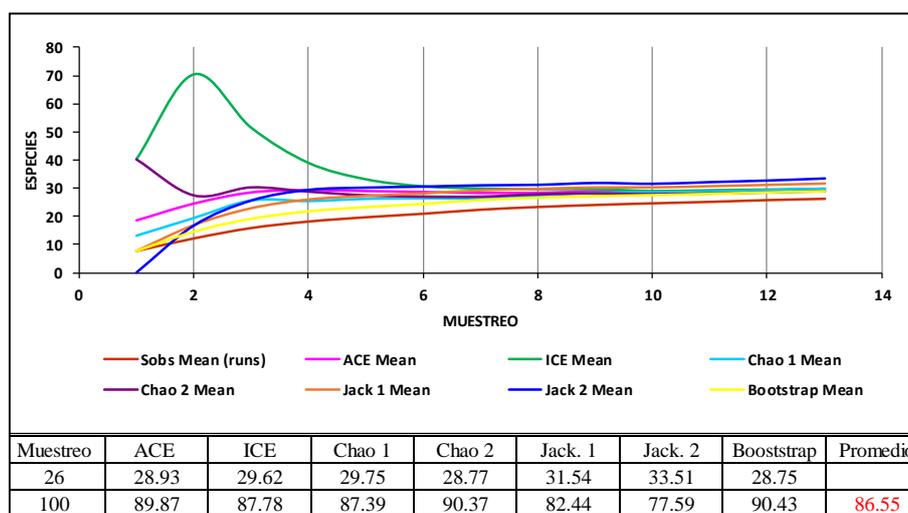


Figura 12: Curva de acumulación de predadores en el trigo sarraceno (*F. esculentum*)
La comunidad de predadores se encuentran representados por los siguientes géneros:

Ammophila, *Anoplius*, *Astata*, *Cerceris*, *Liris*, *Monobia*, *Neogoryte* y *Steniolia* (Hymenóptera); *Blennidus*, *Tetracha*, *Tetragonoderus*, *Eriopis connexa*, *Hyppodamia convergens*, *Scymnus loewii* y *Scymnus rubicundus* (Coleóptera); *Geocoris punctipes*, *Metacanthus*, *Podisus* y *Nabis punctipennis* (Hemíptera); *Myrmeleon* (Neuróptera); *Pseudodoros clavatus* y *Condylostylus quadricolor* (Díptera); y del grupo de las arañas las principales familias fueron: Araneidae, Salticidae, Tetragnathidae y Thomisidae.

De acuerdo a Jiménez-Valverde y Hortal (2003), la eficiencia de este muestreo está en un rango aceptable, porque en un estudio de diversidad dicen que es difícil registrar en su totalidad todas las especies. Posteriormente, Quispe (2012) desarrolló un trabajo similar y reporta variabilidad en la eficiencia de muestreo entre 69 y 90% en el registro de insectos predadores en diferentes hábitats, que lo categoriza como datos confiables y con respecto a

las curvas de los estimadores Fernández *et al.* (2014), sostiene que es muy normal observar que la pendiente se eleve en sus primeros muestreos y que luego descienda, indicando la estabilización máxima de especies que puede aparecer en la planta.

4.2.3.3. Curva de acumulación de especie en el algodón (*G. barbadense*)

Parasitoides

Los estimadores de diversidad indican que el esfuerzo de muestreo en los parasitoides tuvo una eficiencia promedio de 86% (figura 12), indicando que existe buena representación de las especies registradas y quedando unas pocas que no se logró registrar. El mejor estimador fue el Cha1 y Chao 2 con una eficiencia superior de 90.21 y 91.69%. Es posible que la eficiencia sea efectiva, principalmente por las características del algodón al proveer de nectarios (florales y extraflorales, que, al contar con estos recursos, atraen alta densidad de insectos parasitoides y así permitiendo optimizar el registro de las especies.

Entre las especies de este grupo se registró: *Chelonus insularis*, *Campsomeris*, *Timulla sp*, *Ephedrus*, *Ganaspidium*, *Burksilampus*, especie de la subfamilia Scelioninae (2) y Eulophinae (1) (Hymenóptero); *Conmatacta variegata*, *Gonia peruviana*, *Archytas*, *Hemipenthes*, *Lynnaemya comta* son géneros pertenecientes a la familia Tachinidae del orden Díptero.

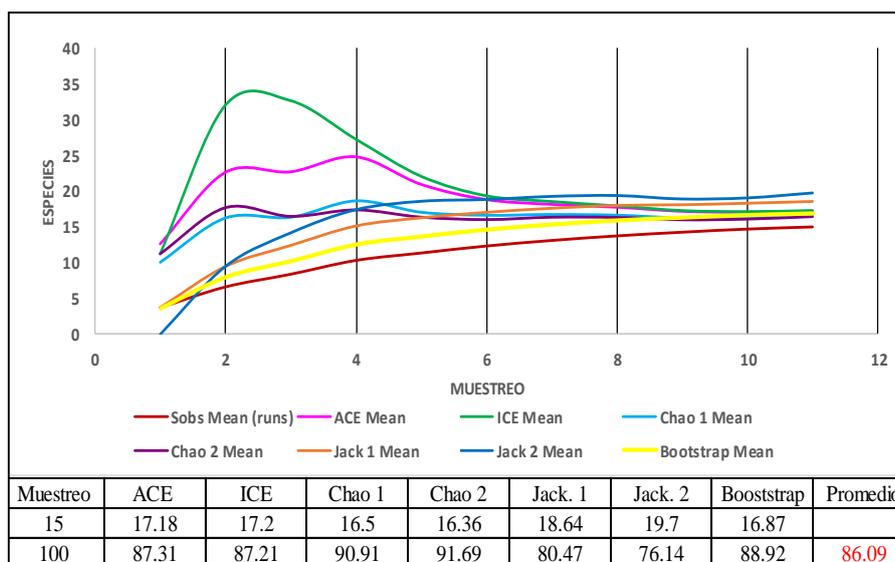


Figura 13: Curva de acumulación de parasitoides en el algodón (*G. barbadense*)

Existe una amplia bibliografía reportado por Romero-Tejada *et al.* (2008), Batista-Hernández *et al.* (2013) y Ramírez-Hernández (2015) indicando que si en una comunidad de insectos evaluados, se determina una eficiencia con valores superiores al 80% es un indicador de un muestreo casi completo, pero Jiménez- Valverde y Hortal (2003) dicen que la eficiencia de muestreo va a depender de la densidad de los insectos, fisiología de la planta y época del año, lo cual probablemente esta teoría esté relacionada al registro de especies que se realizó en el algodón, ya que en su característica la planta proveen de néctar (floral y extrafloral) y polen accesible para los parasitoides y la densidad permitieron una mejor captura de las especies comunes y raras que visitaron a las plantas.

Predadores

Mientras los estimadores de diversidad de los predadores indican que hubo una eficiencia de muestreo de 83% (Figura 13), similar al grupo de los parasitoides, indicando confiabilidad de los datos, porque observando la curva, tienden aproximarse a la asíntota, donde el estimador que presenta mejor eficiencia es el Chau 1 con 92.06%. La eficiencia probablemente sea por las características de las plantas que presentaron abundantes biomasa que sirvieron de hospederos alternantes para que los predadores colonicen y a su vez permitieron realizar una mejor captura al haber mayor densidad.

Dentro de las especies predadores que se registró en esta planta son: *Ammophila*, *Anoplius*, *Astata*, *Cerceris*, *Monobia* y *Steniolia* (Hymenóptera), *Blennidus*, *Tetracha*, *Harmonia axyridis*, *Tetragonoderus*, *Eriopis connexa*, *Hyppodamia convergens*, *Staphylinus*, *Scymnus loewii* y *Scymnus rubicundus* (Coleóptera), *Geocoris punctipes*, *Metacanthus* y *Nabis punctipennis* (Hemíptera), *Chrysoperla externa* (Neuróptera), *Condylostylus quadricolor* y *Chrysotus* (Díptera), *Euberellia annulipes* (Dermáptera) y del grupo de las arañas las principales familias fueron: Araneidae, Salticidae, Theridiidae y Thomisidae.

Un estudio similar realizado por Amat-García *et al.* (2001) en la evaluación de entomofauna benéfica en un bosque determinó que los estimadores ACE, ICE y Chao 1 fueron lo más eficaces con valores superiores al 90%, indicando un complejo número de especímenes colectados, igualmente Romero-Tejada *et al.* (2008) reporta una eficiencia de muestreo de 90% en la evaluación de la comunidad de helminos. La mejor eficiencia lo obtuvo con el

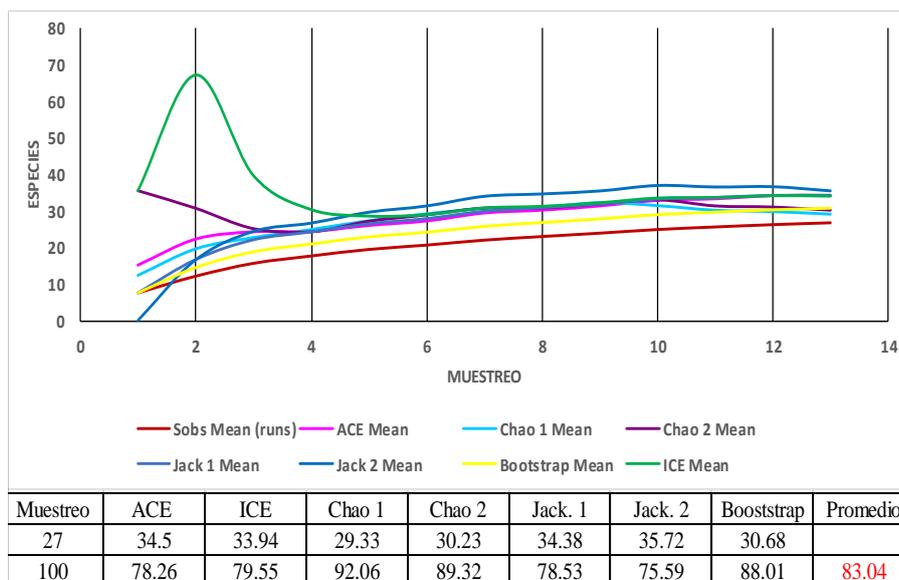


Figura 14: Curva de acumulación de predadores en el algodón (*G. barbadense*)

estimador Bootstrap, e indica que para un estudio de diversidad este estimador es recomendable porque no sobreestima los valores reales de la riqueza y en este análisis ambos estimadores (Chao 1 y Bootstrap) fueron los más eficaces, pero la efectividad de los resultados se piensa que fue posible a las características de las plantas, que presentó un buen desarrollo vengativo y presencia de nectarios (florales y extraflorales) y polen, que permitieron la colonización de los insectos y al ser más denso hubo mejor registro de las especies.

4.2.3.4. Curva de acumulación de especie en el girasol (*H. annuus*)

Parasitoides

Los estimadores promedios de diversidad indican, que en la colecta de insectos parasitoides, los resultados fueron altamente eficiente con 91.8% (figura 14), es la segunda planta después del trigo sarraceno (*F. esculentum*) con buena efectividad en la metodología de muestreo. Siendo en este caso el estimador Chao 1 y Chao 2 con una eficiencia superior de 96.77% y 97.09%. La posible eficiencia puede ser, porque el girasol es una planta con flores grandes y abiertas con nectarios extraflorales, que se pueden observar a simple vista a los artrópodos que visiten esta planta, a diferencia de otras que tienen flores pequeñas y se necesita de una red o succionador entomológico para la captura y poder registrarlo.

Entre las especies que se registraron fueron: *Chelonus insularis*, *Campoletis*, *Ganaspidium*, *Diplazon laetatorius*, *Praon*, *Timulla*, especie de la subfamilia Scelioninae y Eulophinae, Anomaloninae, Cremastinae (Hymenóptero), *Lynnaemya comta*, *Conmatacta variegata* y *Archytas* (Díptero: Tachinidae).

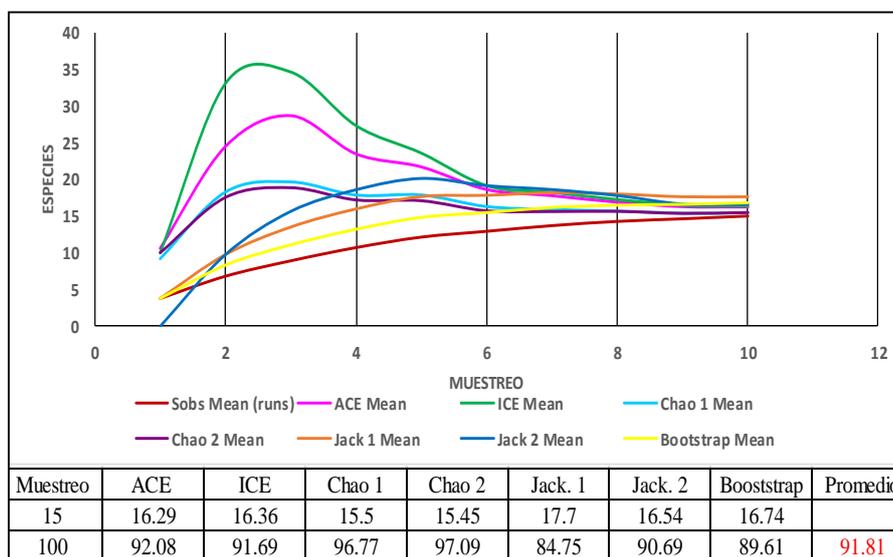


Figura 15: Curva de acumulación de parasitoides en el girasol (*H. annuus*)

Batista-Hernández *et al.* (2013) también desarrolló un trabajo similar en la comunidad de insectos parasitoides y determinó una eficiencia superior al 90% con el estimador Chao 1, igualmente en Perú Vélez-Azañero *et al.* (2011) en estudio de diversidad de Formicidae logró alcanzar una eficiencia de muestreo de 96.17% con el estimador Jack 1 y Chao 1. Indicando que el valor real de la riqueza específica estaría muy cerca a la totalidad de las especies registrados, lo cual coinciden con el porcentaje de esta colecta, tanto con la eficiencia de muestreos obtenidas y con el estimador Chao 1 que estuvo mejor representado.

Predadores

Mientras, en el grupo de los predadores, los estimadores de diversidad indican una eficiencia promedio de 80% (figura 15), siendo el estimador bootstrap con una eficiencia superior de 88.67%, lo cual se considera aceptable, porque difícilmente en un inventario de diversidad biológica se logra capturar todas sus especies y claramente se puede observar en el estimador ICE que al comienzo la pendiente asciende y progresivamente disminuye formando la asíntota.

Entre los predadores se registraron los siguientes géneros: *Cerceris*, *Liris*, *Monobia*, *Steniolia* y una especie de la familia Formicidae (Hymenóptera), *Blennidus*, *Tetracha*, *Harmonia axyridis*, *Hyppodamia convergens* *Staphylinus*, y *Scymnus loewii* (Coleóptera), *Podisus*, *Metacanthus* y *Nabis punctipennis* (Hemíptera), *Chrysoperla externa* y *Myrmeleon* (Neuróptera), 3 especies de *Condylostylus quadricolor* y *Pseudodoros clavatus* (Díptera), y del grupo de las arañas las principales familias fueron: Araneidae, Oxyopidae, Theridiidae y Tetragnathidae.

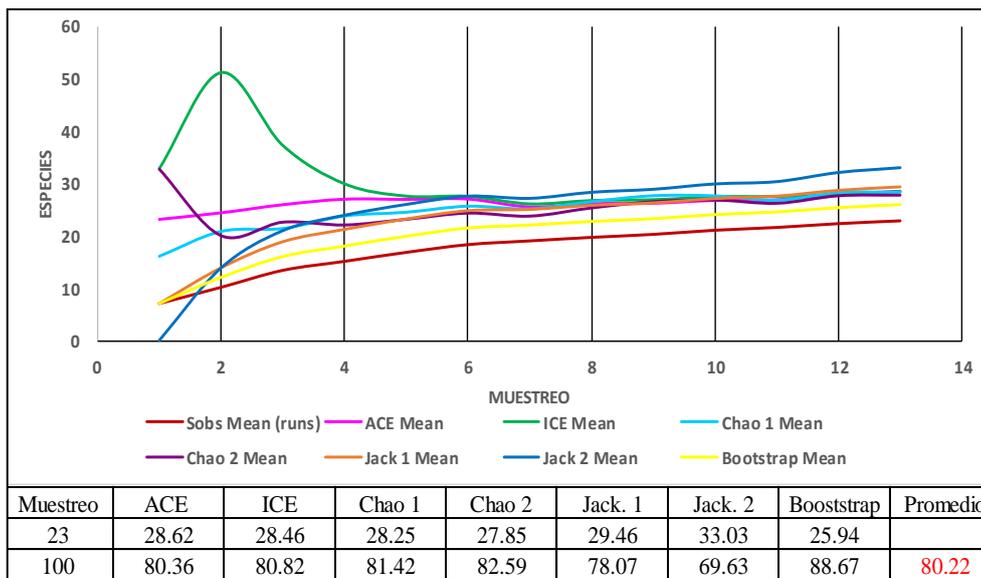


Figura 16: Curva de acumulación de predadores en el girasol (*H. annuus*)

Quispe (2012) desarrolló un trabajo similar en la comunidad de insectos parasitoides en diferentes plantas de la familia Asterácea y determinó una eficiencia de muestreo promedio entre 69 y 90%, y sostiene que existe confiabilidad en los datos con los valores sobre este rango. También Yong (2010) indica que la eficiencia de muestreo puede influir en la diversidad florística y estructura de la planta para que los insectos se establezcan en alta densidad, puesto que la comunidad de insectos parasitoides buscan sustancias azucaradas para alimentarse, entonces si la planta cuenta con estos recursos es más factible realizar el muestreo eficientemente.

4.2.3.5. Curva de acumulación de especie en el hisopo (*H. officinalis*)

Parasitoides

Los estimadores promedios de diversidad indican que hubo una eficiencia de muestreo de 75.14% (figura 16), en los parasitoides, siendo mejor representado por el estimador Chao 2 con 86.49%. Inicialmente la curva de cada uno de los estimadores está separada, pero luego tiende a descender aproximándose poco a poco para formar la asíntota. La eficiencia es confiable, pero hay que reconocer que faltaron especies que no se registraron, los que indica que se debe hacer una mejor planificación de muestreo.

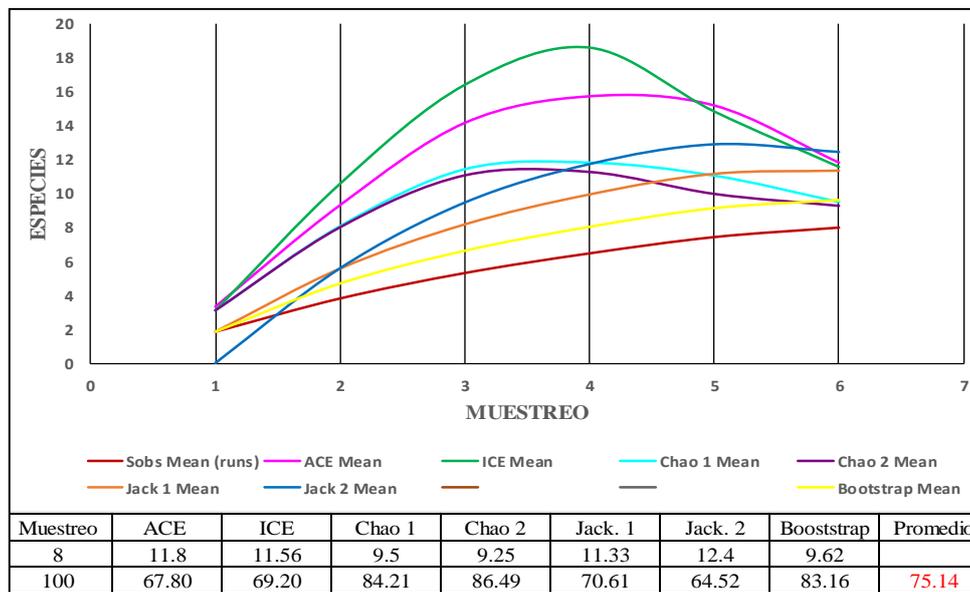


Figura 17: Curva de acumulación de parasitoides en el hisopo (*H. officinalis*)

Es probable que el porcentaje en la eficiencia de muestreo es bajo, porque el desarrollo vegetativo de la planta fue muy pobre y no llegó alcanzar una floración esperada, y al no contar con recursos fue imposible maximizar la cantidad de taxones que visitarían a la planta, entonces es posibles que los parasitoides estarían presentes, pero en muy baja población y sobre todas aquellas especies raras, lo cual fue imposible registrarlo. Entre los principales géneros de parasitoides que se registraron son: *Aphaereta*, *Burksilampus*, *Ganaspidium*, *Timulla* y una especie de la subfamilia Eulophinae (Hymenóptero), además se encontraron fauna del género *Hemipenthes*, *Lynnaemya comta*, *Conmatacta variegata*, del orden Díptero.

Un trabajo similar realizado por Sánchez *et al.* (2014), sobre la comunidad de avispas Ophioninae determinó una eficiencia en el esfuerzo de muestreo de 75.19%, también en una investigación realizada con avispas de la familia Ichneumonidae por Chan-Canché (2016) obtuvo una eficiencia de 74%, son valores muy similares a la obtenida en este resultado con una efectividad de 75.14%, y también concuerda con el estimador Chau 1 como los mejores estimadores de diversidad. Ante esta respuesta los dos autores sustentan que son datos representativos en un inventario faunístico.

Predadores

En los predadores, los estimadores promedios de diversidad indican una eficiencia de 74.87% (Figura 17), muy cercano a la eficiencia de parasitoides que tuvo 75.14%. En este grupo el estimador Bootstrap fue superior con 87.72% de eficacia, lo cual indica que no se registró la máxima cantidad de especie, pero no significa que la eficiencia de muestreo es mala. Los datos representan ser confiable, porque al observar las curvas de los estimadores, a medida que se aumenta el esfuerzo de muestreo, esta curva desciende formando la asíntota.

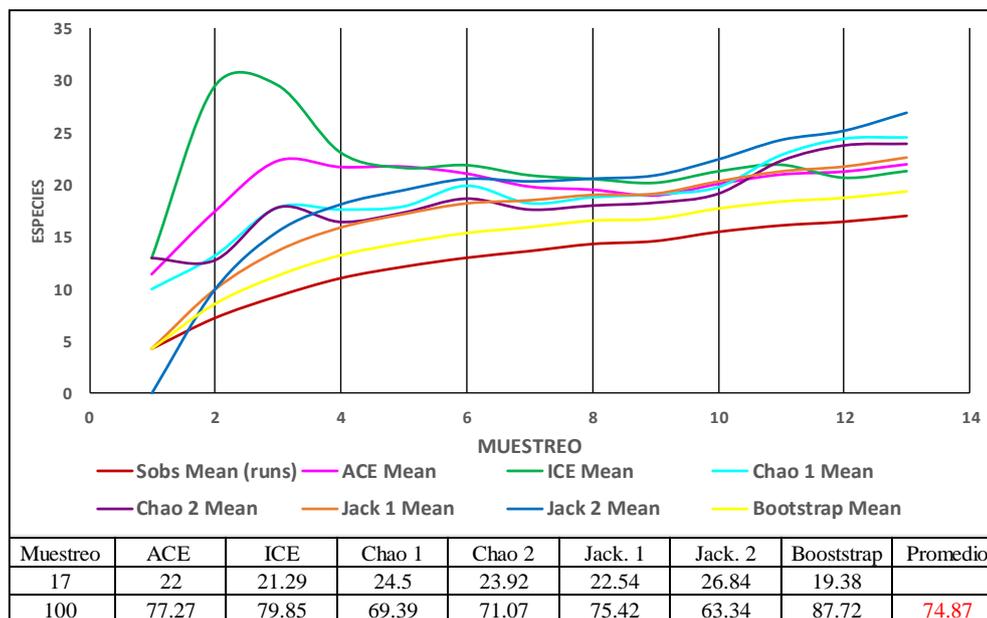


Figura 18: Curva de acumulación de predadores en el hisopo (*H. officinalis*)

La eficiencia de muestreo puede estar reflejado en las características de la planta, que no presentó una buena composición vegetal, para que los insectos pudieran acceder y a ser menos denso la población fue más complicado capturar las especies en su totalidad. Entre los predadores que se registraron corresponden al siguiente género: *Astata* y *Neogoryte*

(Hymenóptera), *Blennidus*, *Tetracha*, *Harmonia axyridis*, *Hyppodamia convergens*, *Staphylinus*, y *Tetragonoderus* (Coleóptera), *Geocoris* y *Metacanthus* (Hemíptera), *Chrysoperla externa* (Neuróptera), *Condylostylus quadricolor* y *Chrysotus* (Díptera), y del grupo de las arañas las principales familias fueron: Araneidae, Thomisidae y Tetragnathidae.

Un estudio similar fue realizado por Romero-Tejada *et al.* (2008) en la evaluación de la comunidad de helmintos y logró obtener una eficiencia de muestreo de 85% con el mejor estimador Booststrap e indica que este estimador es menos variable y no tiende a sobrestimar la verdadera riqueza independientemente de cuan frecuentes son las especies raras de la comunidad, pero una buena evaluación va a depender de la fisiología de la planta y la época del año, que probablemente pueden variar en el registro según Jiménez- Valverde y Hortal (2003) y es posible que esta teoría esté fuertemente relacionado a este resultado, porque el hisopo no desarrolló una buena cobertura vegetal, limitando el acceso a los predadores.

4.2.3.6. Curva de acumulación de especie en la menta (*M. piperita*)

Parasitoides

Para validar la eficiencia de muestreo, se construyó la curva de acumulación de especie de parasitoides, en donde los estimadores promedios de diversidad indican una eficiencia de 86.91% (figura 18), siendo el estimador Chao 2 superior con 94.76%. Con este resultado, se puede decir que se tiene una buena representación de la entomofauna benéfica colectada en la planta. Esta planta a pesar que no cuenta con nectario extrafloral, pero sí de abundantes biomásas que de cierta manera facilitaron a los insectos para refugiarse en busca de alimento.

Las especies registrados fueron: *Chelonus insularis*, *Ephedrus*, *Praon*, *Apanteles*, *Aphaereta*, *Burksilampus*, *Campoletis*, *Ganaspidium*, *Timulla*, especie de la subfamilia Scelioninae (3), Eulophinae (1), Cremastinae (1), Teleasinae (1), Anomaloninae (1) del orden Hymenóptero, y especie de *Lynnaemya comta* y *Hemipenthes* (Díptero).

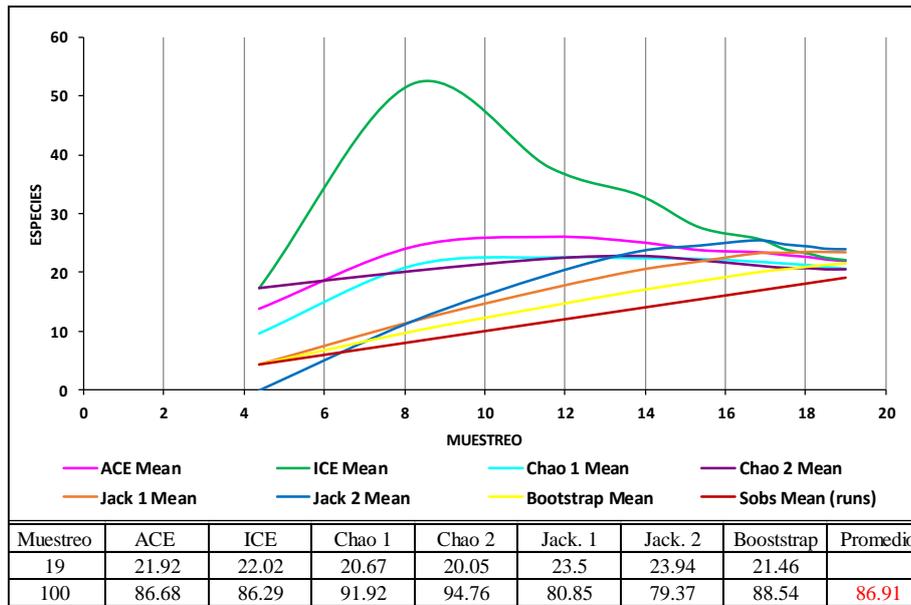


Figura 19: Curva de acumulación de parasitoides en la menta (*M. piperita*)

Rico *et al.* (2005) afirma que un estimador confiable debe ser similar a los valores arrojados por los otros estimadores, lo cual coincide en el esfuerzo de este muestreo porque observando los resultados de los diferentes estimadores (figura 17) los valores están entre 80 a 90%, y al alcanzar una eficiencia promedio de 86.91% se puede asegurar que los datos están muy bien representados.

Predadores

Mientras, en el grupo de los predadores, los estimadores de diversidad indican una eficiencia de muestreo promedio de 80.40% (figura 19), siendo el estimador Chao 2 y Bootstrap con eficiencia superior de 87.36% y 87,68%, los cual se cataloga como una buena representación en los datos, ya que cada uno de las curvas de los estimadores se fueron aproximando para formar la asíntota. La eficiencia posiblemente se refleja por la buena cobertura de la planta, que permitió el acceso a varios predadores establecerse en alta densidad, ofreciendo una mejor captura de las diferentes morfoespecies.

Entre las especies de predadores registrados fueron: *Blennidus*, *Calleida*, *Tetracha*, *Tetragonoderus e Hippodamia convergens* (Coleóptera), *Geocoris*, *Metacanthus* y *Nabis punctipennis* (Hemíptera), *Chrysoperla externa* y *Myrmeleon* (Neuróptera), *Condylostylus quadricolor* y *Chrysotus* (Díptera), *Euberellia annulipes* (Dermáptero) y del grupo de las

arañas las principales familias fueron: Araneidae, Oxyopidae, Salticidae, Thomisidae y Tetragnathidae.

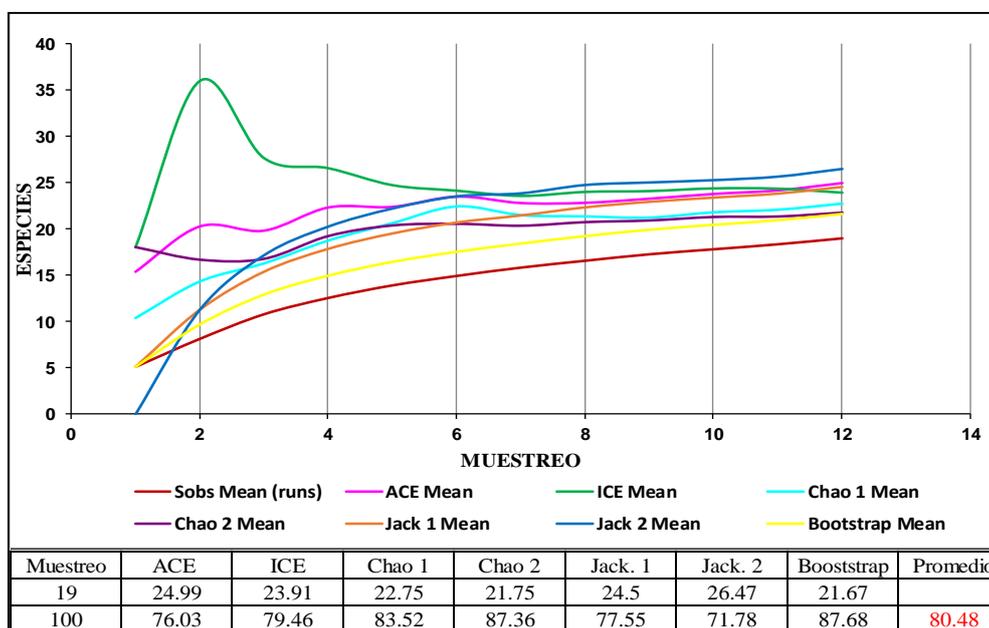


Figura 20: Curva de acumulación de predadores en la menta (*M. piperita*)

Existe buena representación en los datos al conseguir una eficiencia de 80,48%, porque según Jiménez- Valverde y Hortal (2003) es imposible capturar todas las especies, sobre todos aquellas que son menos denso y un trabajo similar reportado por Izquierdo-Agudelo (2012) en la evaluación de Dípteros (Brachyptero) en los arvenses determinó una eficiencia de 97%, luego otro estudio realizado por Batista-Hernández *et al.* (2013) en la evaluación de la comunidad de insectos benéficos, indica tener una eficiencia superior con el estimador Bootstrap y el Chao 2 de 81%, y señala que estos dos estimadores son los métodos más preciso y menos sesgado al reflejar la riqueza real, los cual coincide con el mismo estimador más eficiente utilizado en este muestreo.

4.2.3.7. Curva de acumulación de especie en la albahaca (*O. basilicum*)

Parasitoides

Los estimadores de diversidad indican una eficiencia promedio de 89.67% para las especies de parasitoides registrado (figura 20), sobresaliendo los estimadores ACE, ICE, Chau 1 y Chao 2 con eficiencia superior al 90%. Indicando que se logró una buena colecta de las especies, y quedando mínimo morfoespecies que no se registraron. Esta eficiencia se dio porque la albahaca (*O. basilicum*) en sus características poseen de flores morados con

nectarios extraflorales y continua, por lo tanto, posiblemente los parasitoides aprovecharon esa ventaja e incrementaron su densidad, que permitió en el momento del muestreo tener mejor efectividad de registro de cada especie.

Entre las especies registradas en la planta fueron: *Chelonus insularis*, *Diplazon laetatorius*, *Praon*, *Apanteles*, *Burksilampus*, *Campoletis*, *Ganaspidium* (2), *Timulla*, especie de la subfamilia Scelioninae (2), Eulophinae (1), Cremastinae (1), Teleasinae (1) (Hymenóptero), *Lynnaemya comta*, *Hemipenthes* y *Conmatacta variegata* del orden Díptero.

De acuerdo a los valores promedio de eficiencia de los distintos estimadores Rico *et al.* (2005) indican que para tener confiabilidad en los datos, los valores deben ser similar entre los estimadores, de tal manera que se pueda asegurar un buen registro de las especies encontrada en cada una de las plantas y en función al resultado de este trabajo se observa que si existe valores similar de eficiencia entre 82 y 93%, entonces esto quiere decir, que la comunidad de insectos fueron adecuadamente muestreada.

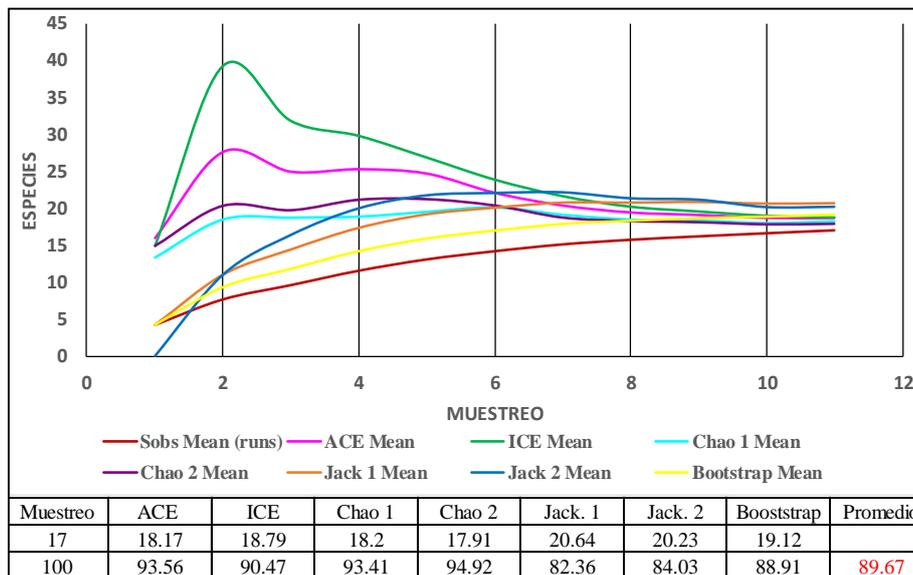


Figura 21: Curva de acumulación de parasitoides en la albahaca (*O. basilicum*)

Amat-García *et al.* (2001) realizó un estudio similar en la evaluación de entomofauna benéfica en un bosque y determinó que los estimadores ACE, ICE y Chao 1 fueron lo más eficaces, lo cual coinciden con la eficiencia de los mismos estimadores en este muestreo. Tal vez la eficiencia haya influido en la característica de la planta al proporcionar nectarios

extraflorales que mejoró muy bien la densidad poblacional de los parasitoides y permitió una mejor captura de los especímenes que llegaron en la planta.

Predadores

Mientras, en los insectos predadores los estimadores de diversidad indica una eficiencia de 78.30% (figura 21) menor que los parasitoides, pero de este grupo el Bootstrap es el estimador más eficaz con 88,25%. La eficiencia se considera aceptable, porque al incrementar el esfuerzo de muestreo se observa que en cada uno de los estimadores las curvas comienza a descender aproximándose a la asíntota, indicando que está cerca de alcanzar la máxima cantidad de morfotipos esperado, por lo tanto, el registro de los especímenes tiene buena representación, quedando unas pocas especies para completar el inventario, que para un estudio de biodiversidad siempre es imposible lograrlo, porque pueden depender de la fisiología de la planta, proporción de alimento, densidad de los insectos, el ambiente y la técnica de muestreo.

Entre las especies que se registraron fueron: *Ammophila*, *Liris* y *Neogoryte* (Hymenóptera), *Blennidus*, *Calleida*, *Harmonia axyridis*, *Scymnus rubicundus*, *Tetracha*, *Tetragonoderus e Hyppodamia convergens* (Coleóptera), *Geocoris*, *Podisus*, *Metacanthus* y *Nabis punctipennis* (Hemíptera), *Chrysoperla externa* (Neuróptera), *Condylostylus quadricolor*, *Chrysotus* y *Pseudodorus clavatus* (Díptera) y del grupo de las arañas las principales familias fueron: Theridiidae, Oxyopidae, Thomisidae y Tetragnathidae.

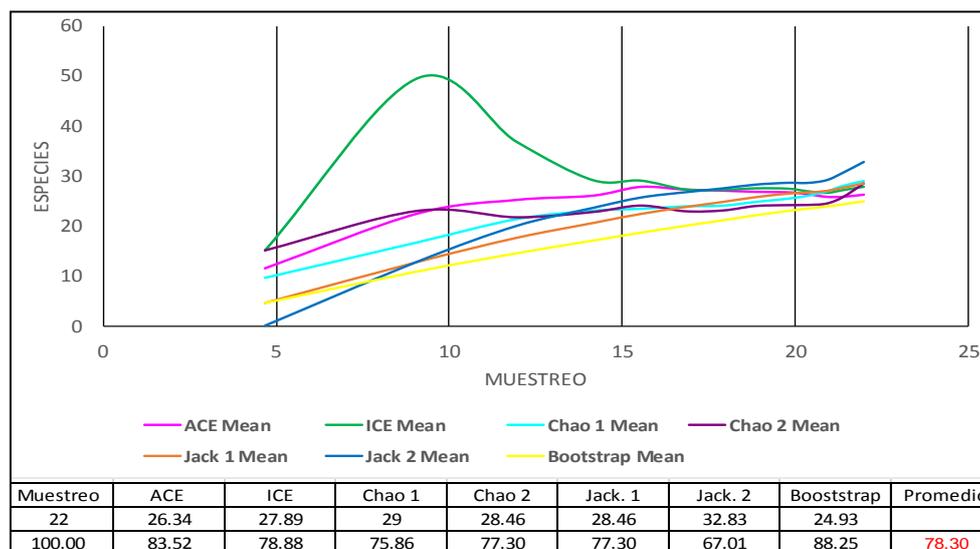


Figura 22: Curva de acumulación de predadores en la albahaca (*O. basilicum*)

Los diferentes estimadores arrojaron valores distintos, siendo algunos mejores que otros en la eficiencia, pero la determinación de un buen muestreo influye en el promedio general, en este caso 78.30% que según Jiménez-Valverde y Hortal (2003) está dentro del rango aceptable, porque en un estudio de diversidad difícilmente se logre capturar todas las especies en su totalidad. Ahora si se quiere comparar la riqueza del estimador Bootstrap que fue el más eficaz, Romero-Tejada *et al.* (2008) y Poulin, (1998) sustenta que es el estimador más recomendable para la comunidad de insectos, porque no tiende a sobreestimar la verdadera riqueza independientemente de cuan frecuentes son las especies raras en la comunidad.

4.3.propuesta de refugio para uso en cultivo de tomate

Habiendo analizado las curvas de acumulación de especies de predadores y parasitoides en cada refugio vegetal, en este apartado se presentará los posibles refugios que sean más favorables para el cultivo de tomate. Además, se analizarán las similitudes de especies compartidas (refugios y tomate), así como también la riqueza, diversidad y abundancia. Se tomarán en cuenta el tamaño de crecimiento, tiempo de floración y si es de corto o largo periodo y si disponen de nectarios (florales y extraflorales) y polen. También se considerarán si los fitófagos que se encontraron son de importancia para el cultivo o no, son aspectos importantes que se analizarán para recomendar plantas que sirvan de acompañante al cultivo de tomate, y que beneficien ecológicamente al control de plaga.

4.3.1. Similitud de la comunidad de especies predatoras y parasitoides entre los refugios con el cultivo de tomate

Mediante el análisis de similitud (Jaccard) se determinó que en cultivo asociado (refugios y tomate) las comunidades de insectos benéficos son más complejos y diversos, porque los resultados demuestran que comparte más del 33% de especie, siendo el más representativo el girasol (*H. annuus*), la albahaca (*O. basilicum*) y la menta (*M. piperita*) con 48.07, 44.93 y 41.73%. Mientras, el tomate sin refugio presenta valores inferiores de especie compartida, donde el mínimo es de 13.68% y el máximo de 30% (cuadro 13), es decir, que solo unas pocas especies pueden estar presente en ambos y en baja población. Esta diferencia define que existe un alto beneficio de un sistema diversificado frente a un monocultivo que tienen pocos enemigos naturales y con probabilidad de favorecer a los insectos fitófagos.

Cuadro 13: Análisis de similitud (Jaccard) de los parasitoides y predadores entre los refugios y el cultivo de tomate

Refugio vegetal	Índice de similitud (Jaccard)	
	Tomate con refugio	Tomate sin refugio
<i>Artemisia dracuncululus</i>	35.4662	21.1765
<i>Fogopyrum esculentum</i>	39.6067	13.6752
<i>Gossypium barbadense</i>	36.1226	19.5652
<i>Helianthus annuus</i>	48.0722	14.7368
<i>Hyssopus officinalis</i>	33.9869	30.1724
<i>Mentha piperita</i>	41.7316	24.0506
<i>Ocimum basilicum</i>	44.9324	21.4493

Un trabajo similar fue realizado por Quispe (2012) e indica que, en cultivo de maíz asociado con refugios vegetales, la similitud de especies compartida es superior al 34%, específicamente de plantas que tienen nectarios extraflorales son los más eficaces para el ingreso de muchas especies predadores y parasitoides que migran hacia el cultivo. También Altieri (1992) sostiene que en un monocultivo es muy difícil establecer comunidades de enemigos naturales por las prácticas culturales perturbantes que se realizan, mientras en un sistema diversificado se ejerce un cambio que mejoran la diversidad biológica en el agroecosistema y así continuamente se han hecho una serie de investigaciones que concluyen con resultados similares, coincidente también con los resultados de este trabajo al encontrar diferencias en la comunidad de insectos benéficos en cultivo con refugio y sin refugio.

4.3.2. Refugios favorables para insectos parasitoides asociado al cultivo de tomate

Según los análisis de diversidad y similaridad (Cuadro 8 y 10) muestra que la menta (*M. piperita*), tiene un potencial para ser asociado en el cultivo de tomate. Sin embargo, también se registró abundantes insectos fitófagos del género *Epitrix*, *Empoasca kraemeri*, *Nysius*, *Gryllus* y especie de la familia Lauxaniidae (*Tauridion*) y Noctuidae que se dispersaron hacia el cultivo, que en alta poblaciones posiblemente puede influir negativamente en la producción. Además, la menta es una planta que no proveen de nectarios extraflorales, por lo tanto, no se consideró y se sugiere seguir haciendo más investigaciones del mismo.

Los refugios que se consideran favorables para la comunidad de insectos parasitoides son: el trigo sarraceno (*F. esculentum*) y la albahaca (*O. basilicum*), porque de acuerdo a los análisis de diversidad, riqueza y abundancia (cuadro 8) fueron las dos plantas promisorias y

mediante el análisis de similitud (Refugio y tomate) (cuadro 10) comparten casi la mitad del total de la especie registrada de 51.50 y 47.93%. Además, son plantas que proveen de néctar (floral y extrafloral) y polen atractivas como alimentos de los parasitoides.

Trigo sarraceno (*F. esculentum*)

Es una planta anual herbácea de la familia Poligonáceas, se caracteriza por ser rústico y de crecimiento rápido y sin exigencias culturales, soporta suelos pobres y livianos, clima frío, excesiva humedad, y se adapta en zona cálida y ambiente seco. Sus tallos son erguidos articulado de 20 a 70 cm de alto con hojas sagitadas más bien blandas, sus flores son de color blanco pequeñas y agrupadas en inflorescencia terminales, cada flor posee de 8 estambres y 3 pistilos. Es una planta que se ha cultivado en varios lugares como alimento para las abejas, porque disponen de néctar (floral y extrafloral) y polen por un largo periodo de floración (Miranda, 2009).

El compartimiento de especie benéfica entre el trigo sarraceno y el cultivo de tomate es de 51.50% (cuadro 10), representado por la familia Tachinidae (*Archyta*, *Lynnaemya comta*, *Gonia peruviana* y *Conmatacta variegata*), Bombylidae (*Hemipenthes*), Braconidae (*Chelonus insularis*, *Aphaereta* y *Praon*), Figitidae (*Ganaspidium*), Perilampidae (*Burksilampus*), Ichneumonidae (*Campoletis* y cremastinae), Eulophidae (Eulophinae), Scelionidae (la tribu Aradophagini y Cremastobaini) y otras especies sólo estuvo presente en el trigo sarraceno: el género *Campsomeris*, *Apanteles*, *Diplazon laetatorius*, *Ganaspidium* y *Timulla*, y la subfamilia Anomaloninae, Diapriinae, Scelioninae, y una especie de la familia Chrysididae y Tachinidae, pero es probable que estas especies ubiquen sus hospederos en el cultivo en un determinado momento y luego regrese al entono para seguir alimentándose de néctar y polen, porque en el cultivo varias larvas de lepidóptera son huéspedes de estos parasitoides.

En California el trigo sarraceno (*F. esculentum*) también ha sido evaluado por Altieri y Nicholls (2010) e indican que en la etapa de floración fue visitado por muchos Hymenópteros de la familia de Braconidae, Ichneumonidae, Aphidiidae, Proctotrupidae y Chalcididae, también señalan que la planta es de rápido crecimiento y no tiene mucha exigencia a las condiciones de suelos y favorecen a numerosos especies parasitoides por sus nectarios florales y extraflorales. Es un resultado prácticamente coincidente con las

observaciones anotadas en el campo, donde la planta presentó un buen desempeño en el crecimiento vegetativo y floración continua y con alto índice de diversidad biológica registrado, lo que lo caracteriza como un buen indicador para la sostenibilidad de la biodiversidad en el agroecosistema.

La albahaca (*O. basilicum*)

Es una hierba anual, cultivada como perenne en climas tropicales, de crecimiento bajo entre 30 y 130 cm, son plantas vigorosas con hojas grandes, algo rugosas, y flores rosadas en inflorescencias poco densas. Presenta flores blancas con inflorescencias muy densas y otras flores rosadas con inflorescencias más bien solitarias en racimos. Se adapta a climas cálidos y requiere suelos fértiles. Se caracteriza por proveer de néctares (florales y extraflorales) y polen como alimentación de muchos artrópodos benéficos (Zepeda, 2016).

En esta planta se registró 17 morfoespecies de parasitoides, de los cuales 12 se identificó a nivel de géneros, 3 a nivel de subfamilias y 2 a nivel de tribus, y posteriormente con estos datos se realizó el análisis de similitud (Jaccard) (cuadro 10) entre la albahaca y el tomate e indican que comparten el 47.93% del total de las especies registrados, considerado como una excelente dispersión de parasitoides que migraron hacia el cultivo.

Las familias frecuentes fueron: Tachinidae (*Lynnaemya comta* y *Conmatacta variegata*), Bombyliidae (*Hemipenthes*), Braconidae (*Chelonus insularis* y *Praon*), Eucoliidae (*Ganaspidium*), Perilampidae (*Burksilampus*), Scelionidae (la tribu Aradophagini y Cremastobaini), Ichneumonidae (*Campoletis* y Cremastinae) y Eulophidae (Eulophinae). Mientras, las especies que estuvieron solo en la albahaca son: *Apanteles*, *Diplazon laetatorius*, *Timulla*, *Archytas* y *Gonia peruviana*, pero posiblemente también puede encontrarse en el cultivo de tomate, ya que son parasitoides de huevos y larvas de lepidópteros y son plagas que están presente en la mayoría de solanáceas.

En otras investigaciones las albahacas han sido evaluada por Mujica (2007) y Quispe (2012) y reportan que ha sido visitada por avispas de la familia Pteromalidae, Braconidae, Eulophidae e Ichneumonidae, lo cual coinciden con varias de las familias registradas en esta evaluación y también señalan que como refugio representa una excelente opción como planta

acompañante de los cultivos, porque no solo puede atraer controladores biológicos sino también sirven como repelente de insectos fitófagos.

4.3.3. Refugios favorables para insectos predadores asociado al cultivo de tomate

Después de realizar los análisis de diversidad, riqueza y abundancia (cuadro 9) el girasol (*H. annuus*) y el algodón (*G. barbadense*) tiene una mayor representación de insectos predadores, además en los índices de similitud comparte el 48 y 33% de especies con el cultivo de tomate (cuadro 11), es decir, que son plantas aptas para ser asociados dentro de los agroecosistemas de tomate orgánico, porque son capaces de albergar grandes números de especies que pueden desplazarse desde los refugios hacia el cultivo.

El hisopo (*H. officinalis*) y el estragón francés (*A. dracuncululus*), también tiene buena representación de especies compartidas con el tomate de 35 y 38% (cuadro 11), pero no se consideró porque son plantas de crecimiento lento y no desarrolló buena cobertura vegetal, además no florecieron en el momento oportuno para la concentración de los enemigos naturales y fueron plantas con más baja diversidad con respecto al análisis de diversidad de Shannon-Weaver (H), Margalef (D_{Mg}) y Simpsom (cuadro 9), por esta razón se sigue investigando la comunidad biológica en estas plantas, que probablemente pueda contribuir al acceso de los controladores biológico.

Girasol (*H. annuus*)

Es una planta anual de gran desarrollo en todos sus órganos que pertenece a la familia de las Asteráceas y que podemos encontrarla hoy en día en muchas partes del mundo. La flor de la que está dotada el girasol es de color amarillo y está formado por dos tipos de flores. La primera es llamada flores liguladas, son estériles y poseen una corola semejante a un pétalo. La segunda es llamada flores tubulosas, llevan órganos de reproducción y están situadas en arcos espirales que parten del exterior hacia el centro del disco. La planta se caracteriza por ser nectarífera y polinífera (Villegas *et al.*, 2003).

Se considera planta propicia para insectos predadores, porque en su composición comparte el 48% de especie con el cultivo, además fue la única planta, donde se registró pocos números de insectos herbívoros y en baja población, entre las más promisorias fueron: *Empoasca kraemeri* y *Oberea*, pero no tiene mayor importancia en el tomate.

Las familias compartidas entre el girasol y tomate son: Carabidae (*Blennidus*, y *Tetracha carolina chilensis*), Crabronidae (*Liris*), Syrphidae (*Pseudodorus clavatus*), Staphylinidae (*Staphylinus*), Vespidae (*Monobia*), Nabidae (*Nabis punctipennis*), Dolichopodidae (*Condylostylus quadricolor*), Berytidae (*Metacanthus*) y Chrysopidae (*Chrysoperla externa*), Coccinelidae (*Hippodamia convergens* y *Harmonia axyridis*) y otras que solo estuvieron en la planta de girasol: el género *Scymnus loewii*, *Cerceris*, *Myrmeleon* y *Podisus*.

Pero es posible que estas especies puedan desplazarse hacia al cultivo, porque por ejemplo el género *Myrmeleon*, la larva se alimenta de insectos pequeños y orugas, igualmente *Scymnus loewii* se alimenta de pulgones y son plagas que se puede encontrar en el tomate.

Un trabajo similar fue realizado por Quispe (2012) e indica que el girasol es una planta con alto potencial para su empleo en el programa de manejo integrado de plagas, porque en su evaluación registró una composición de insectos predadores alta en riqueza y abundancia. Además, en su análisis de similaridad determinó que comparte el 65% de especie con el cultivo, los que podría tener un importante fomento de controladores biológico en sistema de policultivo. También Altieri y Nicholls (2010) dicen que las flores con nectarios del girasol sirven como alimento alternativo y también como microhábitat para una amplia comunidad de enemigos naturales, lo cual también se evidencia en esta evaluación como planta potencial para ser incorporado en el agroecosistema de tomate.

Algodón (*G. barbadense*)

Se caracteriza por su fibra larga, resistencia a enfermedades y parásitos, y buena adaptación a la mayoría de los valles de las zonas centro y sur de la Costa peruana. El origen y desarrollo del botón floral hasta la antesis tiene una duración entre 44 a 48 días y la flor mide de 4 a 8 cm, con brácteas de 3 a 6 cm de largo por 2.5 a 4.5 cm de ancho. Proveen de polen esférico de 81 a 143 micras y usualmente tienen nectarios florales y extraflorales (SIOVM, 1987; Olórtegui *et al.*, 2004; Azula, 2015). En este trabajo el algodón fue visitado por 27 morfoespecies de predadores.

Se considera planta ideal para insectos predadores, porque fueron unos de los refugios con mayor densidad y riqueza biológica, además presentan características deseables en su diversidad florística al proporcionar de nectarios florales y extraflorales en un periodo más prolongado a diferencia de otras plantas que es de periodo más corto y en su análisis de similitud comparte con el tomate el 33% de especies (cuadro 11).

Las familias compartidas son: Coccinellidae (*Harmonia axyridis* e *Hippodamia convergens*), Carabidae (*Blennidus*, *Tetragonoderus*, *Tetracha carolina chilensis*), Chrysopidae (*Chrysoperla externa*), Dolichopodidae (*Condylostylus quadricolor*), Nabidae (*Nabis*), Sphecidae (*Ammophila*), Staphylinidae (*Staphylinus*), Vespidae (*Monobia*), y Berytidae (*Metacanthus*), mientras otras especies solo estuvieron en el algodón: el género *Anoplius*, *Astata*, *Cerceris*, *Eriopis connexa*, *Geocoris punctipes*, *Scymnus loewii*, *S. rubicundus* y *Steniolia*. Además, se registró especies de insectos herbívoros del género *Litargus*, *Nysius* y *Golofaga*, pero no presenta mayor importancia para el cultivo de tomate.

En otras investigaciones el algodón también ha sido evaluado por Lobos (2003) y Quispe (2012) y han registrados importantes controladores biológicos, señalando a las principales familias: Chrysopidae (*Chrysoperla externa*), Berytidae (*Metacanthus tenellus*), Dolichopodidae (*Condylostylus similis*), Anthocoridae (*Orius insidiosus*), Coccinellidae (*Harmonia axyridis*, *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea* y *Eriopis connexa*) y Geocoridae (*Geocoris punctipes*), en alta abundancia desde el desarrollo vegetativo hasta la etapa terminal, lo cual muchas de las especies coinciden con los predadores registrado en el algodón de este trabajo. Pero son plantas que se caracterizan como una potencia para alternarse con otras plantas por las significativas comunidades de la entomofauna benéfica.

4.3.4. Análisis de rendimiento de tomate con refugio y sin refugio

En los resultados de rendimientos (ton/ha) estadísticamente muestran diferencias significativas ($p=0.011$) (anexo 5), siendo más favorables el tomate con refugio que en su rendimiento fue de 41 ton/ha y en costo de producción también es menor con S/.12909.50, porque se abstiene a las actividades fitosanitarias y sólo se efectúan mantenimientos a los refugios. Mientras, el tomate sin refugio tiene un costo más elevado porque se efectúan aplicaciones fitosanitarias al cultivo y se incrementa la cantidad de mano de obra. Ahora, en término de precio para la venta en el mercado, la producción de tomate ecológica es mejor pagado (kg=S/.5) comparado al tomate donde realizan tratamientos con insumos químicos. También el índice de rentabilidad neta, muestra que en cultivo asociado con refugio es mejor con 344.95% (cuadro 14).

Al obtener un resultado beneficioso de cultivo asociado, se puede decir que las plantas hospedantes de enemigos naturales contribuyen al sostenimiento de la agricultura, que de

cierta manera mantiene por debajo el umbral de daño económico las afectaciones por plagas. Además, el sistema diversificado mejora la salud ambiental, del suelo y la salud humana al obtener un producto más inocuo y saludable y que a su vez en el mejor mercado tiene un mejor precio a diferencia de los productos convencionales.

Cuadro 14: Análisis económico y rentabilidad de tomate con y sin refugio

Cultivo	Rend. Kg/ha	Rend. Ton/ha	Valor total de la producción (S/.)	Costo de la producción (S/.)	Utilidad neta (S/.)	Índice de rentabilidad (%)
Tomate con refugio	41294.03 ^a	41 ^a	61941.05	12909.50	49031.55	344.95
Tomate sin refugio	12155.52 ^b	12.5 ^b	18233.28	15708.68	2524.61	16.07

Precio de tomate orgánico kg (S/) 5 soles

Precio de tomate convencional kg (S/) 3 soles

Existe muchos trabajos de investigación sobre la diversificación de cultivos con beneficios ecosistémicos, recientemente Pérez (2014), realizó un trabajo casi similar dentro del huerto orgánico de la Universidad Nacional Agraria la Molina, evaluando el rendimiento de tomate en un monocultivo y otro asociado con zapallito italiano y lechuga, y obtuvo mejor índice de rentabilidad en el tomate asociado (122.72%) frente a un monocultivo con (114.04%), esto quiere decir, que se puede garantizar la diversificación de los cultivos, ya que se evidencia prueba en rendimiento y riqueza ecológica que benefician al agroecosistema.

En Honduras Mesa y Gaitán (2009) evaluaron el rendimiento y valor económico de maíz dulce en policultivo y monocultivo. En su valor de producción neta demostró que el sistema policultivo tiene ventaja sobre los monocultivos. También Altieri y Nicholls (2010) apoyan esta idea indicando que existe una amplia ventaja de cultivos diversificado que influye positivamente en el incremento de la comunidad biológica y aumento en el índice de rentabilidad de la producción a diferencias de cultivos simplificados, los que significa garantizar una producción sostenible sin efectos secundario a la salud humana ni el entorno ambiental.

V. CONCLUSIONES

1. En los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate, se registraron comunidades de insectos parasitoides, predadores, polinizadores y herbívoros muy diversos, que se distribuyó en 9 órdenes, 75 familias y 138 morfoespecies (S), con una abundancia total de 5689 individuos (N).
2. Las familias más representativas con mayor abundancia y diversidad entre los refugios y el cultivo corresponden a: Parasitoides Braconidae, Ichneumonidae, Scelionidae y Tachinidae; Predadores Carabidae, Coccinellidae, Berytidae, Nabidae, Dolichopodidae y Crabronidae; Polinizadores Apidae y Halictidae.
3. La comunidad de insectos predadores es el grupo más abundante con 2357 individuos, clasificados en 37 morfoespecies; de este grupo las familias más representativas fueron Carabidae (*Tetracha carolina chilensis* y *Blennidus* sp). En los parasitoides se registraron 747 individuos clasificados en 28 morfoespecies, donde los grupos más abundante fueron Braconidae (*Chelonus insularis*, *Apanteles* y *Praon*), Ichneumonidae (*Campoletis*), y Tachinidae (*Comatacta variegata*) de los polinizadores se registraron 376 individuos, siendo las familias más abundantes Apidae (*Apis mellifera*) y Halictidae (*Agapostemon*).
4. Los refugios que albergaron la mayor riqueza y abundancia de la entomofauna benéfica es el trigo sarraceno (*F. esculentum*), la albahaca (*O. basilicum*), el algodón (*G. barbadense*), el girasol (*H. annuus*) y la menta (*M. piperita*) a diferencia del hisopo (*H. officinalis*) y el estragón francés (*A. dracunculus*) que fueron menos abundantes.
5. Fruto del análisis de diversidad y similaridad en la composición de especies benéficas en el tomate y refugios; así como de los análisis de costo beneficio, se concluye que el mejor diseño de refugio comprende la asociación: trigo sarraceno (*F. esculentum*), algodón (*G.*

6. *barbadense*), albahaca (*O. basilicum*) y el girasol (*H. annuus*) que tienen un alto porcentaje de insectos benéficos compartidos con el cultivo de tomate. Además, son plantas que proveen de nectarios florales y extraflorales característicos y deseables para la comunidad de fauna benéfica.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda conocer muy bien las características de las plantas, si proveen de néctar y polen, el periodo de duración, las condiciones climáticas y conocer su fenología antes de instalarse con el cultivo principal, porque lo ideal es que sincronicen desde la etapa inicial del cultivo hasta finalizar, para que de esta manera se pueda obtener efectividad en el fomento de la entomofauna benéfica y sus actividades controladoras de plagas de importancia.

Se propone seguir investigando con la planta de estragón francés (*A. dracunculus*) y el hisopo (*H. officinalis*), porque no se cuenta con muchos antecedentes de especie parasitoide y predadores a nivel de género, pero es probable que puedan dar buenos resultados en otras condiciones climáticas y otras características de suelo.

También se recomienda determinar la efectividad de los refugios, realizando un análisis económico antes de ejecutar el proyecto, donde se debe calcular el VAN, el TIR y el IR en periodo de un año o más de un año y así verificar si es factible o no, para que de esta manera se pueda realizar una inversión que genere beneficio tanto económico y ambientalmente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Alarcón, JJ. 2011. Plantas Aromáticas Medicinales y Enfermedades de Importancia y sus usos Terapéuticos. (Vásquez, E. ed.). (Segunda). Bogotá, Colombia. 48 p. Código: 00.09.36.12.C.
- 2) Altieri, MA; Nicholls, CI. 2000. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, ed.). (Primera). México. 257 p. ISBN: 968-7913-04-X.
- 3) _____; Nicholls, CI. 2010. Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad benéfica en agroecosistema. Medellín, Colombia. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. (SOCLA). 83 p.
- 4) _____; Nicholls, CI. 2012. Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica, 7(2): 65–83.
- 5) _____. 1992. El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas. Revista Agroecología y Desarrollo (Clades, Perú). 4(1): 2-11.
- 6) _____. 1999. Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable. (Nordan-Comunidad, ed.). (Tercera). Lima, Perú. 325 p. ISBN: 9974-42-052-0.
- 7) Amat-García, EC.; Amat-García, GD. y Henao, LG. 2001. Diversidad taxonómica y ecológica de la entomofauna micófaga en un bosque alto andino de la cordillera oriental de Colombia. Rev. Acad. Colomb. ISSN 0370-3908.
- 8) Arias, SM.; Torres-Carrera, JD. y Molina-Rico, LJ. 2015. Estructura de la comunidad polinizadora en un cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill (Solanaceae) y Análisis Multivariado de la calidad del fruto, Caldas-Colombia. Scientia et Technica, 20(4): 382-390.

- 9) _____. 2012. Refugios para enemigos naturales de plagas insectiles: Selección inicial de plantas para condiciones de El Zamorano. Tesis. Ing. Agr. Tegucigalpa, Honduras. Universidad de Zamorano. 27 p.
- 10) Arnett, R. y Thomas, M. 2001. American beetles, Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Poliphaga, Staphiliniformia. (Ross H. Arnett and Michael C. Thomas, ed.). (Cuarta) United States. 462 p. ISBN: 0-8493-1925-0.
- 11) Ávila, J. 2009. Manual para el Cultivo de Girasol (*Helianthus annus* L.). (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, ed.) (Primera). Maracay-Venezuela. 56 p. ISBN: 978980-318-238-0.
- 12) Azaña-Coronel, BO. 2017. Ficha técnica del tomate Toroty F1. (Resumen). Semillas Harris Moran Mexicana S.A. 25.32.
- 13) Azula, JL. 2015. Alcances y limitaciones de una experiencia de asociatividad: Acciones productivas y comerciales de los pequeños agricultores algodoneros del Valle de Pisco. Tesis, Lic. Soc. Universidad Católica del Perú 180 p.
- 14) Badii, MH. y Abreu, JL. 2006. Control biológico una forma sustentable de control de plagas (Biological control a sustainable way of pest control). International Journal of Good Conscience, 1(1): 82–89.
- 15) Balderson, J. y Britton, EB. 1991. Insectos de Australia. (Naumann, ID, ed.). (Segunda). Australia. 571 p. ISBN: 0 552 84454 5.
- 16) Batista-Hernández, C.; Monks, S. y Pulido-Flores, G. 2013. Los parásitos y el estudio de su biodiversidad: un enfoque sobre los estimadores de la riqueza de especies. Parasitología, 2:13-16.
- 17) Blanco, Y. y Leyva, A. 2007. Las arvenses en el agroecosistema y sus beneficios agroecológicos como hospedera de enemigos naturales. Cultivos tropicales, 28(2): 21-28.

- 18) _____; Leyva, A. y Guerrero, A. 2015. Biodiversidad Funcional y Manejo de Organismos Nocivos. *Revistas Científicas de América Latina*, 19(2): 85–87.
- 19) Briceño, RA.; Zaldívar-Riveron, A. y López-Márquez, J. 2013. Diversidad de la subfamilia Doryctinae (Hymenóptera: Braconidae). En el parque nacional Cerro Saroche. 18(1): 17-26.
- 20) Calero, Y. 2013. Productividad de tomate miniatura (*Solanum lycopersicum* var. Serasiforme) bajo producción orgánica en invernadero en el valle de mala. (Resumen). 12:41.
- 21) Cañedo, V.; Alfaro, A. y Kroschel, J. 2011. Manejo Integrado de las Plagas de Insectos en Hortalizas. (Centro Internacional de la Papa (CIP), ed.). (Primera). Lima, Perú. 52 p. ISBN: 978-92-9060-407-5.
- 22) Chan-Canché, RJ.; Gonzáles-Moreno, A.; Leirana, J. y Bordera, S. 2016. Estimación del esfuerzo mínimo de muestreo para el estudio de la riqueza de Ichneumonidae (Hymenóptera: Ichneumonoidea) en la reserva de la biosfera de ría lagartos, México. *Entomología mexicana*. 3: 537-542.
- 23) Chinchilla, C. y Mexzón, R. 2003. Especies vegetales atrayentes de la entomofauna benéfica en plantaciones de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Costa Rica. *Palmas*. 24(1): 33-57.
- 24) Coral, F.; Bacca, T. y Días, LG. 2012. Efecto atractivo de los volátiles de un terpenoide a insectos asociados a *Coffea arabica* L. (Rubiaceae). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat.* 16(2): 78-86.
- 25) Curran, CH. 1895. Manuel of Nearctic Díptera. (Minister of Supply and Services Canada, ed.) (Primera). Canada. 684 p. ISBN: 0-660-10731-7.
- 26) Delgado, A. 1998. Biología y evaluación de métodos de manejo de *Prodiplosis longifila* (Díptera: Cecidomyiidae) en un cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) del Valle del Cauca. Tesis Ing. Agr. Colombia. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 89 p.

- 27) Devine, GJ.; Eza, D.; Oigusuku, E. y Furlong, MJ. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. Rev. Perú Med. Exp. Salud Publica, 25(1): 74-100.
- 28) Durán, F. 2010. Control biológico de plagas. Volvamos al campo. (Grupo Latino Editores, ed.) (Primera). Sinaloa, México. 408 p. ISBN: 978-95-8736-012-7.
- 29) Eleazar, R.; Nájera, R.; Ruiz Nájera, A.; González, SG.; De Jesús, E. y Luna, P. 2011. Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. Rev. Int. Contam. Ambie, 27(2): 129-137.
- 30) FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT) 2013. Producción mundial del cultivo de tomate. Ed. UNALM.
- 31) Fernández, F. y Sharkey, MJ. 2006. Introducción a los Hymenóptera de la región neotropical. (Fernández, F. y Sharkey, MJ. ed.). (Tercera). Bogotá, Colombia. 925 p. ISBN: 958-701-708-0.
- 32) _____; Favila-Castillo, ME. y López-Iborra, G. 2014. Composición, riqueza y abundancia de coleópteros (Coleóptera) asociados a bosques semidecuidos y vegetaciones ruderales en la Sierra del Rosario, Cuba. Boletín S.E.A. 54: 329-339.
- 33) FONCODES (Fondos de Cooperación para el Desarrollo Social). 2014. Biohuertos familiares para la producción de hortalizas. Lima, Perú. 60 p.
- 34) Gaetán, S. y Gally, M. 1993. Antracnosis de la menta (*Mentha piperita* L.) causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. Bol. San. Veg. Plagas, 19: 673-676.
- 35) _____; Madia, M. 1995. *Sclerotinia minor* Jagger patógeno de estragón francés y ruso. Bol. San. Veg. Plagas, 21: 611-615.
- 36) Godfray, HC. y Ríos-Casanova, L. 1994. Parasitoides, Comportamiento y ecología evolutiva. Ciencia y Ecología de insectos, 12(1): 20-25.

- 37) Gómez-Anaya, JA. 2008. Ecología de los ensamblajes de larvas de Odonatos (Insecta) y su uso potencial como indicadores de calidad ecológica. Tesis Dr. Recursos biótico. México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 332 p.
- 38) González, ML.; Jahnke, SM.; Morais, RM. y Da silva, GS. 2014. Diversidad de insectos depredadores en área orizícola orgánica y de conservación, en Viamao, RS, Brasil. Revista colombiana de entomología, 40(1): 120-128.
- 39) Guédez, C.; Castillo, C.; Cañizales, L. y Olivar, R. 2009. “Control biológico” una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. Entomología Agrícola, 7: 50-74.
- 40) Guerrero-Olaya, NY. 2015. Comparación de visitantes florales y polinizadores de tres especies de palmas del género *Syagrus* (Arecaceae) endémicas y alopátricas de Colombia. Tesis Ing. Biol. Colombia. Universidad de la Sallé. 89 p.
- 41) Gutiérrez, A.; Robles, A. y Santillán, C. 2013. Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. Revista Bio Ciencias Junio, 2(3): 102-112.
- 42) Huitzil-Mendoza, JC. 2007. Herpetofauna de dos localidades de la región Norte de Zimapán, Hidalgo. Tesis Lic. Biol. Zimapán-Hidalgo. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. 99 p
- 43) INIA (instituto Nacional de Innovación Agraria). 2000. Manejo integrado de *Prodiplosis longifila*. Instituto para la Innovación Tecnológica. Ed. INTAGRI.
- 44) Izquierdo-Agudelo, JM. 2012. Ensamblajes de Dípteros (Brachycera) asociados a arvenses en dos fincas agroecológicas de Tenjo, Cundinamarca. Tesis Ing. Agr. Bogotá. Universidad Javeriana. 44 p.
- 45) Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. 2003. La curva de acumulación de especie y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología, 31(8): 151-161.

- 46) Larraín, P. 1987. Descripción, fluctuación poblacional, daños, plantas hospederas, enemigos naturales de las plagas principales en el cultivo de tomate. *La Platina*, 39:30-38.
- 47) Lobos, E. 2003. Evaluación de la fauna benéfica en cultivos de algodón convencional y transgénicos con expresión del *Bacillus thuringiensis* B. Facultad de Agronomía Y Agroindustrias, 2: 6-11.
- 48) López, D. 2000. Comportamiento de las poblaciones de la chinchita *Cyrtopeltis tenuis* Reuter (Heteróptera: Miridae) en el cultivo del tomate infestado con la mosca blanca *Bemisia tabaci*. (Homóptera: Aleyrodidae). *Fitosanidad*, 4: 3-4.
- 49) MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2013. El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. (FAO, ed.). (Primera). 72 p. ISBN 978-92-5-30777-3.
- 50) Maglianesi-Sandoz, MA. 2016. Efecto del cambio climático sobre la polinización y la producción agrícola en América tropical. *Ingeniería*, 25(1): 11-20.
- 51) Magurran, A. 1988: Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, new Jersey. 179 p.
- 52) _____. 2004. Measuring biological diversity. (Blackwell Science, ed.). (Segunda). Australia. 70 p. ISBN: 978-0-632-05633-0.
- 53) Martínez, D.; Navia-Osorio, R.; Pérez-Guarino, DP. y Contrera-Gallego, J. 2004. Estudio de la flora autóctona como reservorio de la fauna. *Biodiversidad*, 71: 13-20
- 54) Mesa, JM. y Gaitán, MR. 2009. Comparación de rendimientos, valor económico y supresión de malezas de maíz dulce. Habichuela y pepino en monocultivo y policultivo. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. Carrera de ciencia y producción agropecuaria. 25 p.
- 55) Millán, C. 2008. Las plantas una opción saludable para el control de plagas. (RAPAL, ed.) (Primera). Montevideo. 101 p. ISBN: 978-9974-8029-2-6.

- 56) MINAGRI (Mnisterio de Agricultura y Riego). 2016. Boletín estadístico de Producción agrícola, Pecuaria y Avícola. 94 p.
- 57) Miralles, J. 2014. Influencia de las infraestructuras ecológicas en el control biológico de conservación en horticultura ecológica al aire libre. Tesis Ing. Agr. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. 80 p.
- 58) Miranda, OM. 2009. Comparación de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de trigo negro (*Fagopyrum esculentum*: Polygonácea) en el municipio de San Mateo. Tesis Lic. Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 70 p.
- 59) Moré, E.; Fanlo, M.; Melero, R. y Cristóbal, R. 2009. Guía para la producción sostenible de plantas aromáticas y medicinales. (Centro Tecnológico Forestal, ed.). (Tercera). Catalunya. ISBN: 978-84-693-0106-7.
- 60) Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. (CYTED, ed.). (Primera). España. 86 p. ISBN: 84-922495-2-8.
- 61) Mostafa, AH.; Tatsuro, S.; Campbell, CG.; Adachi, T.; Yung, Y.; Chung, KY. y Choi, J. 2010. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.): Concepts, Prospects and Potential. The European Journal of Plant Science and Biotechnology, 4(1): 1-16.
- 62) Mujica, N. 2007. Malezas hospederas de moscas minadoras (Díptera: Agromyzidae) y sus parasitoides en el ecosistema de papa en La Molina. Tesis Mg. Se. Lima, Perú. UNALM, 135 p.
- 63) Murcia, DA. y Salamanca, MF. 2006. Búsqueda de microorganismos potenciales controladores de *Bephratelloides maculicollis* plaga de *Annoma muricata* L. en algunos cultivos de los departamentos de Tolima y Cundinamarca. Tesis Lic. Microbiología. Bogotá, Colombia. Universidad Javeriana. 79 p.
- 64) Narrea, M. 2012. Manejo integrado de plagas en el cultivo de ají. (Resumen). Agrobanco. 16: 10.
- 65) Nicholls, CI. 2010. Contribuciones agroecológicas para renovar las fundaciones de manejo de plagas. Agroecología, 5: 7-22.

- 66) _____. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. (Universidad de Antioquia, ed.). (Primera). Medellín. 261 p. ISBN: 978-958-714-186-3.
- 67) _____; Perrella, MP. y Altieri, MA. 2000. Reducing the abundance of leafhoppers and thrips in a norther California Organic vineyard through maintenance of full season floral diversity with summer cover crops. *Agricultural and Forest Entomology*, 2: 107-113.
- 68) Olórtegui, J.; Espinoza, M.; Espinoza, J. y Montoya, Y. 2004. Análisis de la biodiversidad genética del algodón peruano usando marcadores moleculares. *Dirección de Biología*, 41: 163-165.
- 69) Palomo, I.; Moore-Carrasco, R.; Carrasco, G.; Villalobos, P. y Guzmán, L. 2010. El consumo de tomate previene el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer: antecedentes epidemiológicos y mecanismo de acción. *IDESIA*. 28(3): 121-129.
- 70) Paredes, D.; Campos, M.; y Cayuela, L. 2013. El control biológico de plaga de artrópodos por conservación, técnica y estado del arte. *Revista científica de ecología y medio ambiente*. 22(1): 56-61.
- 71) Pérez, DK. 2014. Evaluación de cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en monocultivo y asociado bajo manejo orgánico en la Molina. Tesis Ing. Agr. La Molina, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 95 p.
- 72) Polanía, IZ.; Posada-Flores, FJ.; Duarte-Gómez, W. y Maldonado, HA. 2011. Notas y noticias entomológica. *Fitosanidad*, 31(4):18-33.
- 73) Poulin, R. 1998. Comparación de tres estimadores de riqueza de especies en comunidades de componentes de parásitos. *El diario de parasitología*. 84(3): 485-490.
- 74) Quinto, J.; Pineda, A. y García, MA. 2010. Control Natural de Plagas en Cultivos Mediterráneos. *Biodiversidad y Biotecnología Aplicada a la Biología de la Conservación*, 32: 11-15.

- 75) Quispe, R. 2012. Refugios vegetales para el fomento de la entomofauna benéfica en el agroecosistema del cultivo de maíz en la Molina. Tesis Mag. Sc. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 181 p.
- 76) Ramírez-Hernández, A.; Mico, E.; García, M. y Galante, E. 2015. Coleópteros y Sífidos saproxílicos (Coleóptera; Díptera: Syrphidae) de las dehesas del oeste Ibérico. Boln. Asoc. Esp. Ent. 39(1-2): 135-160.
- 77) Ramos-Hernández, E.; Claudio, VC.; Alanís-Méndez, JL. Ortiz-Domínguez, M. y Pech-Cache, JM. 2014. Indicadores de diversidad, estructura y riqueza para la conservación de la biodiversidad vegetal en los paisajes rurales. Agroecosistema tropical y subtropical. 17: 185-196.
- 78) Rico, A.; Beltrán, J.; Álvarez, A. y Flórez, E. 2005. Diversidad de arañas (Arachnida: Aranae) en el Parque Natural Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. Biota Neotropical, 5: 1-12.
- 79) Rivera, D. 2012. Plantas compatibles par el huerto casero. Plantas ornamentales y sus cultivos, 2(10): 5-11.
- 80) Rodríguez, LA. y Bernal, HC. 2007. Teoría y Aplicación del Control Biológico. (Sociedad Mexicana de Control Biológico, ed.) (Primera). México. 310 p. ISBN: 978-968-5384-10-0.
- 81) _____; Gómez, R.; Barrón, R.; Martínez, B. y Escamilla, G. 2017. Evaluación de híbridos de girasol (*Helianthus annuus* L.) en régimen de temporal en el Valle del Mezquital, Hidalgo. (INIFAP, Ed.) (Primera). México. 61 p. ISBN: 978-607-9260-17-0.
- 82) _____; González, M. 2014. Vegetación autóctona y control biológico: Diseñando una horticultura intensiva sostenible. Negocio alimentario. 20(4): 2-14.
- 83) Romero-Tejada, ML.; García-Prieto, L.; Garrido-Olvera, G. y Pérez-Ponce, L. 2008. Estimation of the endohelminth parasite species richness in freshwater fishes from La Mintzita reservoir, Michoacán, Mexico. Parasitology, 94: 288-292.

- 84) Ruíz, L. y Castro, AE. 2005. Riqueza y distribución de grupos funcionales de insectos y parcelas de maíz en los altos de Chiapas. (Plaza y Valdés S.A de C.V, ed.). (Primera). Chiapas, México. 491 p. ISBN 970-722-399-5.
- 85) _____; Guzmán-González, S. y Pérez-Luna, E. 2011. Manejo y control de plagas de cultivo de tomate, en Cintalapa, Chiapas, México. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 27(2): 21-27.
- 86) Salazar, M. 2010. Alternativas para el manejo de plagas y enfermedades en nuestras fincas. (Coordinadora Ecuatoriana de Agroecología-CEA, ed.) (Primera). Ecuador. 52 p. ISBN: 978-9974-0-1091-8.
- 87) Sánchez, E.; Alvarado, M. y Grados, J. 2014. Comunidad de avispas Ophioninae (Hymenóptera: Ichneumonidae) en el bosque nublado Montesecco, Cajamarca, Perú. *Rev. Perú. Biol.* 21(3): 229-234.
- 88) _____; Fontal-Cazalla, FM.; Sánchez-Ruíz, A. y López-Colón, JI. 1997. El uso de insectos depredadores en el control biológico aplicado. *Bol. S.E.A.* 20: 141-147.
- 89) Sarandón, SJ. y Flores, CC. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. (Universidad de La Plata, ed.). (Primera). Buenos Aires. 467 p. ISBN: 978-950-34-1107-0.
- 90) Sarmiento, J. y Sánchez, G. 2012. Evaluación de Insectos. (Departamento de entomología, ed.). (Quinta). Lima, Perú. 126 p.
- 91) SCDB (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, CA). 2009. Informe sobre la Conservación de las Especies Vegetales. Canadá. 52 p.
- 92) Scialabba, N. y Hattam, C. 2003. Agricultura orgánica, ambiente y seguridad. (Nadia El-Hage, ed.). (Primera). Roma. 254 P. ISBN 92-5-304819-0.
- 93) SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, PE). 2016. Estación Von Humboldt-Oficina de Estadística.

- 94) SIOVM (Sistema de Información de Organismo Vivos Modificados, MEX). 1987. Algodón (*Gossypium hirsutum*). Rev. Serv. Publ. 12: 4-9.
- 95) Sosa, MC. 2012. Aportación de lobularia (*Lobularia maritima*) para la conservación *Eretmocerus mundus*, parasitoide de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). Tesis Mag. Agr. Amb. Barcelona. Universidad de Barcelona. 57 p.
- 96) Suira-Céspedes, S. 2000. Programa de hortalizas en la Universidad Nacional Agraria la Molina. (Resumen). Huerto orgánico. 16:12.
- 97) Tarrasón, D. 2008. Agroecología: una perspectiva integradora para la sostenibilidad de los socioagroecosistemas. (Ing. Andrés, P. y Rodríguez, R., ed.), (Primera). Girona, España. 184 P. ISBN: 978-84-96742-37-6.
- 98) Torres, E.; Lannacone, J. y Gómez, H. 2007. Biocontrol del Moho Foliar del Tomate *Cladosporium Fulvum* Empleando Cuatros Hongos Antagonistas. Control biológico, 67: 169–178.
- 99) _____. 2013. Respuesta de la hierba buena (*Mentha piperita* L.) a dos distancias de siembra y a la aplicación edáfica de dos abonos orgánicos más compuestos minerales a tres dosis. Tesis Lic. Ing. Agr. Quito, Ecuador. Universidad Central de Ecuador. 85 p.
- 100) Triplehorn, CA. y Johnson, NF. 2005. Borror and Delong's introduction of the study of insects. (Elizabeth Howe, ed.). (Séptima). Australia. 881 p. ISBN: 0-0396835-6.
- 101) Urbaneja, A.; Ripollés, JL.; Abad, R.; Calvo, J.; Vanaclocha, P.; Tortosa, D.; Jacas, JA. y Castañera, P. 2005. Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España. Bol. San. Veg. 31(2): 209-223.
- 102) Valarezo, O.; Cañarte, E.; Navarrete, B. y Arias, M. 2003. *Prodiplosis longifila* (Díptera: Cecidomyiidae) principal plaga de tomate en Ecuador. Guayaquil. 95 p.
- 103) Vázquez, LL. y Fernández, E. 2007. Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos. (CIDISAV, ed.). (Primera). Cuba. 124 p. ISBN: 978-959-7194-13-2.

- 104) _____; Matienzo, Y.; Veitía, M. y Alfonso, J. 2008. Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. (Centro de Información y Documentación de Sanidad Vegetal, ed.). (Primera). Habana. 202 p. ISBN: 978-959-7194-17-0.
- 105) Vélez-Azañero, A.; Lizárraga-Travaglini, A.; Alvarado, J. y Rosa, V. 2011. Epigeal insects of the lower lurín river, Lima, Peru. *The Biologist*, 14(2): 387-399.
- 106) Venturini, R. y Queirós, F. 2007. Agricultura agroecológica – orgánica en el Uruguay. (María Isabel Cárcamo y Ricardo Carrere, ed.) (Primera). Uruguay. 81 p. ISBN: 9789974-96-199-9.
- 107) Villegas, G.; Bolaños, A.; Miranda, JA.; García, J. y Galván, OM. 2003. Flora nectarífera y polinífera en el estado de Tamaulipas. (Secretaría de Agricultura y Ganadería, ed.). (Segunda). México. 112 p. ISBN: 968-800-475-8.
- 108) Weyland, F. y Zaccagnini, D. 2008. Efecto de las terrazas sobre la diversidad de artrópodos caminadores en cultivos de soja. *Ecol. Austral*. 28(3): 357-366.
- 109) Yong, A. 2010. La biodiversidad florística en los sistemas agrícolas. *Cultivos tropicales*, 31(4): 5-10.
- 110) Zalazar, L. y Salvo, A. 2007. Entomofauna asociada a cultivos orgánicos y convencionales en Córdoba Argentina. *Neotropical Entomology*, 35(5): 765-773.
- 111) Zepeda, KA. 2016. Respuesta del cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) con diferentes láminas de riego. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 52 p.
- 112) Zúñiga, E. 1987. Cómo mejorar el efecto de los enemigos naturales en el campo. *IPA La Platina*, 44: 19-24.

ANEXOS

Anexo 1: Clasificación de insectos parasitoides en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.

Orden	Parasitoide			Especie/morfoespecie	
	Superfamilia	Familia	Subfamilia	(S)	%
Diptera	Bombylioidea	Bombylidae	Anthracinae	1	3.6
			Oestroidea	Tachinidae	Exoristinae
			Riodininae	2	7.1
			—	2	7.1
Total	2	2	3	7	25.0
Hymenoptera	Ischneumonoidea	Braconidae	Cheloninae	1	3.6
			Alysiinae	1	3.6
			Microgastinae	1	3.6
			Aphidiinae	2	7.1
	Ischneumonoidea	Ichneumonidae	Anomaloninae	1	3.6
			Cre mastinae	1	3.6
			Diplazontinae	1	3.6
			Campopleginae	1	3.6
	Chrysoidea	Chrysididae	—	1	3.6
	Proctotrupeoidea	Diapriidae	Diapriinae	1	3.6
	Cynipoidea	Figitidae	Eucoilinae	2	7.1
	Chalcidoidea	Eulophidae	Eulophinae	1	3.6
			Perilampidae	Perilampinae	1
	Vespoidea	Mutillidae	Mutillinae	1	3.6
		Scoliidae	Campsomerinae	1	3.6
	Platygastroidea	Scelionidae	Scelioninae	3	10.7
Teleasinae			1	3.6	
Total	8	10	16	21	75.0
Total general	10	12	19	28	100

(S)=Riqueza específica, (%)=Porcentaje

Anexo 2: Clasificación de insectos polinizadores en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM, Lima-Perú. 2017.

Orden	Polinizador			Especie/morfoespecie	
	Superfamilia	Familia	Subfamilia	(S)	%
Hymenoptera	Apoidea	Apidae	Apinae	1	25
			Xylocopinae	1	25
			Halictidae	Halictinae	2
Total	1	2	3	4	100
Total general	1	2	3	4	100

(S)=Riqueza específica, (%)=Porcentaje

Anexo 3: Clasificación de insectos predadores en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM. Lima-Perú. 2017.

Orden	Predador			Especie/morfoespecie	
	Superfamilia	Familia	Subfamilia	(S)	%
Araneae	---	Araneidae	---	1	2.86
	---	Oxyopidae	---	1	2.86
	---	Salticidae	---	1	2.86
	---	Tetragnatidae	---	1	2.86
	---	Theridiidae	---	1	2.86
	---	Thomisidae	---	1	2.86
Total		6		6	17.14
Coleoptera	Caraboidea	Carabidae	Carabinae	2	5.71
			Cicindelinae	1	2.86
	Cucujoidea	Coccinellidae	Coccinellinae	3	8.57
			Scymninae	1	2.86
	Staphylinoidea	Staphilinidae	Staphylininae	1	2.86
Total	3	3	5	8	22.86
Dermaptera	Anisolabidoidea	Anisolabididae		1	2.86
Total	1	1		1	2.86
Diptera	Empidoidea	Dolichopodidae	Sciapodinae	3	8.57
	Syrphoidea	Syrphidae	Syrphinae	1	2.86
Total	2	2	2	4	11.43
Hemiptera	Lygaeoidea	Berytidae	Metacanthinae	1	2.86
		Geocoridae	Geocorinae	1	2.86
	Cimicoidea	Nabidae	Nabinae	1	2.86
	Pentatomoidea	Pentatomidae	Asopinae	1	2.86
Total	3	4	4	4	11.43
Hymenoptera	Apoidea	Crabronidae	Philantinae	1	2.86
			Bembicinae	2	5.71
			Astatinae	1	2.86
			Crabroninae	1	2.86
			Sphecidae	Sphecinae	1
	Vespoidea	Formicidae	---	2	5.71
		Pompilidae	Pompilinae	1	2.86
		Vespidae	Eumeninae	1	2.86
Total	2	5	7	10	28.57
Neuroptera	Hemerobioidea	Chrysopidae	Chrysopinae	1	2.86
	Myrmeleontoidea	Myrmeleontidae	---	1	2.86
Total	2	2	1	2	5.71
Total general	13	23	19	35	100

(S)=Riqueza específica, (%)=Porcentaje

Anexo 4: Clasificación de insectos herbívoros en los refugios vegetales asociado al cultivo de tomate en el huerto orgánico de la UNALM. Lima-Perú. 2017.

Orden	Herbívoro			Especie/morfoespecie		
	Superfamilia	Familia	Subfamilia	(S)	%	
Coleoptera	Bostrichoidea	Anobiidae	Xyletininae	1	1.6	
		Tenebrionoidea	Anthicidae	Anthicinae	1	1.6
			Mycetophagidae	Mycetophaginae	2	3.2
	Chrysomeloidea	Tenebrionidae	Entiminae	2	3.2	
		Cerambcidae	Lamiinae	1	1.6	
			Chrysomelidae	Cryptocephalinae	2	3.2
			Galerucinae	3	4.8	
	Curculionoidea	Curculionidae	Curculioninae	1	1.6	
			Choraginae	1	1.6	
			Molytinae	1	1.6	
	Elateroidea	Elateridae	Elaterinae	1	1.6	
	Scarabaeoidea	Escarabeidae	Scarabaeinae	1	1.6	
			Rutelinae	1	1.6	
Hydrophiloidea	Histeridae	Saprininae	1	1.6		
Total	7	10	14	19	30.6	
Diptera	Opomyzoidea	Agromyzidae	Phytomyzinae	1	1.6	
	Tabanoidea	Athericidae	---	2	3.2	
	Oestroidea	Calliphoridae	Chrysomyinae	1	1.6	
		Sarcophagidae	---	1	1.6	
	Sciaroidea	Cecidomyiidae	---	1	1.6	
	Culicoidea	Culicidae	Culicinae	1	1.6	
	Ephydroidea	Ephidridae	Discomyzinae	1	1.6	
			Hydrelliinae	2	3.2	
			Homoneurinae	2	3.2	
	Lauxanioidea	Lauxaniidae	Lonchaeina	1	1.6	
	Tephritoidea	Lonchaeidae	---	2	3.2	
			Terphritidae	Trypetinae	1	1.6
	Muscoidea	Muscidae	Muscinae	4	6.5	
	Platypezoidea	Phoridae	Phorinae	1	1.6	
	Sciaroidea	Sciaridae	Sciarinae	1	1.6	
	Tipuloidea	Tipulidae	Ctenephorinae	1	1.6	
	Total	12	14	12	23	37.1
Hemiptera	Aleyrodoidea	Aleyrodidae	Aleyrodinae	1	1.6	
	Aphidoidea	Aphididae	Aphidinae	1	1.6	
	Cicadelloidea	Cicadellidae	Typhlocybinae	1	1.6	
			---	1	1.6	
	Lygaeoidea	Lygaeidae	Orsillinae	1	1.6	
			Pyrrhocoridae	---	1	1.6
	Pentatomoidea	Pentatomidae	Pentatominae	1	1.6	
			---	1	1.6	
	Diopsoidea	Psilidae	---	1	1.6	
	Coreoidea	Rhopalidae	Rhopalinae	1	1.6	
Total	7	8	6	10	16.1	
Lepidoptera	Pyraloidea	Crambidae	Pyraustinae	1	1.6	
	Gelechioidea	Gelechiidae	Gelechiinae	1	1.6	
	Papilionoidea	Hesperiidae	Eudaminae	1	1.6	
			Hesperiinae	1	1.6	
	Noctuoidea	Noctuidae	Heliothinae	2	3.2	
Xyleninae			2	3.2		
Total	4	4	6	8	12.9	
Orthoptera	Acridoidea	Acrididae	Cyrtacanthacridinae	1	1.6	
	Grylloidea	Gryllidae	Gryllinae	1	1.6	
Total	2	2	2	2	3.2	
Total general	32	38	40	62	100	

(S)=Riqueza específica, (%)=Porcentaje

Anexo 5: Análisis descriptivas: Pruebas de Kruskal Wallis, sobre rendimiento de tomate con y sin refugio en Kg/ha

Prueba de Kruskal-Wallis: Kg/ ha vs. Cultivo				
Estadísticas descriptivas				
Cultivo	N	Mediana	ón de medias	Valor Z
Tomate-Refugio	84	11518.8	47.9	-0.53
Tomate-Testigo	12	13475	52.5	0.53
General	96		48.5	
Prueba				
Hipótesis nula	H ₀ : Todas las medianas son iguales			
Hipótesis alterna	H ₁ : Al menos una mediana es diferente			
Método	GL	Valor H	Valor p	
No ajustado para empates	1	0.28	0.011	
Ajustado para empates	1	0.28	0.011	

No hay diferencias estadísticas al 0.05%

Anexo 6: Rendimiento del tomate cultivar “Toroty” con refugio

Fecha	Cultivo	cultivar	Cantidad	Unidad
1/02/2017	tomate	toroty	16.2	kg
3/02/2017	tomate	toroty	39	kg
6/02/2017	tomate	toroty	114.9	kg
9/02/2017	tomate	toroty	921.5	kg
13/02/2017	tomate	toroty	951	kg
16/02/2017	tomate	toroty	2092.7	kg
18/02/2017	tomate	toroty	77	kg
20/02/2017	tomate	toroty	2346.8	kg
21/02/2017	tomate	toroty	693	kg
23/02/2017	tomate	toroty	2231	kg
24/02/2017	tomate	toroty	44	kg
25/02/2017	tomate	toroty	219	kg
27/02/2017	tomate	toroty	1739	kg
28/02/2017	tomate	toroty	670	kg
2/03/2017	tomate	toroty	1491	kg
3/03/2017	tomate	toroty	17	kg
4/03/2017	tomate	toroty	279	kg
7/03/2017	tomate	toroty	1197	kg
9/03/2017	tomate	toroty	96	kg
10/03/2017	tomate	toroty	34	kg
11/03/2017	tomate	toroty	28	kg
14/03/2017	tomate	toroty	23	kg
15/03/2017	tomate	toroty	31	kg
16/03/2017	tomate	toroty	32	kg
18/03/2017	tomate	toroty	60	kg
23/03/2017	tomate	toroty	5	kg
Producción			15448.1	kg
Rendimiento			41294.03	(Kg/ha)

Anexo 7. Rendimiento del tomate cultivar "Pratico" sin refugio

Fecha	Cultivo	cultivar	Cantidad	Unidad
6/02/2017	tomate	pratico	30.7	kg
9/02/2017	tomate	pratico	55	kg
13/02/2017	tomate	pratico	196	kg
16/02/2017	tomate	pratico	210	kg
20/02/2017	tomate	pratico	1113	kg
23/02/2017	tomate	pratico	1008	kg
27/02/2017	tomate	pratico	1995	kg
28/02/2017	tomate	pratico	231	kg
2/03/2017	tomate	pratico	735	kg
4/03/2017	tomate	pratico	63	kg
7/03/2017	tomate	pratico	987	kg
11/03/2017	tomate	pratico	12	kg
Producción			6635.7	kg
Rendimiento			12155.52	(Kg/ha)