

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA



**“CONTROL BIOLÓGICO DE *Palpita persimilis* Munroe
EN EL BOSQUE EL OLIVAR”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

JOSE LUIS PARRA VIZARRETA

LIMA – PERÚ

2022

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad intelectual)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

“CONTROL BIOLÓGICO DE *Palpita persimilis* Munroe
EN EL BOSQUE EL OLIVAR”

Jose Luis Parra Vizarreta

Tesis para optar el título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....
PhD. Jorge Castillo Valiente
PRESIDENTE

.....
Dr. Alexander Rodríguez Berrio
ASESOR

.....
Ing. Guillermo Parodi Macedo
MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Germán Joyo Coronado
MIEMBRO

LIMA - PERÚ
2022

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi abuelo y abuela, quienes, con su ejemplo, me inculcaron desde pequeño la importancia de ser perseverante y seguir siempre aprendiendo, así como el valor de la solidaridad y la humildad.

A mis padres, quienes, con su cariño y esfuerzo, siempre me han empujado a alcanzar mis metas

A los amigos y amigas que me ayudaron, y estuvieron presentes durante el proceso de esta investigación

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Alexander Rodríguez Berrio por darme la oportunidad de trabajar bajo su guía, y por ser un ejemplo de compromiso y resolución.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina por todas las implicancias, y por ser mi eterna casa de estudios.

A la empresa ALVAC S.A.C por apoyarme con los recursos para poder desarrollar la investigación.

A la Municipalidad distrital de San Isidro por darme las facilidades para poder desarrollar el proyecto en el Bosque El Olivar.

Al ingeniero Francisco Tito Salas por compartirme su conocimiento, y por motivarme constantemente a concluir con el trabajo.

A Sara Pérez Martín por todo el apoyo brindado durante el proceso de la tesis.

Al personal operativo que me apoyo durante la fase de campo de la investigación.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	TAXONOMÍA Y ORIGEN DEL OLIVO	3
2.2.	CARACTERÍSTICAS Y MANEJO DEL BOSQUE EL OLIVAR.....	4
2.3.	MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	5
2.4.	FISIOLOGÍA DEL OLIVO	6
2.5.	PRODUCCIÓN DEL OLIVO.....	9
2.6	RECOLECCIÓN MANUA.....	10
2.7	DENSIDAD DE PLANTACIÓN.....	10
2.8	VARIEDAD GORDAL SEVILLANA	10
2.9	CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS	11
2.10	CONTROL BIOLÓGICO	12
2.11	CONTROL MECÁNICO.....	13
2.12	PLAGAS Y CONTROLADORES BIOLÓGICOS	13
2.12.1.	<i>Palpita persimilis</i> Munroe.....	13
2.12.2.	<i>Trichogramma pintoi</i> Voegelé	16
2.12.3.	<i>Chrysoperla externa</i> (Hagen).....	19
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	21
3.2.	CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETRO DE DISEÑO DEL BOSQUE EL OLIVAR.....	22
3.3.	CLIMA DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	23
3.4.	METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN.....	23
3.4.1.	Evaluación inicial.....	23
3.4.2.	Tratamientos.....	24
3.4.3.	Adquisición de insectos benéficos	28
3.4.4.	Preparación de los tratamientos.....	28

3.4.5. Instalación de las trampas de papel corrugado	29
3.4.6. Método de liberación.....	30
3.4.7. Toma de datos	33
3.4.8. Cosecha	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. DENSIDAD PROMEDIO DE INDIVIDUOS (LARVAS Y PUPAS) DE <i>P. persimilis</i> CON EL TRATAMIENTO 1.....	37
4.2. DENSIDAD PROMEDIO DE INDIVIDUOS (LARVAS Y PUPAS) DE <i>P. persimilis</i> CON EL TRATAMIENTO 2.....	39
4.3. DENSIDAD TOTAL DE INDIVIDUOS (LARVAS Y PUPAS) DE <i>P. persimilis</i> CON EL TRATAMIENTO 3.....	40
4.4. DENSIDAD PROMEDIO DE INDIVIDUOS (LARVAS Y PUPAS) DE <i>P. persimilis</i> EN LAS MUESTRAS TESTIGO	42
4.5. DENSIDAD PROMEDIO DE INDIVIDUOS (LARVAS Y PUPAS) DE <i>P. persimilis</i> CON TODOS LOS TRATAMIENTOS Y EN LAS MUESTRAS TESTIGO	43
4.6. DISCUSIÓN GENERAL.....	50
4.6.1. Discusión de la densidad total de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones en todos los tratamientos y en las muestras testigo	50
4.6.2. Discusión del rendimiento de cosechas 2018-2019 de los olivos estudiados bajo los tres tratamientos y muestras testigo.....	51
V. CONCLUSIONES	55
VI. RECOMENDACIONES	57
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	58
VIII. ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cronograma de liberaciones de controladores biológicos (<i>C. externa</i> y <i>T. Pintoi</i>) y evaluaciones de densidad de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas)	34
Tabla 2: Densidad promedio de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones con el tratamiento 1	38
Tabla 3: Densidad promedio de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones con el tratamiento 2	39
Tabla 4: Densidad promedio de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones con el tratamiento 3	41
Tabla 5: Densidad promedio de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones en las muestras testigo	42
Tabla 6: Densidad promedio de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones con todos los tratamientos y en las muestras testigo	49
Tabla 7: Densidad total de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones en todos los tratamientos y en las muestras testigo	51
Tabla 8: Contraste de resultados entre la densidad total de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) en las 12 evaluaciones de densidad, y cosecha de los olivos (kg/planta) en los tres tratamientos y testigo	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Olivos y entorno de césped en el Bosque El Olivar	4
Figura 2: Ciclo bienal del olivo (Barranco et al., 2008).....	9
Figura 3: Estadios de la metamorfosis completa de <i>Palpita persimilis</i> Munroe.....	15
Figura 4: Hembra de <i>Trichogramma spp.</i> parasitando un huevo.....	17
Figura 5: Vista aérea del Bosque el olivar y calles delimitantes.....	22
Figura 6: Distribución de las muestras y claves de los tres tratamientos de liberación combinada de <i>Trichogramma pintoi</i> y <i>Chrysoperla externa</i> , y testigo, en los correspondientes sub sectores del Bosque El Olivar.....	27
Figura 7: Materiales para preparación de tratamientos	29
Figura 8: Instalación de papel corrugado en olivos del Bosque El Olivar.....	30
Figura 9: Liberación de controladores biológicos.....	32
Figura 10: Densidad promedio de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) con el tratamiento 1 y su interacción con la temperatura y humedad	38
Figura 11: Densidad promedio de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) con el tratamiento 2 y su interacción con la temperatura y humedad	40
Figura 12: Densidad promedio de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) con el tratamiento 3 y su interacción con la temperatura y humedad	41
Figura 13: Densidad promedio de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) en las muestras testigo y su interacción con la temperatura y humedad	43
Figura 14: Densidad promedio de <i>P. persimilis</i> (larvas y pupas) con todos los tratamientos, en las muestras testigo, y su interacción con la temperatura y humedad.....	49
Figura 15: Cosecha de los olivos de los tres tratamientos y testigo (Kg/planta)	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultados de densidad (larvas y pupas) de los olivos estudiados bajo el primer tratamiento durante las doce evaluaciones	64
Anexo 2: Resultados de densidad (larvas y pupas) de los olivos estudiados bajo el segundo tratamiento durante las doce evaluaciones	65
Anexo 3: Resultados de densidad (larvas y pupas) de los olivos estudiados bajo el tercer tratamiento durante las doce evaluaciones	66
Anexo 4: Resultados de densidad (larvas y pupas) de los olivos testigo estudiados durante las doce evaluaciones.....	67
Anexo 5: Peso de cosechas 2018-2019 de los olivos estudiados bajo los tres tratamientos y muestras testigo	68
Anexo 6: Ficha de evaluación de <i>Palpita persimilis</i> (larvas y pupas) utilizada en la investigación	69
Anexo 7: Ficha de registro de cosecha utilizado en la investigación	70

Resumen

Se realizó la liberación combinada de tres densidades poblacionales de controladores biológicos *Trichogramma pintoi* y *Chrysoperla externa*, en el Bosque El Olivar, Lima, Perú. Posteriormente, se evaluó el número de larvas y pupas de *P. persimilis*, y se tomó los datos del peso de cosechas de los años 2018 y 2019 en todos los olivos estudiados bajo los tres tratamientos y muestras testigo, con el objetivo de evaluar la influencia del control biológico sobre las cosechas, y comparar los resultados. *Palpita persimilis* es una plaga que destruye los brotes en crecimiento del olivo, que precisamente forman las ramas nuevas donde se producirán los frutos del año siguiente. *Chrysoperla externa* ejerce una predación considerable de *Palpita*. Se considera también a *Trichogramma pintoi* como parasito primario de huevos de la misma plaga. Los resultados obtenidos durante el periodo de evaluaciones de la investigación, evidencian que el tratamiento 3, con la menor dosis de liberación de controladores biológicos, olivos más longevos y de mayor altura, fue el que obtuvo menor densidad total de *P. persimilis*, registrando casi la mitad que el tratamiento testigo. El tratamiento 1, con la mayor dosis de liberación, olivos más juveniles y de menor altura, fue el siguiente mejor resultado, obteniendo también una menor densidad que el testigo, pero por menor diferencia. Finalmente, el tratamiento 2, con una dosificación media de liberación y olivos con características similares al tratamiento 1, superó en densidad al tratamiento testigo. En relación a los resultados de cosecha, los tratamientos 3 y 1 obtuvieron el primer y segundo mejor rendimiento durante las cosechas de los años 2018 y 2019. Asimismo, en el 2019 se observa que todos los tratamientos obtuvieron mejores cosechas que el testigo, evidenciando, más allá de la diferencia de edad en los olivos, el efecto del control sobre *P. persimilis*.

Palabras clave: Controladores biológicos, Bosque El Olivar, *Palpita persimilis*, cosecha

Abstract

The combined release of three population densities of biological control agents *Trichogramma pintoï* and *Chrysoperla externa* was carried out in The Olivar Forest, Lima, Peru. Subsequently, the number of larvae and pupae of *P. persimilis* was assessed, and data was taken from the harvests in 2018 and 2019 of all olive trees studied under the three treatments. Controlled samples were taken with the objective of evaluating the influence of the biological control on the harvests and comparing the results. *Palpita persimilis* is a pest that destroys the growing shoots of the olive tree which form the new branches that will produce the following year's fruit. *Chrysoperla externa* exerts a considerable predation on *Palpita*. *Trichogramma pintoï* is also considered as a primary parasite of eggs of the same pest. The results obtained during the evaluation period of the research show that treatment 3, with the lowest release dose of biological controllers, longer-lived and taller olive trees, was the one that obtained the lowest total density of *P. persimilis*, registering almost half that of the control treatment. Treatment 1, with the highest release dosage, more juvenile and shorter olive trees was the next best result, also obtaining a lower density than the control but by a smaller difference. Finally, treatment 2, with a medium release dosage and olive trees with similar characteristics to treatment 1, outperformed the control treatment in density. In relation to harvest results, treatments 3 and 1 obtained the first and second best yields during the 2018 and 2019 harvests. Likewise, in 2019 it is observed that all treatments obtained better harvests than the control, evidencing, beyond the difference in age of the olive trees, the effect of the control on *P. persimilis*.

Key words: Biological controllers, Bosque El Olivar, *Palpita persimilis*, harvesting, harvesting

I. INTRODUCCIÓN

Según relata el famoso escritor Ricardo Palma, los olivos llegaron al Perú en manos de los españoles, en particular en mano de Don Antonio de Rivera, antiguo Alférez de Lima y maestro de campo de Gonzalo Pizarro. Este interesante personaje se embarca en Sevilla, España en 1559, rumbo al Callao, trayendo consigo numerosas estacas de selectos olivos, de los cuales, cuentan los historiadores, sólo tres almácigos sobreviven la travesía. Con gran dedicación cultiva estas estacas en su propiedad, cuyos rezagos hasta hoy se mantienen en las cercanías de la Plaza de Armas de Lima, la llamada "Huerta Perdida". Estos almácigos también dieron origen al primer olivar de la ciudad: el Bosque El Olivar (Arana y Tello, 2013).

Este parque fue parte del fundo del Conde de San Isidro; Presentaba en 1730 un aproximado de 1500 árboles, un siglo después ya alcanzaba más de 2300. Sin embargo, según la tradición, los españoles talaron numerosos árboles cuando tuvieron que salir de Lima. Muchos años después, los árboles sobrevivientes estuvieron entre cercos de altos muros hasta alrededor de la década del 30, cuando este espacio fuera destinado a uso público.

El Bosque Urbano "El Olivar" es el espacio representativo del Centro Histórico de San Isidro, punto de partida en la formación del Distrito, que fue creado el 24 de abril de 1931. Posteriormente, el 16 de diciembre de 1959 se declaró "Monumento Histórico Nacional".

Como parte del servicio de mantenimiento de áreas verdes de uso público en el distrito de San Isidro del periodo 2017-2019, se realizó el plan de manejo del Bosque El Olivar, mediante el cual se desarrollan programas eficientes de mantenimiento de las áreas verdes y del manejo técnico de los árboles de olivo (*Olea europea* L.). Este plan toma en consideración información recopilada de gestiones anteriores y complementa las metodologías bajo la supervisión de profesionales que fueron sumándose al equipo de trabajo.

En el plan de manejo del Bosque El Olivar (Millán, 2017) se señala que, tras una evaluación inicial, mostraba un estado fitosanitario deficiente. Entre las principales plagas encontradas se encontraban la *Palpita persimilis* Munroe (“palpita”), *Aleurothrixus floccosus* Mask (“mosca blanca”) y *Saissetia oleae* Olivier (“queresa negra del olivo”). En cuanto a las enfermedades fungosas encontradas, *Capnodium elaeophilum* Prill (“fumagina”) fue la más importante.

Especial relevancia tuvo la palpita, ya que el nivel poblacional era tan elevado que la mayor parte de brotes habían sido dañados en su zona apical. Este insecto causa los daños en la fase de larva, en la que come con gran voracidad, alimentándose de las hojas, yemas e inflorescencias más tiernas.

En consecuencia, se inició un tratamiento fitosanitario a los olivos mediante control químico, complementado por labores culturales. No obstante, se pretendía implementar un manejo integrado de plagas reforzando el control biológico, usando sólo fitosanitarios cuando las poblaciones de plagas y sus enemigos naturales se encuentren desequilibrados.

Mediante la investigación en control biológico, se busca generar información para fortalecer el manejo integrado de plagas (MIP) como un sistema ecológico para el Bosque El Olivar, orientado a mantener las plagas del cultivo en niveles que no causen un daño económicamente significativo, debajo del Umbral de Acción, disminuyendo de esta manera el uso de productos químicos que generan la acumulación de residuos tóxicos, evitando la resistencia de plagas y protegiendo a los organismos benéficos.

Si bien se han implementado programas de control biológico en gestiones anteriores, se ve la necesidad de hacer estudios que complementen los resultados obtenidos. El objetivo principal del presente trabajo es establecer los niveles óptimos de liberación de tratamientos combinados de insectos benéficos (*Trichogramma pintoi* y *Chrysoperla externa*), así como evaluar la influencia de estos en los rendimientos de cosecha en el Bosque El Olivar, para así generar información que sirva a los futuros programas de manejo integrado de plagas en el control de *Palpita persimilis* Munroe, de acuerdo a la fenología y condiciones de tiempo atmosférico, asegurando mejores rendimientos de los olivos y una adecuada ornamenta.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. TAXONOMÍA Y ORIGEN DEL OLIVO

Rapoport (2001) describe la clasificación taxonómica moderna de la siguiente manera:

División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Sub Clase : Asteridae
Orden : Scrophulariales
Familia : Oleaceae
Género : Olea Linnaeus.
Especie : Olea europaea L.

Barranco et al. (2008) indican que el olivo es originario de una región geográfica que ocupa desde el sur del Cáucaso hasta las altiplanicies del Irán, Palestina y la zona costera de Siria. Luego se extendió hacia Occidente por el Mediterráneo y más recientemente pasó a otras zonas tales como América, Australia, China y Sudáfrica (Guerrero, 2000).

Olea europea L., el olivo, es la única especie de la familia Oleaceae con fruto comestible. Es una de las plantas cultivadas más antiguas, cuyos orígenes como cultivo son de unos 4000-3000 años antes de Cristo en la zona de Palestina (Barranco et al., 2008). Por su parte, Blázquez et al. (1996), mencionan como centro de origen del olivo el Asia Menor, hace unos seis milenios.

Alfárez y Robles (2007), citan a Echeandía (1929) y De La Torre (1953), mencionando que la olivicultura en el Perú se origina en la costa central en 1560 con la introducción de plántones procedentes de Sevilla (España), siendo este el punto de diseminación a todo el territorio peruano.

2.2. CARACTERÍSTICAS Y MANEJO DEL BOSQUE EL OLIVAR

En el Bosque predomina la variedad “Sevillana”. Se trata de un olivar centenario, con edad máxima aproximada de 400 años. Sin embargo, no todos los individuos son coetáneos, pues hay algunos que han sido renovados debido a la muerte de los originales. Es por tanto un olivar singular, declarado monumento nacional en diciembre de 1959 por el Instituto Nacional de Cultura (INC).

Se trata de una plantación originariamente a marco regular de 10x10 metros aproximadamente, con orientación norte – sur. Los árboles tienen mayoritariamente un solo pie, salvo algunos jóvenes que se están desarrollando con 2-3 pies, pero siempre emergiendo del mismo tocón.



Figura 1: Olivos y entorno de césped en el Bosque El Olivar

La plantación no es monoespecífica, sino que cohabitan con otros árboles ornamentales de gran porte, si bien estos son escasos. El suelo está cubierto por una capa cespitosa a base de *Stenotaphrum secundatum* en toda la superficie, pero respetando los olivos mediante anillos a suelo desnudo, de diámetro variable, con centro en el tronco del olivo.

Desde el punto de vista edafológico, el tipo de suelo es Franco arcillo arenoso, con buena aptitud para el riego. Actualmente, el bosque se riega por gravedad mediante la inundación con agua que discurre por canales. De manera complementaria, se cuenta con riego tecnificado mediante aspersores con cobertura enterrada.

El riego por inundación, que puede resultar apropiado para las gramíneas que constituyen la capa herbácea de césped, no lo es tanto para el olivo, pues conlleva una saturación del suelo en humedad, y favorece la transmisión y aparición de enfermedades fúngicas tales como Verticilosis (*Verticilium dahliae*), Negrilla o tizne del olivo (*Capnodium elaeophilum*), Aceitunas jabonosas (*Gloeosporium olivarum*), *Alternaria sp.*, *Cercospora sp* y *Cladosporium sp*. El anillo de los olivos supone una zona no saturada de humedad y por tanto sirve para mantener a las raíces en bajo riesgo de asfixia. Precisamente, Peña (2010) menciona que, ante la convivencia de 2 especies vegetativas de distintas necesidades hídricas, siendo la del césped de mayor demanda frente al olivo, el riesgo para la continuidad de los árboles es latente, poniéndose en riesgo el deterioro de un Patrimonio Cultural y Monumental de la nación. Con respecto a esto, Guerrero (2000) indica que el olivo es muy sensible a un exceso de humedad en el suelo. En terrenos húmedos las raíces respiran muy mal y los árboles presentan síntomas de clorosis y pueden llegar a perderse.

2.3. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Millán (2017) indica que, tras haber realizado evaluaciones de densidad en el Bosque El Olivar, se comprobó un fuerte ataque de *P. persimilis*, siendo esta la plaga principal. Otras identificadas fueron *A. floccosus*, *S. oleae* y *O. olivícola*. En cuanto a las enfermedades detectadas se identificó a *C. elaeophilum*. Sobre esta base, la presencia de mosca blanca y queresas en un ambiente caracterizado por una humedad relativa muy alta y temperaturas suaves ha desembocado en la secreción de melazas y sustancias azucaradas sobre las hojas, y a continuación, el consabido ataque de la fumagina. Se pretende realizar un manejo integrado de plagas, usando preferentemente los factores naturales adversos a estas, y recurriendo solo a los pesticidas en caso de emergencia. El control biológico consiste en liberaciones de *Trichogramma pintoi* Voegelé y *Chrysoperla externa* Hagen, y fumigaciones con un caldo insecticida compuesto de esporas en suspensión del hongo *Beauveria bassiana*. Las liberaciones son principalmente para el control de *P. persimilis*, mientras que el hongo entomopatógeno tiene un espectro más amplio pudiendo parasitar áfidos, homópteros,

tisanóteros y lepidópteros. Asimismo, se realizan tratamientos con fungicidas de carácter preventivo, que son compatibles con el control biológico, a base de sulfato de cobre pentahidratado e hidróxido de cobre. Estos productos están indicados en el control preventivo de *Alternaria sp.*, *Phytophthora sp.*, *Cercospora sp.* y *Cycloconium oleaginum*.

2.4. FISIOLÓGÍA DEL OLIVO

Molina et al. (2017) y Cantero (1997) indican que suele existir una gran relación entre las diferentes fases del agente nocivo y las que va teniendo el olivo a lo largo del ciclo anual. Por este motivo se considera que son del mayor interés los estados tipo fenológicos, porque pueden servir para dar orientaciones bastante precisas respecto a la oportunidad de los tratamientos, y que lógicamente deben realizarse cuando se considere que el agente dañino tiene mayor vulnerabilidad y no hay peligro de fitotoxicidad. Por su parte Gil-Albert (1989), citado por Huarcarí (2016), menciona que uno de los fines por lo que estos estudios son útiles es porque nos permite intervenir en el momento oportuno contra los diversos parásitos, para efectuar el tratamiento en un estado próximo al desarrollo de una yema.

Bajo las condiciones de la costa peruana el olivo permanece en vegetación activa o parcial casi todo el año. Los brotes no producen cosecha en el primer año, en el segundo producen cosecha y en el tercero las hojas caen y el leño se hace definitivamente improductivo. Los brotes desarrollan durante toda la primavera, con diferenciación creciente de las yemas del año anterior (despertar de yemas, floración y cuajado de frutos). Durante el verano y otoño (de enero a junio) tiene lugar al desarrollo pleno y maduración de los frutos (Beingolea, 1993).

Rubio et al. (2007), citados por Barranco et al. (2008), indican que en las axilas de las hojas de los brotes en crecimiento se forman consecutivamente las yemas. El crecimiento y desarrollo de éstas se completa en las seis semanas siguientes al inicio de su formación. A partir de este momento la morfología de la yema no se modifica hasta el comienzo de su brotación en la primavera siguiente, es decir la yema permanece latente con independencia de la causa que lo determine. El proceso por el que las yemas experimentan cambios fisiológicos que conducen a la formación de yemas de flor se llama inducción floral.

Además de esto, también portan yemas vegetativas, 5 a 10 % del total de yemas presentes, que tienen entre sus funciones la ramificación del olivo y el abastecimiento constante de yemas para su posterior diferenciación (Lavee et al., 1996a; Lavee, 2007; Castillo-Llanque y Rapoport, 2011).

Lavee (2007) y Escobar (1981) señalan que normalmente las yemas vegetativas son inducidas a iniciar su crecimiento a inicios de primavera, debido a la elevación de las temperaturas diurnas y el alargamiento del día. Por su cuenta, Dos Santos (2000), menciona que las yemas vegetativas tienen la capacidad de brotar en cualquier época del año si se les dan las condiciones ambientales favorables. La duración y velocidad del crecimiento vegetativo va a depender mucho del estado de carga frutal, es así que en años de alta producción los recursos son principalmente para floración y fructificación, perjudicando el desarrollo de brotes (Monselise y Goldschmidt, 1982; Rallo y Suarez, 1989; Troncoso et al., 2012). Con respecto a este tema, Dos Santos (2000) indica que las yemas de los árboles en carga (año con elevada cosecha) pasan el invierno inhibidas por las hojas y parecen no necesitar frío para brotar vegetativamente, mientras que las yemas de los árboles en descarga (año con baja cosecha) experimentan además un proceso de endolencia (reposo) que requiere una fase de acumulación de frío para iniciar su brotación, que es reproductora.

A grandes rasgos, el desarrollo floral ocurre durante la primavera, cuando la yema reproductiva despierta y la inflorescencia comienza a crecer. La dimensión final de la inflorescencia no se alcanza hasta pocos días antes de floración. (Gómez y Rapoport, 2008). Por su parte, Rojo (2014) menciona que, en un ciclo anual tradicional, el inicio y la duración del desarrollo de la inflorescencia van a depender principalmente de la temperatura. Al respecto, Barranco et al. (2008) indica que la temperatura durante los dos meses inmediatamente anteriores a la floración es el principal factor determinante de la fecha de floración. Temperaturas elevadas adelantan la floración, sucediendo lo contrario cuando estas temperaturas son bajas. Orlandi et al. (2010) encontraron que las temperaturas umbrales no son constantes, obteniendo diferentes umbrales según el cultivar y las condiciones microclimáticas de las zonas donde los olivos se desarrollaron.

Uceda y Uceda (2009) mencionan que la floración se inicia con la apertura de los botones florales, y se percibe entre los meses de agosto a diciembre. En estos meses también ocurre la polinización, que lleva a la fecundación del ovario y la formación del fruto.

Luego del cuajado o formación del fruto se observa inicialmente un crecimiento lento, de noviembre a enero. En esta fase contribuyen al aumento de tamaño tanto la división como la expansión celular. Concluye aproximadamente con el final de la esclerificación o endurecimiento del endocarpo, que sucede entre unas 7 y 9 semanas después de la floración. Posteriormente, acontece un crecimiento rápido, de enero a abril, en cuya fase final ocurre el enverado o cambio de color de la epidermis que determina el comienzo de la maduración (Barranco et al., 2008; Uceda y Uceda, 2009).

Según Guerrero (2000), se considera como período de maduración el tiempo transcurrido desde la aparición de las manchas violáceas hasta la coloración definitiva de piel y pulpa. Este periodo es variable, estando afectado por las condiciones climáticas, cosecha de la planta y características varietales.

El número de frutos por ramo fructífero es el resultado de los procesos vegetativos y reproductores que acontecen a lo largo de un ciclo bienal, en particular de la intensidad de floración, del nivel de fecundación y del ajuste posterior de la carga. Dos características destacan en el olivo: (a) el hábito vecero, es decir, la alternancia de años con mucha y poca cosecha y (b) la masiva caída de flores y frutos en las 6-8 semanas que siguen a la floración. (Barranco et al., 2008).

Beingolea (1993) encontró que la mayoría de las plagas coincide en intensificar su actividad paralelamente a la fase activa del olivo, durante la primavera y el verano, coincidiendo con las fases fenológicas de brotamiento y fructificación, las cuales aparecen, junto con la elevación de temperaturas, como determinantes de las gradaciones estacionales. Este efecto, es marcado en plagas que pasan por un claro receso invernal como *P. persimilis*.

El ciclo bienal

Tanto el crecimiento de brotes como el desarrollo de frutos son fenómenos cíclicos en el olivo. Mientras el crecimiento de brotes se completa dentro del mismo año, los procesos que conducen a la fructificación requieren dos estaciones consecutivas. Es decir, en un año genérico n , sin producción, se origina una elevada inducción floral. Al año siguiente, $n+1$, la inducción floral es mucho menor por efecto de la presencia de frutos (ver figura 2). Así, la simultaneidad entre procesos vegetativos y reproductores del mismo año y entre procesos de dos ciclos reproductores consecutivos origina fenómenos de competencia y de inhibición.

Ambos fenómenos son determinantes de la acusada tendencia del olivo a la vecería (Barranco et al., 2008).

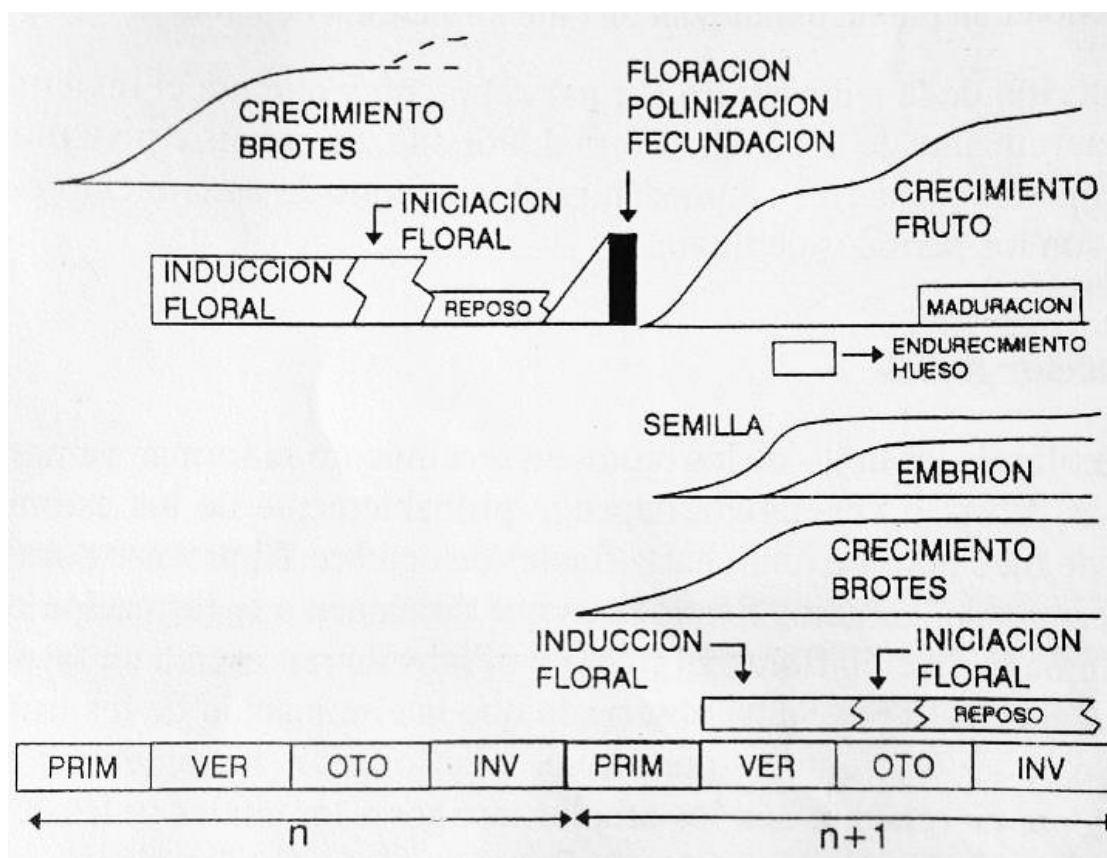


Figura 2: Ciclo bienal del olivo (Barranco et al., 2008)

2.5. PRODUCCIÓN DEL OLIVO

La producción media de aceitunas de un olivo maduro oscila entre 50 y 200 libras (22 y 90 kg), habiendo grandes excepciones, en la cual un solo olivo puede producir 1800 libras (820 kg) de aceitunas. Sin embargo, los olivos deben tener más de 30 a 40 años de edad para lograr rendimientos muy por encima de la media. Se puede decir que la producción de olivos no irrigados está directamente relacionada con su edad, lo que significa que un árbol de 100 años de edad normalmente puede producir más de lo que produjo cuando tenía 60 años de edad. Por el contrario, los árboles que se riegan, alcanzan su período más productivo a la edad de 50 a 65 años. (Wikifarmer ,2019).

Según Beingolea (1993), con raras excepciones la cosecha del olivo termina en junio, pudiendo esta operación extenderse una o dos semanas más. La cosecha para aceituna "verde" o sin madurar, comprende los meses de marzo y abril (DESCO, 2008). Por otro lado, Polese (2009), indica que, en general, las aceitunas cogidas temprano dan un aceite menos abundante, pero más frutado y menos ácido. Así pues, el momento de la recolección es una elección personal, que se toma en función del carácter que se quiera dar al aceite.

2.6 RECOLECCIÓN MANUAL

Polese (2009) señala que los productores que se preocupan por la calidad de sus frutos y de su aceite prefieren recolectar las aceitunas a mano. De esta forma, se pueden seleccionar los frutos en el árbol, uno por uno, ya que no todas las aceitunas presentan el mismo grado de maduración. Con respecto a esto, DESCO (2008) señala que para la recolección de aceituna se emplean escaleras y envases, denominados "capachas", que se recomiendan sean de fibra de vidrio, donde se junta la aceituna según se va cosechando. La labor de recolección es realizada por trabajadores especializados, ya que requiere gran habilidad.

2.7 DENSIDAD DE PLANTACIÓN

Beingolea (1993) indica que un distanciamiento apropiado de plantación del olivo es de 10x10 ó 12x12. De forma complementaria, Barranco et al. (2008) mencionan que las densidades tradicionales de plantación del olivar de secano (en general con 100 olivos por hectárea, e incluso menos) están relacionadas con la pluviometría de la zona.

2.8 VARIEDAD GORDAL SEVILLANA

Barranco et al. (2008) señala que esta variedad es conocida internacionalmente con la denominación "Sevillano" y que es un cultivar vigoroso apreciado fundamentalmente por el tamaño de sus frutos. Por su parte, Polese (2009) indica que es importante plantarlo en suelos bien drenados, ya que no le gusta el agua estancada. No se debe de plantar en suelos arcillosos y demasiado pastosos, sino en suelos donde el agua se evacue bien, arenosos o incluso pedregosos.

Barranco y Rallo (2000), citado por Huaracasi (2016), indican que los frutos alcanzan un peso medio de 12,5 gramos (variedad de mesa), siendo uno de los más grandes junto con los de la variedad “Ascolana”; tiene una relación pulpa/hueso de 7.3, porcentaje de aceite 14.5 %, y 71.5 % de ácido oleico.

Por su parte, Guerrero (2000) menciona que su hoja es larga y ancha, con el haz verde oscuro brillante y el envés verde gris. Asimismo, afirma que su capacidad de enraizamiento es muy baja, es resistente al frío, y, además, necesita un cierto número de horas-frío para florecer, por lo que parece que, en años de tiempo templado, da poca producción. En tanto Martí y Aroca (1993) lo describen como un árbol vigoroso, erguido y con una densidad de copa media.

2.9 CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS

Cisneros (1995) indica que el Control (o manejo) Integrado de Plagas (MIP) es un sistema orientado a mantener las plagas de un cultivo en niveles que no causen daño económico utilizando preferentemente los factores naturales adversos al desarrollo de las plagas; y solo recurre al uso de pesticidas como medida de emergencia. Combina todos los métodos posibles de represión de las plagas, como la conservación y fomento de los enemigos naturales, el uso de variedades resistentes, la utilización de sustancias atrayentes y repelentes, entre otros (DESCO, 2004). Por su parte, Cantero (1997) explicó que las ventajas del control integrado de plagas son: (a) disminución de la cantidad total de plaguicidas usados, reduciendo con ello el riesgo de toxicidad para el hombre, en el ambiente y contra la fauna auxiliar, (b) conservación de los enemigos naturales, reduciendo o anulando así el peligro de reinvasiones, y (c) reducción del coste total de la lucha.

Pezo y Ccasa (2001) señalan que el programa de manejo integrado se inicia con la obtención de información del estado del olivar, para lo cual se realizan evaluaciones fitosanitarias, identificación de plagas y controladores biológicos, métodos de control usados por los agricultores y pruebas de control biológico, químico y mecánico.

El control integrado de *P. persimilis*, según DESCO (2004) se basa en : (a) la liberación de la avispa *Trichogramma pintoi* (parasitoide de huevos), (b) la liberación de crisopas (*Chrysoperla externa*) que se alimenta de huevos y larvas, (c) el uso de *Bacillus thuringiensis*,

(d) el uso de trampas de luz (específico para adultos), (e) el uso de chalinas o papel corrugado envuelto alrededor de los troncos y tallos (recuperación de larvas y pupas para su posterior eliminación; además de contribuir al establecimiento de arañas), (f) la eliminación de los mamones o brotes vigorosos y (g) uso de insumos químicos (en caso sea necesario).

2.10 CONTROL BIOLÓGICO

Cisneros (1995) señala que control biológico es la represión de las plagas mediante sus enemigos naturales; es decir, mediante la acción de predadores, parásitos y patógenos. Los parásitos de las plagas, llamados también parasitoides, son insectos que viven a expensas de otro insecto (hospedero) al que devoran progresivamente hasta causarle la muerte. Durante ese tiempo completan su propio desarrollo larval. Los predadores son insectos u otros animales que causan la muerte de las plagas (víctimas o presas) en forma más o menos rápida succionándoles la sangre o devorándolos. Los patógenos son microorganismos: virus, rickettsias, bacterias, protozoarios, hongos y nematodos, que causan enfermedades o epizootias entre las plagas.

Por su parte, Mielgo et al. (2011) indican que el control biológico es recomendado como medida prioritaria en producción ecológica. Una forma de hacerlo es a través de la liberación inundativa, la cual consiste en liberaciones periódicas con entomófagos o entomopatógeno para control inmediato de la población del fitófago de forma rápida, en corto plazo. Asimismo, menciona que el olivar se caracteriza por una abundante y diversa comunidad de enemigos naturales, que pueden desarrollar funciones importantes como agentes de control natural de las diferentes plagas del olivo y contribuir a la estabilidad del agroecosistema. De cara a esto, es un elemento clave el empleo de medidas de control que respeten las poblaciones de enemigos naturales existentes.

En el olivo, los *Chrysoperla spp.* ejercen una predación considerable de *Palpita persimilis*, seguidas por las arañas. Se considera también a *Trichogramma sp.* como parasito primario de huevos de la misma plaga. En plantaciones maduras de porte moderado, se ha encontrado un control casi total por varios enemigos naturales (Beingolea, 1993).

2.11 CONTROL MECÁNICO

Cisneros (1995) cita métodos de exclusión de insectos y otros animales por medio de barreras y otros dispositivos. Uceda y Uceda (2009) indican que la “chalina de papel” es un método de control mecánico que se emplea para atrapar larvas de los últimos estadios y las pupas formadas de *P. persimilis*. Consiste en colocar en el tallo y ramas principales de todas las plantas, una chalina de papel periódico, donde irán las larvas maduras a buscar sitios oscuros donde esconderse para empupar. Estas deben ser observadas y cambiadas periódicamente, cada 8 a 10 días, dependiendo de la temperatura del medio ambiente, para evitar que emerjan los adultos y se propague la plaga.

2.12 PLAGAS Y CONTROLADORES BIOLÓGICOS

2.12.1. *Palpita persimilis* Munroe

La clasificación taxonómica de *Palpita persimilis*, según Munroe (1959), es la siguiente:

Reino	:	Animalia
Phylum	:	Arthropoda
Clase	:	Insecta
Orden	:	Lepidóptera
Familia	:	Pyralidae
Género	:	<i>Palpita</i>
Especie	:	<i>Palpita persimilis</i>

Esta especie está distribuida por varias zonas tropicales y subtropicales de Europa, Asia, África y América. También se ha señalado su presencia en Australia y Japón (Andrés Cantero, 1997).

Este insecto se caracteriza por presentar una metamorfosis de tipo completa. El adulto es una polilla que tiene una envergadura, con alas abiertas, de 30 milímetros. Es blanco brillante, siendo las alas anteriores semitransparentes, con finas escamas blancas satinadas y tres manchas negras (Molina De La Rosa et al., 2017; Barranco et al., 2008).

Durante el día, las polillas están escondidas en la cara inferior de las hojas, posándose con las alas extendidas. Tienen su actividad durante el crepúsculo y la noche (Andrés Cantero, 1997).

Polese (2009) y Molina et al. (2017); además de Cantero (1997), señalan que se aparean durante la noche, y las hembras ponen los huevos, unas veces aislados y otras en pequeños grupos de 2 a 5, principalmente en el envés de las hojas. Su forma es oval y aplanada con la superficie reticulada, de color blanco-amarillento y su tamaño es de 1 x 0,6 mm.

Según Uceda y Uceda (2009), la hembra ovíparita alrededor de 200 huevos. Por otro lado, Barranco et al. (2008) afirma que la duración de vida del adulto es aproximadamente de un mes, y puede poner más de 500 huevos.

Cantero (1997) y Guerrero (2000); así como Molina et al. (2017), señalan que la larva recién nacida, tiene un color amarillo pajizo, y una longitud de unos 1.5 mm. Conforme va creciendo, el color se torna verde, al principio pálido y luego más intenso, hasta llegar a la última edad larvaria en la que tiene coloración verde, más o menos oscura, y una longitud de 18 a 25 mm. Polese (2009) menciona que se han descrito seis estadios larvarios que se diferencian por la anchura de su cápsula cefálica.

El tiempo de desarrollo de los huevos depende de la temperatura; en invierno eclosiona después de 15 días y en verano a los 8. La vida de la larva dura de 30 a 45 días; la de la pupa de 10 a 20 días, siendo el ciclo biológico en verano alrededor de 50 días, y en invierno de 65 a 80 días, razón por la que pueden tener 5 generaciones por año (Uceda y Uceda, 2009).

Molina et al. (2017) y Uceda y Uceda (2009), además de Polese (2009) y Barranco et al. (2008), indican que las larvas tienen preferencia de empupar en las grietas y rajaduras de la corteza, de los troncos viejos del olivo, siendo menos frecuentes en las hojarascas, que reúnen entre sí con los hilos que ellas elaboran. En ocasiones, una varias hojas y permanece en la parte aérea del árbol. Antes de empupar fabrican un capullo externo muy tenue y otro interno más denso.

La crisálida es de color pardo oscuro, con una pequeña quilla en el dorso del tórax. La longitud varía entre 12 y 16 mm. y la anchura de 3 a 4 mm (Andrés Cantero, 1997).

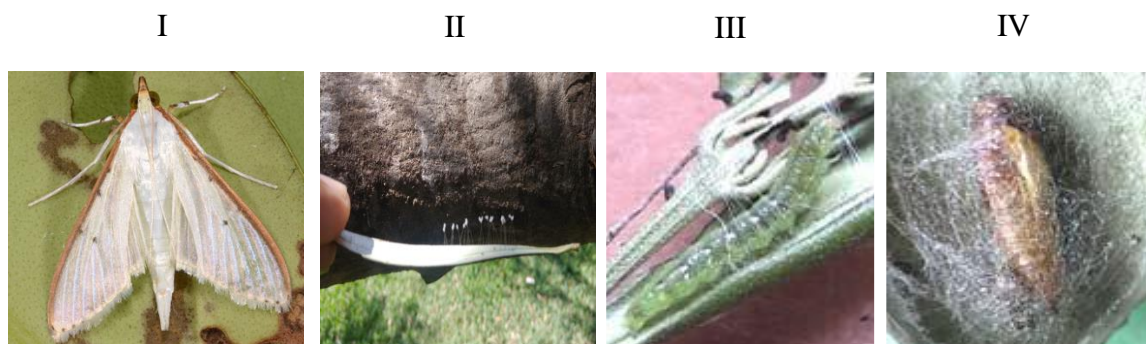


Figura 3: Estadíos de la metamorfosis completa de *Palpita persimilis* Munroe.

(I) Adulto (II) huevo (III) Larva (IV) Pupa. Elaboración propia.

Barranco et al. (2008) y Beingolea (1993); así como Molina et al. (2017), afirman que la plaga inicia su actividad estacional con la elevación de la temperatura en primavera, con máxima actividad en los meses de diciembre a febrero. La fase fenológica del brotamiento, que coincide con la primavera, es un estímulo poderoso, por lo cual, cuando se permite la formación de hijuelos numerosos, su actividad se ve favorecida con cierta independencia del clima.

La temperatura y la humedad atmosférica son factores de máxima importancia; condicionan la evolución de las poblaciones, el número de generaciones anuales, y la duración de cada fase. En relación a esto, se ha observado, que inviernos muy calurosos y veranos muy húmedos son favorables para el incremento de la plaga (Uceda y Uceda, 2009; Pajarón, 2007).

Esta plaga destruye los brotes en crecimiento, que justamente forman las ramas nuevas donde se van a originar las yemas de floración y la producción de los frutos del año siguiente. Las ramas de floración quedan truncas, o mutiladas, y no se desarrollan lo necesario, lo que perjudica fuertemente la producción (Uceda y Uceda, 2009).

Molina et al. (2017) explican que las larvas, durante su evolución, unen las hojas apicales de los brotes tiernos con sedas y se refugian en su interior para alimentarse. Las larvitas más desarrolladas carcomen los talluelos y las hojas más duras del olivo y las destruyen parcial o completamente (Uceda y Uceda, 2009). Por otro lado, Barranco et al. (2008) y Polese (2009), indican que, en primavera y verano, si no hay brotes tiernos, las larvas pueden acudir

al fruto para alimentarse de su pulpa, dañándolo y provocándole grandes destrozos. DESCO (2004) indica que ocasionalmente atacan también botones y flores. Por su parte, Beingolea y Salazar (1970), señalan que cualquier rebrote bajo (hijuelos o mamones), puede ser infestado en forma intensa. Ocasionalmente atacan también botones, flores y aceitunas verdes.

P. persimilis está sujeta a control natural por una serie de parásitos y predadores que, en plantaciones maduras, por la acción modificadora del ambiente ejercida por la mayor vegetación y altura, y una fisiología modificada, ejercen una mortalidad suficientemente elevada como para resultar en un control natural efectivo. En plantaciones jóvenes se requiere completar esta mortalidad mediante algún tratamiento selectivo (Beingolea, 1993).

2.12.2. *Trichogramma pinto* Voegelé

Según SENASA (2015), la clasificación taxonómica de *Trichogramma pinto* Voegelé es la siguiente:

Orden : Hymenoptera
Familia : Trichogrammatidae
Género : *Trichogramma*
Especies : *Trichogramma pinto* Voegelé, 1982

El género *Trichogramma* constituye un grupo de himenópteros parasitoides de huevos de insectos muy utilizado en programas de control biológico de plagas, principalmente contra lepidópteros (Yousuf, y Shaffe, 1986). Cabello (1985) indica que son endoparásitos primarios de huevos de lepidópteros, pero también, con menor importancia, de otros órdenes como hemípteros, coleópteros, himenópteros, dípteros y tisanópteros. Son microavispa que se caracterizan por tener el cuerpo de color amarillo anaranjado a negruzco, la longitud de su cuerpo es de 0.5 mm, las hembras presentan antenas simples de forma clavada y los machos antenas plumosas Hay más de 250 especies de *Trichogramma* (SENASA, 2015). Cisneros (1995) menciona que las especies de *Trichogramma* son bastante difíciles de separar morfológicamente. Se presentan con frecuencia especies morfológicamente iguales, y razas biológicas que se diferencian por su comportamiento parasitario.

Su éxito se debe, por una parte, a la alta eficacia de estos enemigos naturales con sueltas inundativas en campos abiertos y cultivos protegidos y, por otra, a su fácil cría con bajos costes de producción (Parra, 1998; Chailleux et al., 2012). Son criadas en el laboratorio, donde se les ofrece huevos de la polilla de los granos, *Sitotroga cerealella* Oliv (Cisneros, 1995); estos huevos se pegan en una cartulina, a una densidad de tres mil huevos por pulgada cuadrada, y en esta forma se presentan para ser parasitados. Estos huevos parasitados contienen las avispitas, y para liberarlas en campo, cercanas a la emergencia, se distribuyen las cartulinas en cantidades de 40 a 100 pulgadas cuadradas por hectárea, en horas de la mañana. Las liberaciones pueden ser semanales o quincenales, de acuerdo a la intensidad de la plaga (Uceda y Uceda, 2009). Asimismo, Parra (1998) indica una periodicidad muy corta entre cada liberación (no más de 8 a 10 días). Por su parte, DESCO (2004) menciona liberaciones de 20 pulgadas por hectárea a razón de tres liberaciones por campaña: en enero, febrero y marzo.

Los adultos emergen, se aparean y las hembras se dispersan en el cultivo buscando huevos para iniciar la oviposición. Las hembras de *Trichogramma* se acoplan con los machos inmediatamente después de la emergencia pudiendo aparearse un macho con varias hembras (Rothschild, 1970). En condiciones de campo los adultos viven alrededor de una semana. Se alimenta de néctar, polen y secreciones que brotan de los huevos al momento de ser parasitados. Las hembras de *Trichogramma*, en contacto con el huevo huésped, realizan un examen de éste con las antenas, posteriormente clavan el oviscapto en el huevo, siendo todo el proceso de corta duración (Voegelé et al., 1974).



Figura 4: Hembra de *Trichogramma* spp. parasitando un huevo.

Recuperado de <https://www.buglogical.com/trichogramma/trichogramma-platneri-wasps/>

López (2013) indica que depositan uno o varios huevos en el huevo del huésped. En su ciclo de vida una hembra puede parasitar aproximadamente 50 ó más huevos dependiendo de la especie. La larva completa su ciclo dentro del huevo parasitado en un período de aproximadamente 7 días. Debido a su ciclo de vida tan corto, es posible que *Trichogramma spp.* llegue a tener hasta 20 generaciones al año (Uceda y Uceda, 2009).

La duración del ciclo de vida, longevidad, fecundidad y actividad de los adultos de *Trichogramma* están influidas por varios factores abióticos y bióticos (Cabello, 1985). Entre los factores medioambientales como la humedad, fotoperiodo, etc., el más importante, que afecta directa o indirectamente a la fisiología y el comportamiento de los tricogramátidos, es la temperatura (Pizzol et al., 2010). La duración del desarrollo de *Trichogramma* está en función de la temperatura. Al aumentar el valor de esta, la duración del ciclo de vida se acorta, pero el número de huevos parasitados y de adultos emergidos se incrementan, disminuyendo después de ciertos límites que dependen de la especie (Butler y López, 1980; Pitcher et al., 2002). Existen temperaturas mínimas extremas (menores a los 10-15 °C) donde no se produce la emergencia de los adultos de *Trichogramma* del huevo huésped, debido a la detención del desarrollo. El parasitoide entra en diapausa, en estado de larva o de pupa. Las temperaturas máximas extremas también condicionan el desarrollo de los estados inmaduros de *Trichogramma* (López, 2013). Asimismo, SENASA (2015) señala al respecto que la longevidad en el campo varía con la temperatura, puede ser de 4-5 días en un rango de 25 a 30° C; o hasta 10 días de 15 a 17° C.

Según Amaya (1996), la humedad relativa afecta en forma directa a los estados adultos, por su alta susceptibilidad a la desecación dependiendo de la especie, la humedad óptima estará entre los 80 y 90%. En tanto, los estados inmaduros son afectados solo en el grado en el que se afecta al hospedero. Por su parte, SENASA (2015) indica que la humedad relativa ideal para los adultos fluctúa entre 70 y 75%. Esto les puede incrementar la longevidad de 6 a 8 días, pero si la humedad es inferior al 50% disminuye sustancialmente de 2 a 3 días.

Entre los factores bióticos que afectan a la longevidad, fecundidad y actividad de los adultos de *Trichogramma* destacan distintos aspectos del huevo huésped en el que se criaron sus estados inmaduros, como el tamaño del mismo (Martel et al., 2011) o el contenido nutricional (Smith, 1996; Andrade et al., 2011). Las características de la planta hospedante, tales como la estructura, color, volátiles, el espacio entre plantas o incluso la calidad del

alimento que pueda proporcionar, son factores que pueden influir en el comportamiento de búsqueda y parasitación de las avispas (Romeis et al., 2005).

Marengo (2003), indica que las liberaciones se deberán realizar cuando se trampeen hembras ovíparas, o se hallen posturas en la planta, lo que nos indica que la plaga está en su etapa inicial de ataque. Cuando se encuentran larvas, ya los *Trichogramma spp.* no van a ser útiles por lo que habrá que recurrir a parasitoides de larvas, predadores u otros organismos benéficos.

2.12.3. *Chrysoperla externa* (Hagen)

Según SENASA (2015), la clasificación taxonómica de *Chrysoperla externa* Hagen es la siguiente:

Orden : Neuróptera
Familia : Chrysopidae
Género : *Chrysoperla*
Especie : *C. externa*

Cisneros (1995) citado por Marengo (2003), señala que *Chrysoperla externa* es una especie peruana que destaca por sus características predatoras, amplia distribución, presencia de adultos a través de todo el año, fácil crianza en cautiverio, potencial para adaptarse a varios ambientes de cultivos y su resistencia a numerosos pesticidas.

Las especies de *C. externa* pueden usarse en sistemas de manejo integrado de plagas en dos formas principales: (a) liberaciones periódicas de individuos criados en masa y (b) manipulación del hábitat, esto es, conservando las poblaciones que están presentes naturalmente en el cultivo (Tauber y Tauber, 2000).

Uceda y Uceda (2009) reportaron que las larvas de *C. externa* son muy buenas predatoras de huevos y larvas pequeñas de *P. persimilis*. Reafirmando esto, Loera et al. (2001) menciona que el estado larval es el que realiza el control, siendo las del tercer estadio las que ejecutan la mayor parte del trabajo, alimentándose de insectos de cuerpo blando, tales como áfidos, moscas blancas y trips, entre otros. Por su parte, Velásquez (2004) señaló que

el segundo estadio larval es más activo que el primero, consume más alimento, y, al igual que los anteriores autores mencionados, indica que el tercer estadio presenta alto grado de canibalismo y un apetito aún más voraz. Los adultos de la especie del género *Chrysoperla* no presentan hábitos predatorios, alimentándose de polen, néctar y “honeydew” (Sheldon y MacLeod, 1971; Loera et al., 2001).

SENASA (2015) indica que una hembra puede ovipositar entre 500 a 1000 huevos en un periodo de 30 días. El adulto vive en promedio 45 días y esto va a depender de la disponibilidad de alimento en campo como son flores o plantas nectíferas. Por otro lado, mencionan que los días de desarrollo entre la fase de huevo a adulto es de 25 días en verano y 35 en invierno. Por su parte, Cano (2013) menciona que el ciclo de vida de *C. externa* es de 60 a 80 días. Los huevos son ovipositados sobre las hojas de las plantas, sostenidos por un pedúnculo. Cuando están recién ovipositados son verdes, pero después de unos días se tornan grisáceos. Las larvas de esta especie miden 7 mm en promedio y son conocidas como leones de áfidos por su hábito de comer estos organismos. La pupa tiene forma de esfera blanca que se adhiere a los árboles, hojas y frutos.

Su presencia está condicionada a muchos factores bióticos, como fuente de alimento para adultos, y abióticos, como condiciones climáticas favorables (Souza y Carvalho, 2002). SENASA (2015) indica que las diferentes especies de crisopas se adaptan a diversas condiciones climáticas del Perú, con temperaturas que oscilan entre 12 a 35° C y 60 a 80% HR. Con respecto a este tema, Guarín (2003) coincide, señalando que *C. externa* Hagen es un insecto depredador con alto grado de adaptabilidad al clima y a condiciones adversas, el cual se presenta como una alternativa en programas de control biológico. Por su parte, Gitirana et al. (2001) también señala que las especies de este género han mostrado condiciones de adaptabilidad a diferentes ambientes, lo que les ha permitido una amplia distribución geográfica.

DESCO (2004) menciona una liberación en campo a razón de 2 millares de crisopas por hectárea. Por su parte, Francisco Tito Salas (2019), ingeniero agrónomo encargado del Bosque El Olivar, indica 5 millares por hectárea como cantidad apropiada de liberación (comunicación personal).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El desarrollo del presente estudio se realizó en el Bosque el Olivar, ubicado en el departamento de Lima, provincia de Lima y distrito de San Isidro. Este contempla una extensión aproximada de 10.7 Ha y 1750 ejemplares de olivo. El centro del bosque tiene las siguientes coordenadas geográficas: 12°06'09.30''S y 77°02'06.33''O (Google Earth Pro, 2019). La zona es llana, con ligera pendiente descendente hacia el sur (<2%). El punto de mayor cota está en el extremo norte, calle Antero Aspíllaga (114 m.s.n.m.), y el menor en la parte sur, intersección de las calles República y Constantino Bollar, con 99 m.s.n.m. El área se encuentra en una zona urbana comprendida entre la avenida Paz Soldán por el norte, la calle República por el oeste, la calle Antero Aspíllaga por el este y las calles Carolina Vargas y Gonzales La Torre por el sur.

No se trata de una superficie de bosque continua, sino que está surcada por varias calles vehiculares que lo sectorizan, y a nivel interno, paseos peatonales propios de un parque urbano.

Las evaluaciones se realizaron entre los meses de noviembre del 2017 y mayo del 2018. Asimismo, se tomó registro de las cosechas en los años 2018 y 2019, en los olivos muestra de los distintos tratamientos y testigo.



Figura 5: Vista aérea del Bosque el olivar y calles delimitantes

Fuente: Google Earth Pro 2019

3.2. CARACTERÍSTICAS Y PARÁMETRO DE DISEÑO DEL BOSQUE EL OLIVAR

El Bosque El Olivar originalmente surgió como un huerto de olivos privado que data del siglo XVI. Hoy es el más grande atractivo del distrito de San Isidro constituyendo un recuerdo vivo de la historia limeña. En la década del 30 se apertura como espacio público y el 16 de diciembre de 1959 fue declarado monumento histórico nacional.

El bosque está conformado por un cultivo de olivos, predominantemente de la variedad “Gordal sevillana”, donde un buen porcentaje corresponden a olivos centenarios. Precisamente, no todos los ejemplares son coetáneos, ya que varios han sido reemplazados

a lo largo del tiempo tras la muerte de los originales. Entonces podemos encontrar olivos plantados recientemente, así como algunos con una longevidad de más de 300 años.

El suelo del bosque está cubierto de césped y se pueden encontrar algunas otras pocas especies arbóreas como eucalipto y tulipán africano, así como algunos arreglos de herbáceas ornamentales.

El diseño agronómico del olivar cuenta con un distanciamiento entre hileras y plantas variable, sin embargo, tiene un marco regular de plantación aproximado de 10x10 metros.

El tipo de suelo es franco arcillo arenoso y presenta los siguientes coeficientes hídricos: capacidad de campo y punto de marchites de 32% y 16% respectivamente (Peña, 201).

Las edades de los olivos muestran de los tratamientos 1 y 2 de la presente investigación fluctúan entre los 15 y 20 años, con tamaños entre los 4 y 5 metros de altura. Asimismo, las edades de los olivos correspondientes a los tratamientos 3 y testigo fluctúan entre los 70 y 80 años, con alturas entre 7 y 8 metros. Todas las muestras corresponden a la variedad Gordal sevillana.

3.3. CLIMA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Peña (2010) señala que Lima se caracteriza por sus altos niveles de humedad atmosférica y su escasa precipitación. Se ubica en una zona tropical a 12 grados latitud sur, presenta una temperatura máxima promedio de 29.5 °C en marzo, y temperatura mínima promedio de 14.4 °C en septiembre. La humedad relativa máxima promedio es de 88.7% en agosto y septiembre, y la mínima 66.5%, en febrero. (Fuente: Estación Campo de Marte, datos del periodo 2017-2018).

3.4. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

3.4.1. Evaluación inicial

Para la programación de las dosificaciones de liberación de insectos benéficos y la selección de los olivos pilotos que se evaluaron en el proyecto, la empresa encargada de las áreas verdes del distrito realizó una evaluación inicial de densidad de *Palpita persimilis* en el Bosque El Olivar.

Se tuvo como unidad de evaluación un área máxima de 97, 458 m² en la cual se tomó un total de 110 árboles de olivo o puntos de muestreo. En la elección de los árboles de muestreo se consideró el efecto de borde.

Se efectuó la evaluación en áreas divididas según la sectorización del parque con un diseño sistemático o en zigzag. La sectorización del bosque es la siguiente:

Sector 1:	3 subsectores	(S1-1, S1-2, S1-3)
Sector 2:	3 subsectores	(S2-1, S2-2, S2-3)
Sector 3:	3 subsectores	(S3-1, S3-2, S3-3)
Sector 4:	2 subsectores	(S4-1, S4-2)

En cada subsector se evaluó 10 árboles, empleándose el método de las “chalin de papel” o “papel corrugado”, el cual consiste en colocar en el tallo una envoltura de papel periódico, donde irán las larvas a buscar sitios oscuros y más calientes donde esconderse para empupar.

3.4.2. Tratamientos

A partir de la evaluación inicial se dedujo las concentraciones para los tratamientos a implementar en el experimento. De los once subsectores, se han seleccionado cuatro, donde se realizaron los ensayos. En cada sub sector se seleccionaron 9 olivos piloto, en donde se realizó la liberación de los controladores *Trichogramma pintoi* y *Chrysoperla externa* en cada muestra, de forma combinada. El objetivo del tratamiento combinado es complementar el control de ambos enemigos naturales, ya que el primero es un parasitoide de huevos, mientras que el segundo es un voraz predador de huevos y larvas. Precisamente, Marengo (2003), indica que las liberaciones de *Trichogramma spp.* se deberán realizar cuando se hallen posturas en la planta, lo cual nos indica que la plaga está en su etapa inicial de ataque. Cuando se encuentran larvas ya no van a ser útiles, por lo que habrá que recurrir a parasitoides de larvas, predadores u otros organismos benéficos.

Considerando que en 1 hectárea hay 100 olivos (distanciamiento aproximado de 10 m. x 10 m.), los tratamientos son los siguientes:

Primer tratamiento:

Para el caso de *Trichogramma pintoï*

- Densidad: 150 pulgadas/ hectárea (1 pulgada = 3000 *Trichogramma*)
- Liberación por olivo: 1.5 pulgadas

Para el caso de *Chrysoperla externa*

- Densidad: 7 millares / hectárea
- Liberación por olivo: 70 crisopas

Muestra: 9 olivos (3 repeticiones de 3 olivos cada uno)

Tamaño promedio de olivos: 4.16 metros

Rango de edad aproximada: 15-20 años

Subsector: S3-3

Segundo tratamiento:

Para el caso de *Trichogramma pintoï*

- Densidad: 100 pulgadas/hectárea
- Liberación por olivo: 1 pulgada

Para el caso de *Chrysoperla externa*

- Densidad: 5 millares/hectárea
- Liberación por olivo: 50 Crisopas

Muestra: 9 olivos

Tamaño promedio de olivos: 4.83 metros

Rango de edad aproximada: 15-20

Subsector: S2-2

Tercer tratamiento:

Para el caso de *Trichogramma pintoï*

- Densidad: 50 pulgadas/hectárea
- Liberación por olivo: 0.5 pulgada

Para el caso de *Chrysoperla externa*

- Densidad: 3 millares/hectárea
- Liberación por olivo: 30 crisopas

Muestra: 9 olivos

Tamaño promedio de olivos: 7.3 metros

Rango de edad aproximada: 70-80 años

Subsector: S1-1

Testigo:

Muestra: 9 olivos

Tamaño promedio de olivos: 8 metros

Rango de edad aproximada: 70-80 años

Subsector: S4-2

Con respecto a las cantidades de liberación de *T. pintoii*, Uceda y Uceda (2009) mencionan que se suelen distribuir en cantidades de 40 a 100 pulgadas cuadradas por hectárea, mientras que, en el caso de *C. externa*, Francisco Tito Salas (2019) indica 5 millares por hectárea como cantidad apropiada de liberación (comunicación personal).

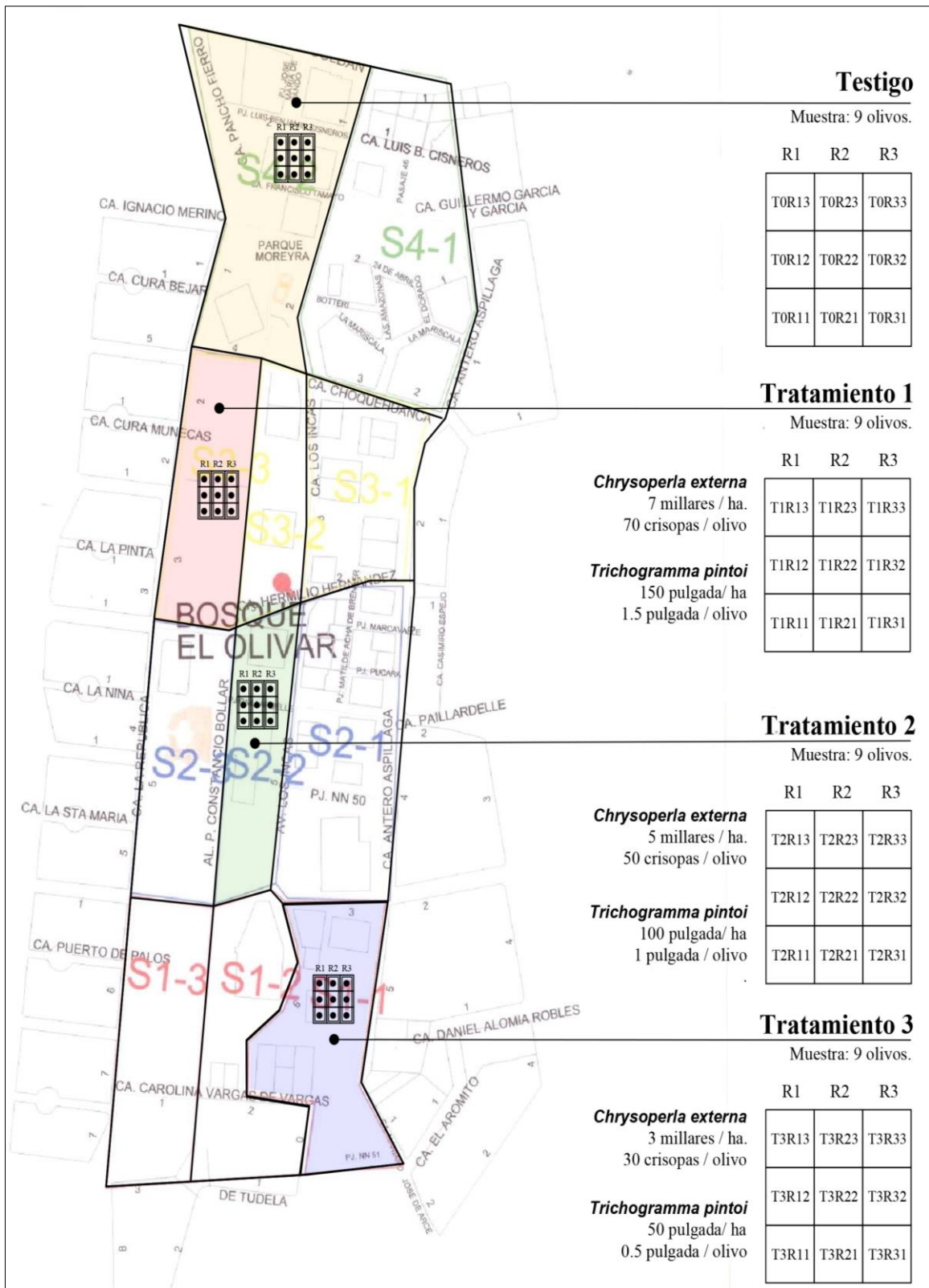


Figura 6: Distribución de las muestras y claves de los tres tratamientos de liberación combinada de *Trichogramma pintoi* y *Chrysoperla externa*, y testigo, en los correspondientes sub sectores del Bosque El Olivar.

3.4.3. Adquisición de insectos benéficos

Los productos biológicos fueron comprados y obtenidos en los laboratorios del SENASA, donde son criados de manera masiva. Complementariamente, se hizo entrega de un folleto con las consideraciones de la conservación y liberación del producto.

En el caso de *Trichogramma pintoi*, el producto fue entregado en forma de huevos parasitados próximas a la emergencia, prevista en un lapso de 1 a 3 días. Estas pupas van en el interior del huevo hospedero (*Sitotroga cerealella*), los cuales están adheridos a cartulinas divididas en pulgadas cuadradas. Dicha cartulina se introduce en una pequeña bolsa de plástico con aireación. Cada pulgada cuadrada contiene 3000 huevos hospederos aproximadamente, los cuales van a originar alrededor de 2550 avispa que equivalen a un mínimo del 85% de viabilidad. Precisamente, Uceda y Uceda (2009) señalan que “estos huevos se pegan en una cartulina, a una densidad de 3000 por pulgada cuadrada. Estos huevos parasitados contienen las avispa, y se liberan en campo cercanas a su emergencia”. Finalmente, el total de cartulinas se introdujeron en una caja de tecnopor y se realizó el envío.

En el caso de *Chrysoperla externa*, el material biológico fue entregado en estado de huevos, en bolsas de papel kraft. Cada una de estas bolsas contiene 1000 huevos a granel. Se debió esperar la maduración de los huevos en un ambiente limpio y sin contaminación (se hace notoria esta maduración cuando los huevos cambian su coloración a gris oscuro o inician su eclosión).

3.4.4. Preparación de los tratamientos

Una vez obtenidos los productos biológicos se inició la preparación de los tratamientos que fueron liberados posteriormente en campo.

En el caso de *Trichogramma pintoi*, se dividió las cartulinas con los huevos hospederos adheridos en las pulgadas correspondientes a los tratamientos (9 divisiones de 0.5 pulgadas, 9 divisiones de 1 pulgada y 9 divisiones de 1.5 pulgadas). Estas fueron colocadas en pequeños vasos descartables, y sellados con papel fino y goma. Este papel se romperá fácilmente de manera manual al momento de la instalación y liberación en campo.

Para la preparación de los tratamientos en el caso de *Chrysoperla externa*, al ser los huevos muy pequeños, se hizo requerimiento de una balanza digital. Cada bolsa de papel kraft contiene 1000 huevos de crisopas, estos se pesaron, y se realizó la correspondiente regla de tres para obtener el pesaje de cada uno de los tres tratamientos (30, 50 y 70 huevos por olivo). Estas divisiones, al igual que en el caso de las micro avispa, serán colocadas en vasos descartables y sellados con papel fino. Por lo tanto, resultaron 9 vasos con 30 huevos, 9 vasos con 50 huevos y 9 vasos con 70 huevos.

Para ambos casos, en los vasos se marcó con plumón indeleble el tratamiento correspondiente, para que a la hora de la liberación sea más fácil la distribución en los olivos pilotos y no se generen confusiones.

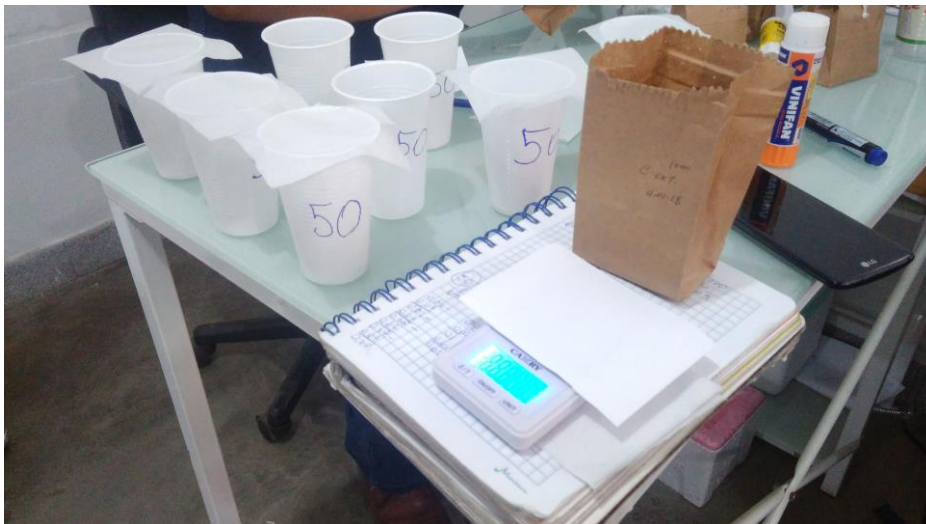


Figura 7: Materiales para preparación de tratamientos

3.4.5. Instalación de las trampas de papel corrugado

Previamente a la liberación, se realizó la instalación de trampas de papel corrugado. Este, como lo señalan Uceda y Uceda (2009), es un método de control mecánico que se emplea para atrapar larvas y las pupas formadas de *Palpita persimilis*. El papel se coloca alrededor del tronco, uniendo los extremos con grampas. Se colocan en el fuste, aproximadamente a 1.5 metros de la base, pues como indican Molina et al. (2017), las larvas tienen preferencia de empupar en las grietas y rajaduras de la corteza.

Se colocaron en la segunda repetición (3 olivos de la línea central) correspondientes a los tres tratamientos combinados que se encuentran en los subsectores S1-1, S2-2 y S3-3. De igual manera, se colocó papel corrugado en los 3 olivos de la línea central correspondientes a las muestras testigo, ubicadas en el subsector S4-2.

El papel corrugado sirvió para evaluar a la plaga (*P. persimilis*) de manera periódica según el cronograma. El papel fue reemplazado por uno nuevo en cada fecha de evaluación.



Figura 8: Instalación de papel corrugado en olivos del Bosque El Olivar

3.4.6. Método de liberación

La metodología de liberación de los controladores biológicos es de tipo inundativa. Se caracteriza por lograr cierto control de la plaga mediante los insectos benéficos, los cuales se liberan en grandes cantidades, en forma periódica y continua durante la etapa de mayor susceptibilidad del cultivo; la mortalidad de la plaga es más o menos inmediata y no existe una interacción prolongada de las poblaciones. Es aplicable por lo general en las plagas que presentan una fluctuación poblacional drástica, o aquellas que en determinada época del año llegan a causar fuertes daños, como es el caso del olivo.

Precisamente, esto coincide con lo indicado por Mielgo et al. (2011), quienes concluyen que una forma de hacer el control biológico es a través de la liberación inundativa, la cual consiste en liberaciones periódicas con entomófagos o entomopatógeno para control de la población del fitófago en corto plazo.

El cronograma de liberaciones fue determinado luego de la evaluación preliminar, y se realizó considerando que la plaga inicia su actividad con la elevación de la temperatura, teniendo máxima actividad en los meses de diciembre a febrero (ver cuadro 1). Esto concuerda con lo mencionado por Beingolea (1993), quien señala que *P. persimilis* intensifica su actividad durante la primavera y el verano, coincidiendo con las fases de brotamiento y fructificación del olivo, la cual aparece junto con la elevación de temperaturas. Igualmente, Lavee (2007) y Escobar (1981) indican que normalmente las yemas vegetativas son inducidas a iniciar su crecimiento a inicios de primavera, debido a la elevación de las temperaturas diurnas y el alargamiento del día. Efectivamente, cuando se realizaron las liberaciones, existía presencia significativa de huevos y larvas. Además, fue importante observar la fenología de los olivos, ya que esta también es un indicador para intervenir en el momento oportuno contra *P. persimilis*, tal como lo señalan Molina et al. (2017) y Cantero (1997), indicando que se considera del mayor interés los estados tipo fenológicos, porque pueden servir para dar orientaciones bastante precisas respecto a la oportunidad de los tratamientos, y que deben realizarse cuando se considere que el agente dañino tiene mayor vulnerabilidad.

La frecuencia de liberación se basó en recomendaciones del proveedor de los controladores naturales (SENASA) y en fuentes bibliográficas, como la de Parra (1998), quien señala una periodicidad muy corta entre cada liberación (no más de 8 a 10 días).

Se tuvo sumo cuidado a la hora de transportar el material biológico, evitando cambios bruscos de temperatura y sol directo. *Trichogramma* se liberó en estado adulto o cerca a la emergencia, y las crisopas en estado de huevo cerca a la eclosión. Los vasos descartables, previamente preparados con el material biológico y marcado con sus tratamientos correspondientes, fueron colocados en los olivos pilotos. La implementación de los tratamientos se realizó durante la mañana, cuando la velocidad del viento es baja.

Al ser un tratamiento combinado, se colocaron 2 vasos descartables (uno con *trichogrammas* y otra con las unidades de *crisopa*) en los 9 olivos correspondientes a cada tratamiento. Al implementarse los tratamientos en 27 olivos (9 por cada tratamiento), se utilizó 54 vasos descartables en total. Se colocaron cuidadosamente, ayudados en algunos casos por grampas (para fijarlos a las ramas), en extremos opuestos del árbol, evitando la exposición directa del sol. Posteriormente, se abrió el papel fino que llevan los vasos en el orificio principal dando inicio a la liberación.

Se realizaron 12 liberaciones entre los meses de noviembre del 2017 y mayo del 2018, según el cronograma propuesto.



Figura 9: Liberación de controladores biológicos

3.4.7. Toma de datos

Los olivos que se evaluaron fueron los correspondientes a la segunda repetición (3 olivos de la línea central) de los tratamientos y testigo. Los datos fueron recogidos en una cartilla de evaluación con un formato establecido, indicando la fecha de evaluación, ubicación de los olivos evaluados (subsector), código, total de muestras evaluadas y estado fenológico de los olivos.

Según el cronograma, se realizaron 12 evaluaciones del número de larvas y pupas de *P. persimilis* encontradas en las trampas instaladas de papel corrugado. Estas se realizaron una semana después de cada liberación de controladores biológicos (ver cuadro 1). Finalmente, se realizó la tabulación de los datos para determinar las discusiones y conclusiones respectivas.

La estrategia de evaluación de una semana posterior a la liberación, fue debido a que era complicado evaluar huevos de *P. persimilis* parasitados debido a la altura de los árboles, entonces se vio por conveniente evaluar poblaciones potenciales de adultos próximas a emerger en la semana siguiente a la evaluación, mediante las chalinas alrededor del tronco del árbol, en la cual podíamos observar larvas, prepupas y pupas de “palpita”.

A continuación, se muestra un cuadro con las fechas de las liberaciones de los controladores biológicos y las evaluaciones de densidad:

Tabla 1: Cronograma de liberaciones de controladores biológicos (*C. externa* y *T. Pintoi*) y evaluaciones de densidad de *P. persimilis* (larvas y pupas)

Actividad	Fecha
Primera liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	20/11/2017
Primera evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	27/11/2017
Segunda liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	9/12/2017
Segunda evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	16/12/2017
Tercera liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	21/12/2017
Tercera evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	28/12/2017
Cuarta liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	13/01/2018
Cuarta evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	20/01/2018
Quinta liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	26/01/2018
Quinta evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	2/02/2018
Sexta liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	9/02/2018
Sexta evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	16/02/2018
Séptima liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	23/02/2018
Séptima evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	2/03/2018
Octava liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	12/03/2018
Octava evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	19/03/2018
Novena liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	21/03/2018
Novena evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	28/03/2018
Décima liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	6/04/2018
Décima evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	13/04/2018
Undécima liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	17/04/2018
Undécima evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	24/04/2018
Decima segunda liberación de tratamientos de <i>T. Pinto</i> y <i>C. externa</i>	5/05/2018
Decima segunda evaluación de densidad de <i>P. persimilis</i>	12/05/2018

Para el análisis de la información y la data, se utilizó una estadística no paramétrica, mediante pruebas de medias: kruskall wallis, previo al análisis de la distribución de la data mediante su curva de normalidad.

3.4.8. Cosecha

Se realizó la toma de datos del peso de cosechas de los años 2018 y 2019 de todos los olivos estudiados bajo los tres tratamientos y muestras testigo. Esta se hizo en coordinación y con apoyo de la municipalidad del distrito, en la temporada de finales de verano e inicios de otoño, que es cuando los frutos ya se encuentran en estado de maduración. Este cronograma de cosecha se realiza en base a la experiencia de dicha actividad en años anteriores en el Bosque El Olivar, además de fundamentarse en enunciados como los de Beingolea (1993),

quien afirma que durante el verano y otoño tiene lugar al desarrollo pleno y maduración de los frutos. Asimismo, Lavee et al. (1996), mencionan que el fruto del olivo se forma durante el verano y madura durante el otoño.

La cosecha se realizó entre los días 24 y 26 de abril (en ambos años). Dicha recolección coincide con la planteada por DESCO (2008), quienes señalan que la cosecha para aceituna "verde" o sin madurar, comprende los meses de marzo y abril.

El objetivo de obtener datos de la producción del año 2019, fue evaluar la influencia de los tratamientos en esta y compararlos. Al controlar a la “*palpita*” en el año 2017 - 2018, se estaban protegiendo aquellos brotes que se diferenciarían al año próximo, dando como resultado, finalmente, el cuajado de los frutos en la cosecha del 2019. Esto concuerda con lo expresado por Castillo-Llanque y Rapoport (2011), quienes señalan que la mayor proporción de floración en el olivo se da en brotes del año anterior. Estos brotes poseen yemas axilares de donde emergerán las inflorescencias que darán paso a los frutos. Con respecto a este tema, Uceda y Uceda (2009) mencionan que *P. persimilis* destruye los brotes en crecimiento, que justamente forman las ramas nuevas donde se van a originar las yemas de floración y la producción de los frutos del año siguiente. De la misma manera, Beingolea (1993) indica que los brotes no producen cosecha en el primer año, sino en el segundo, y en el tercero las hojas caen y el leño se hace definitivamente improductivo.

La “*palpita*” puede, en algunos casos, alimentarse de la pulpa de la fruta, pudiendo generar bajas en la producción del mismo año. Este fue uno de los motivos por el cual se tomó registro de la producción de la cosecha del 2018. Más de un investigador coincide con esto, entre ellos Barranco et al. (2008) y Polese (2009), quienes indican que, en primavera y verano, si no hay brotes tiernos, las larvas pueden acudir al fruto para alimentarse de su pulpa, dañándolo y provocándole grandes destrozos. De igual manera, DESCO (2004) indica que *P. persimilis* ataca ocasionalmente también botones y flores. Por otro lado, otro motivo de obtener los resultados de la cosecha del 2018 fue contrastarlos con los del 2019.

En el Bosque El Olivar la cosecha es realizada por personal especializado y no tiene un fin comercial. La producción es procesada y envasada en el mismo distrito, la cual normalmente es cedida a los vecinos de la comunidad. Se busca producir aceite de oliva verde, por lo que la cosecha es algo temprana. Sin embargo, para esta investigación no se realizó una selección

exhaustiva, ni se consideró el grado de maduración del fruto, ya que, en este caso, nos interesa el peso de cosecha y no la calidad del aceite que estas producirán. Asimismo, cabe mencionar, que por ser el Bosque El Olivar un parque en un entorno urbano, la gestión de áreas verdes busca mantener un manejo direccionado a la conservación de la ornamenta de los olivos, más que a la producción de estos. Esto quiere decir que es complicado obtener resultados parecidos a los de un campo de producción tradicional, en el que los olivos tienen características más homogéneas, el suministro de agua es más controlado y las condiciones climáticas son más adecuadas. Sin embargo, si se cuenta con un plan de manejo integrado de plagas y de fertilización (química y orgánica).

Las aceitunas fueron recolectadas a mano. La cosecha se realizó haciendo uso de escaleras y de sacos amarrados a la cintura de los operarios (“capachas”), en los cuales se iba depositando la producción. Luego, esta era pesada con una balanza electrónica en el momento, apuntándose la información registrada en un formato.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detallan los resultados y discusiones correspondientes a la densidad de *Palpita persimilis* a lo largo de las doce evaluaciones en los olivos pilotos de los 3 distintos tratamientos y el testigo. Para una mejor comprensión del capítulo, se describirán primero los resultados, y luego se procederá con las discusiones de los mismos.

Posteriormente se discutirán los resultados del peso de las cosechas en los años 2018 y 2019, de los olivos estudiados bajo los tres tratamientos y muestras testigo:

4.1. DENSIDAD PROMEDIO DE INDIVIDUOS (LARVAS Y PUPAS) DE *P. persimilis* CON EL TRATAMIENTO 1

En las primeras evaluaciones la densidad de *P. persimilis* es moderada, con una tendencia al incremento. El 28/12/2017 se registró 7 individuos a una temperatura promedio de 20.6 °C y humedad relativa 79.6%. A inicios de enero la densidad promedio aumentó notoriamente, alcanzando su pico más alto en la cuarta evaluación del 20/01/2018 con 78 individuos. Coincidentemente, la temperatura y humedad se incrementaron también a 22.7 °C y 81.2%, respectivamente.

Entre los meses de febrero y marzo la densidad disminuye, manteniéndose constante de la sexta (16/02/2018) a la octava (19/03/2018) evaluación, con una población de 36 individuos. En la undécima evaluación (24/04/2018) se observa un incremento en la densidad a 46 individuos.

La población más baja se registra en la última evaluación del 12/05/2018 con 1 individuo, a una temperatura promedio de 18.9 °C y humedad relativa 84.7%. Se puede observar que en la primera evaluación del 27/11/2017 también se registró una población baja de 3 individuos, y al igual que en la última, donde se obtuvo la más baja densidad, la temperatura promedio fue también de 18.9°C.

Tabla 2: Densidad promedio de *P. persimilis* (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones con el tratamiento 1

Estación	Fecha	<i>Palpita persimilis</i> (larvas y pupas) con T1	Etapa fenológica	T° promedio (° C)	HR (%)	
Primavera	27/11/2017	3	Fructificación	18.9	75.7	
	16/12/2017	5		Crecimiento vegetativo	20.6	79.6
	28/12/2017	7			20.6	79.6
Verano	20/01/2018	78	Crecimiento de fruto	22.7	81.2	
	2/02/2018	41		23.2	81.8	
	16/02/2018	36		23.2	81.8	
	2/03/2018	36		21.8	81.5	
	19/03/2018	36		21.8	81.5	
Otoño	28/03/2018	34	Crecimiento vegetativo	21.8	81.5	
	13/04/2018	17		22.3	81.2	
	24/04/2018	46	Maduración	22.3	81.2	
	12/05/2018	1		Reposo	18.9	84.7

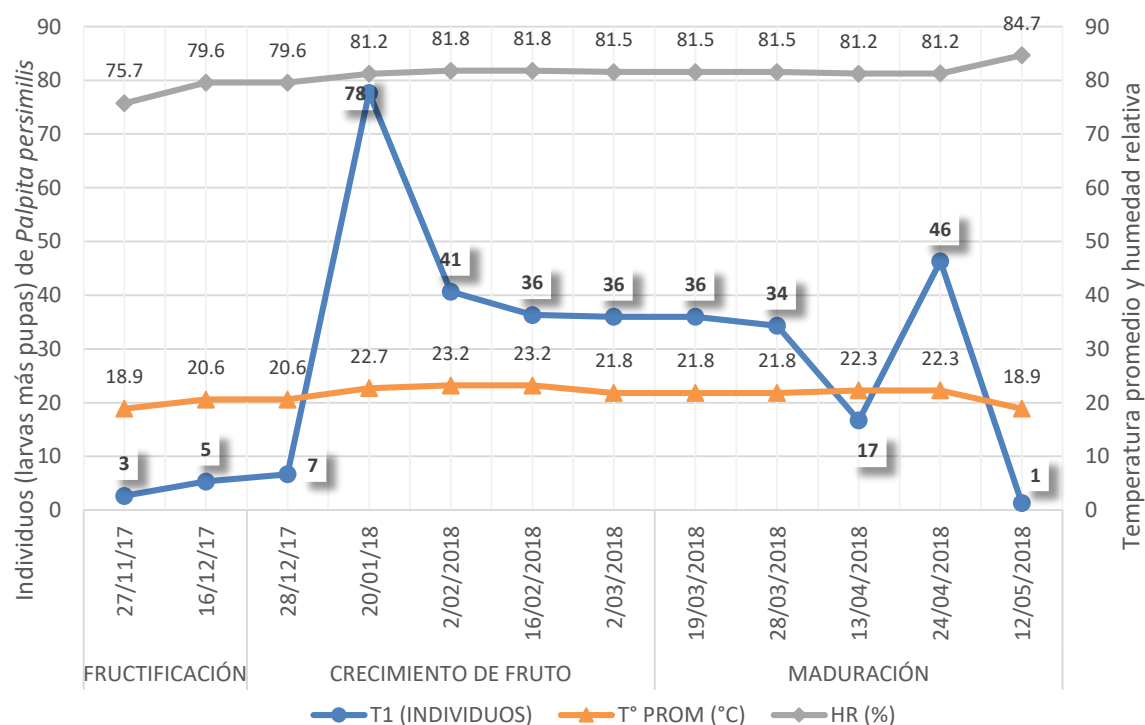


Figura 10: Densidad promedio de *P. persimilis* (larvas y pupas) con el tratamiento 1 y su interacción con la temperatura y humedad

4.2. DENSIDAD PROMEDIO DE INDIVIDUOS (LARVAS Y PUPAS) DE *P. persimilis* CON EL TRATAMIENTO 2

En la figura 11 se registra una densidad promedio con tendencia parecida a la de la figura 10 entre los meses de noviembre y enero. La población registrada es baja en las primeras evaluaciones, aumentando notoriamente a partir de la tercera evaluación, alcanzando la población más alta en la cuarta evaluación del 20/01/2018 con 71 individuos, temperatura promedio de 22.7 °C y humedad relativa de 81.2%. En la quinta evaluación (02/02/2018) la densidad de individuos vuelve a disminuir.

En el mes de febrero (del 02/02/2018 al 02/03/2018) se observa un incremento en la densidad de individuos de 31 a 65. Luego la población se mantiene casi constante hasta la décima evaluación (13/04/2018), pero con altos valores de densidad.

Posteriormente, hay una disminución clara, hasta llegar a la población más baja, registrada en la décimo segunda evaluación del 12/05/2018, con 2 individuos, a una temperatura promedio de 18.9 °C (temperatura más baja registrada) y humedad relativa 84.7%.

Tabla 3: Densidad promedio de *P. persimilis* (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones con el tratamiento 2

Estación	Fecha	<i>Palpita persimilis</i> (larvas y pupas) con T2	Etapa fenológica		T° promedio (° C)	HR (%)
Primavera	27/11/2017	8	Fructificación	Crecimiento vegetativo	18.9	75.7
	16/12/2017	9			20.6	79.6
	28/12/2017	7			20.6	79.6
	20/01/2018	71			22.7	81.2
Verano	2/02/2018	31	Crecimiento de fruto		23.2	81.8
	16/02/2018	41			23.2	81.8
	2/03/2018	65			21.8	81.5
	19/03/2018	59			21.8	81.5
	28/03/2018	52			21.8	81.5
Otoño	13/04/2018	57	Maduración	Crecimiento vegetativo	22.3	81.2
	24/04/2018	34			22.3	81.2
	12/05/2018	2			18.9	84.7

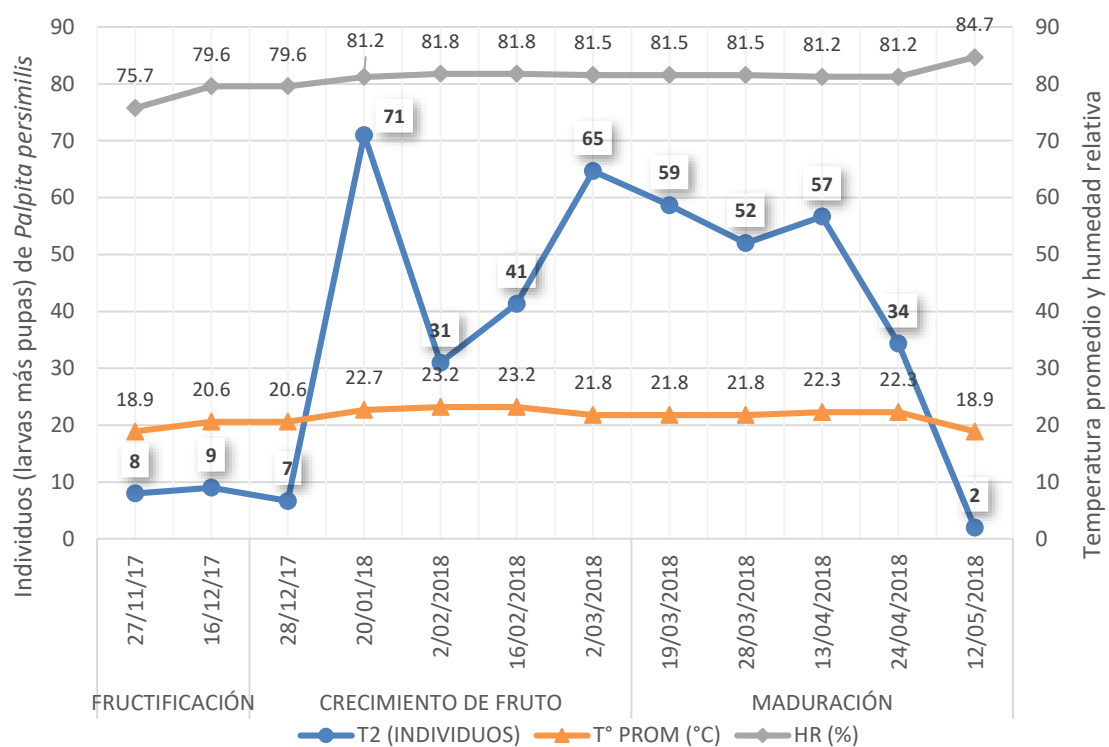


Figura 11: Densidad promedio de *P. persimilis* (larvas y pupas) con el tratamiento 2 y su interacción con la temperatura y humedad

4.3. DENSIDAD TOTAL DE INDIVIDUOS (LARVAS Y PUPAS) DE *P. persimilis* CON EL TRATAMIENTO 3

En la figura 12 se observa que en las tres primeras evaluaciones (del 27/11/2017 al 28/12/2018) la densidad promedio es muy baja y casi constante. Se obtuvo la población más baja en la segunda evaluación (16/12/2017) con 2 individuos, a una temperatura promedio de 20.6 °C y humedad relativa 79.6%.

Durante el mes de enero la población tiende a subir hasta la quinta evaluación (02/02/2018), donde se registraron 19 individuos. Sin embargo, la densidad alcanzada no es muy alta, tomando en consideración que ocurre en un periodo donde se alcanzan los picos más altos de temperatura. En la sexta evaluación hay una disminución en la densidad, para posteriormente registrarse un notorio incremento en la séptima evaluación (02/03/2018) con 34 individuos, manteniéndose casi constante hasta la novena (28/03/2018), donde se alcanza el pico más alto con 35 individuos a una temperatura promedio de 21°C y humedad relativa 81.5%.

A partir de la temporada de otoño se registraron valores menores, con bajadas y subidas notables, registrándose 5 individuos el 13/04/2019, para luego subir a 31 el 24/04/2018, y descender a 17 en la última evaluación (12/05/2018).

Tabla 4: Densidad promedio de *P. persimilis* (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones con el tratamiento 3

Estación	Fecha	<i>Palpita persimilis</i> (larvas y pupas) con T3	Etapa fenológica	T° promedio (° C)	HR (%)	
Primavera	27/11/2017	3	Fructificación	18.9	75.7	
	16/12/2017	2		Crecimiento vegetativo	20.6	79.6
	28/12/2017	3			20.6	79.6
Verano	20/01/2018	16	Crecimiento de fruto	22.7	81.2	
	2/02/2018	19		23.2	81.8	
	16/02/2018	10		23.2	81.8	
	2/03/2018	34		21.8	81.5	
	19/03/2018	35		21.8	81.5	
Otoño	28/03/2018	35	Crecimiento vegetativo	21.8	81.5	
	13/04/2018	5		Maduración	22.3	81.2
	24/04/2018	31			22.3	81.2
	12/05/2018	17	Reposo	18.9	84.7	

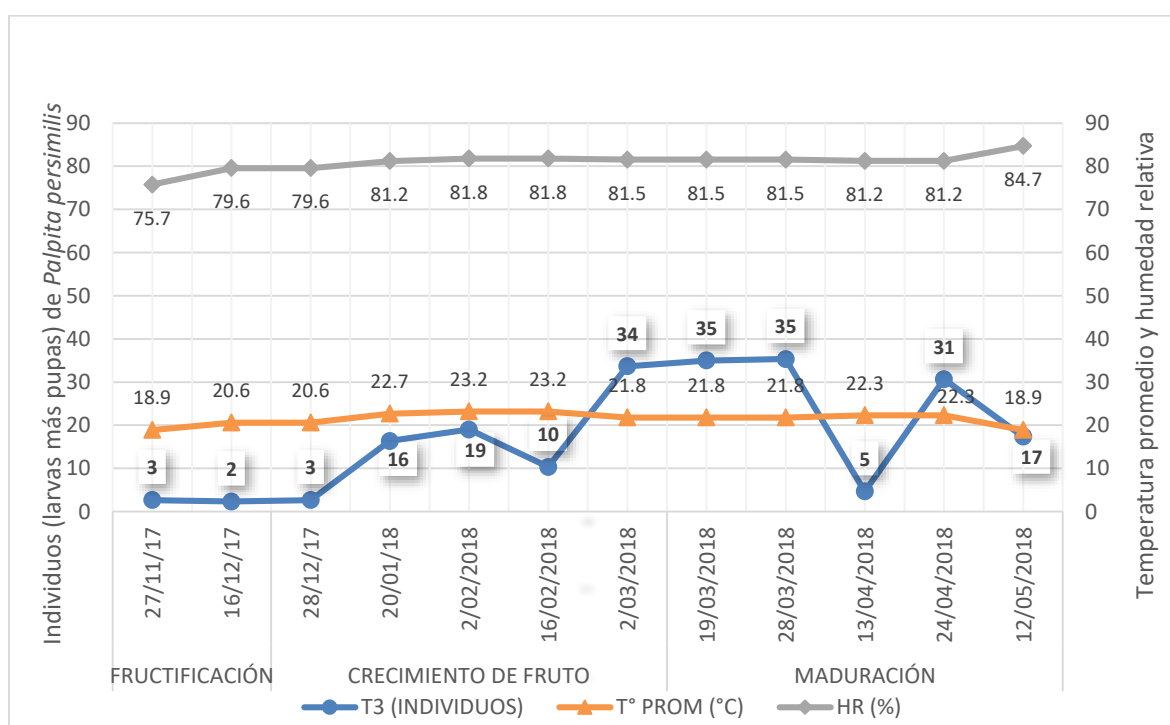


Figura 12: Densidad promedio de *P. persimilis* (larvas y pupas) con el tratamiento 3 y su interacción con la temperatura y humedad

4.4. DENSIDAD PROMEDIO DE INDIVIDUOS (LARVAS Y PUPAS) DE *P. persimilis* EN LAS MUESTRAS TESTIGO

En la figura 13 se observa que en las evaluaciones sucesivas del 27/11/2017, 16/12/2017 y 28/12/2017 la densidad promedio es baja y casi constante. Sin embargo, es en la segunda evaluación que se registra la más baja con 6 individuos, a una temperatura promedio de 20.6 °C y humedad relativa 79.6%. Posteriormente, en la cuarta evaluación (20/01/2018) hay un aumento abrupto de la densidad, alcanzando el pico más alto con 89 individuos, a una temperatura promedio de 22.7 °C y humedad relativa 81.2%.

Entre los meses de febrero y abril se observan fluctuaciones irregulares en la densidad registrada. El 16/02/2018 se observa una caída en la población con 32 individuos, para luego aumentar a 52 en la séptima evaluación del 02/03/2018. Durante el mes de marzo la tendencia es a disminuir, registrándose 19 individuos el 28/03/2018, generándose posteriormente un pico importante en la décima evaluación (13/04/2018) con 70 individuos. En las últimas dos evaluaciones la tendencia es a decrecer nuevamente.

Tabla 5: Densidad promedio de *P. persimilis* (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones en las muestras testigo

Estación	Fecha	<i>Palpita persimilis</i> (larvas y pupas) en testigo	Etapa fenológica		T° promedio (° C)	HR (%)
Primavera	27/11/2017	8	Fructificación	Crecimiento vegetativo	18.9	75.7
	16/12/2017	6			20.6	79.6
	28/12/2017	8			20.6	79.6
	20/01/2018	89			22.7	81.2
Verano	2/02/2018	67	Crecimiento de fruto	Crecimiento vegetativo	23.2	81.8
	16/02/2018	32			23.2	81.8
	2/03/2018	52			21.8	81.5
	19/03/2018	36			21.8	81.5
	28/03/2018	19			21.8	81.5
Otoño	13/04/2018	70	Maduración	Crecimiento vegetativo	22.3	81.2
	24/04/2018	19			22.3	81.2
	12/05/2018	12			18.9	84.7

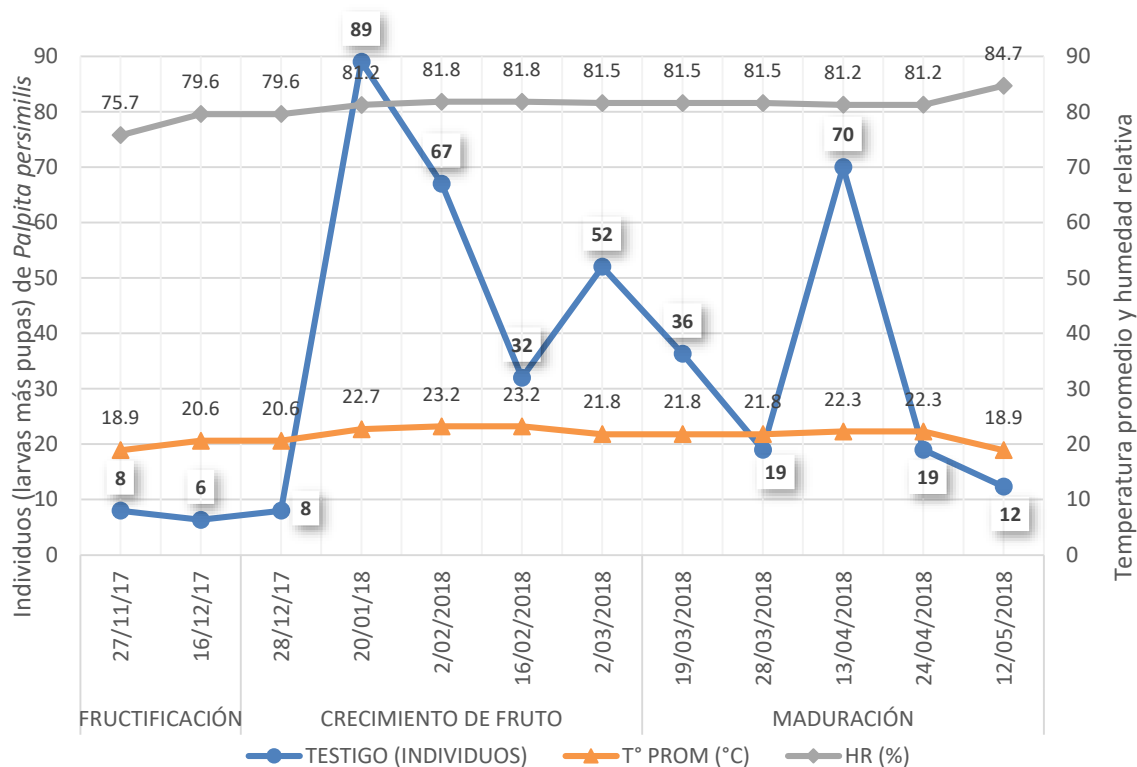


Figura 13: Densidad promedio de *P. persimilis* (larvas y pupas) en las muestras testigo y su interacción con la temperatura y humedad

4.5. DENSIDAD PROMEDIO DE INDIVIDUOS (LARVAS Y PUPAS) DE *P. persimilis* CON TODOS LOS TRATAMIENTOS Y EN LAS MUESTRAS TESTIGO

En figura 14 se presentan las densidades promedio de los 3 tratamientos y el testigo de manera simultánea. En las evaluaciones realizadas entre el 27/11/2017 y el 28/12/2017, donde la temperatura promedio fluctúa entre los 18.9°C y 20.6°C y la humedad relativa entre 75.7% y 79.6%, la población es moderada en todos los tratamientos. Pero es el 2 el que destaca por alcanzar la mayor densidad durante ese periodo con 9 individuos, acercándosele el testigo con 8, y, por el contrario, el tratamiento 3 registro la menor, con 2 individuos. A pesar de ser un periodo donde el crecimiento vegetativo es rápido, es notorio el efecto de las bajas temperaturas en la densidad de *P. persimilis*. Con respecto a los controladores biológicos, SENASA (2015) indica que la humedad relativa ideal para los adultos de *Trichogramma pintoi* fluctúa entre 70 y 75%, y para *Chrysoperla externa* entre 60-80%, por

lo que se podría inducir buenas condiciones para sus desempeños, tomando en cuenta que los valores de este parámetro son cercanos durante estas evaluaciones.

En la evaluación del 20/01/2018, con temperatura promedio de 22.7°C y humedad relativa 81.2%, se observa un aumento notorio de la población en el testigo y en los tratamientos 1 y 2, destacando el primero, con 89 individuos. Cabe mencionar que todos los tratamientos alcanzan su mayor pico poblacional en esta fecha, excepto el 3, que aumenta a 16 individuos, pero que todavía alcanzará su cumbre posteriormente.

Los resultados muestran un grado de control de la plaga por parte de los insectos benéficos, al registrar densidades menores a la del testigo. Sin embargo, el control por parte del tercero es mejor, diferenciándose notoriamente. Dentro de este marco, cabe mencionar que el tamaño de olivo es menor en las muestras de los tratamientos 1 y 2 (4.16 y 4.83 metros en promedio, respectivamente), en comparación con los del tratamiento 3 y el testigo (7.3 y 8 metros en promedio, respectivamente). Asimismo, las edades de los olivos correspondientes a los tratamientos 1 y 2 fluctúan entre 15 y 20 años, mientras que las de los tratamientos 3 y testigo fluctúan entre los 70 y 80 años. Esta diferencia de tamaños y longevidad, podría estar influyendo en la densidad de los diferentes tratamientos.

Esto concuerda con lo expresado por Beingolea (1993), señalando que se atribuye gran importancia a la edad de los olivos, dejando de ser la *P. persimilis*, por regla general, un problema en árboles maduros. Los parásitos y predadores, por la acción modificadora del ambiente ejercida, la mayor vegetación y altura, y una fisiología modificada, ejercen una mortalidad suficientemente elevada como para resultar en un control natural efectivo. En cambio, en plantaciones más jóvenes, se requiere completar esta mortalidad mediante algún tratamiento selectivo, requiriendo tratar los brotes cada verano, 1 ó 2 veces.

De igual manera, el aumento de la temperatura es un factor claro del incremento poblacional en todos los tratamientos. Este hecho es concordante con lo mencionado por Molina et al. (2017), quién afirma que *P. persimilis* inicia su actividad estacional con la elevación de la temperatura en primavera, con máxima actividad en los meses de diciembre a febrero. Adicionalmente, a inicios de primavera el crecimiento vegetativo es lento y se incrementa a fines de esta e inicios de verano, lo cual podría explicar el aumento de la densidad. Si bien la fenología del olivo corresponde al crecimiento de fruto, aún permanecen brotes tiernos de primavera que son susceptibles al ataque de la plaga, a pesar que la temperatura no es la más

alta, aunque cercana (a una diferencia de 0.5°C), esto podría explicar la densidad más alta en comparación con el día de mayor temperatura. En relación a esto, Uceda y Uceda (2009) también mencionan que la temperatura y la humedad son factores de máxima importancia, condicionando la evolución de las poblaciones de la “palpita”. Adicionalmente, han observado, que veranos muy húmedos son favorables para el incremento de la plaga. Precisamente, en esta fecha se observó un aumento en la humedad relativa, lo cual podría también ser un motivo adicional a la alta densidad.

El 02/02/2018 con temperatura promedio 23.2°C (la más alta registrada) y humedad relativa 81.8%, se registra una disminución clara en la densidad promedio de los tratamientos 1,2 y el testigo, de 78 a 41, 71 a 31 y 89 a 67 individuos, respectivamente. Sin embargo, el comportamiento es diferente en el tratamiento 3, manteniéndose casi constante, pero aumentando su población de 16 a 19. La disminución, a pesar de la alta temperatura, se podría explicar por el lento crecimiento vegetativo en este periodo y un buen control por parte de los controladores biológicos, que al igual que en la evaluación anterior, aunque de una manera más notoria, mantiene la densidad de los tratamientos por debajo de la del testigo. Destaca el control generado por el tratamiento 3, que a pesar de haber aumentado ligeramente, mantiene bajas densidades. Por el contrario, el testigo registró, al igual que en la evaluación anterior, la mayor población.

Al tener influencia el tamaño y edad de los olivos, se podría generar comparaciones de control más verídicas entre los tratamientos 1 y 2, cuales muestras cuentan con una estatura promedio de 4.16 metros y 4.83 metros, respectivamente, y una longevidad de 15 a 20 años en ambos casos. En este sentido, los resultados de ambos tratamientos han sido de momento bastante parejos, sin generar una diferencia clara de densidad.

En la evaluación del 16/02/2018 la temperatura y humedad relativa se mantiene constante y solo el tratamiento 2 aumenta la densidad promedio, aunque no abruptamente, de 31 a 41 individuos, a diferencia del testigo y los tratamientos 1 y 3, que disminuyen su población con respecto a la evaluación anterior, a 32, 36 y 10, respectivamente. El control biológico y el lento crecimiento vegetativo parecen imponerse sobre el efecto de la alta temperatura registrada en esta evaluación (la más alta con $23,2^{\circ}\text{C}$), ya que la densidad de la plaga se reduce en la mayoría de los tratamientos y el que aumenta no lo hace abruptamente. Todos mantienen poblaciones relativamente homogéneas, exceptuando el 3, que mantiene una menor densidad. Dicho tratamiento, como se mencionó anteriormente, cuenta con olivos

muestra con una mayor altura promedio (7.3 metros), lo cual podría estar influyendo en unos mejores resultados. A pesar de esta observación, mantiene un buen control en comparación con las muestras testigo, las cuales también tienen un tamaño promedio similar (8 metros). El 02/03/2018 con temperatura promedio de 21.8 °C y humedad relativa de 81.5%, el testigo, y los tratamientos 2 y 3 aumentaron su población promedio a 52, 65 y 34 individuos respectivamente, mientras que el 1 se mantuvo constante con 36 individuos. Destaca la alta densidad del tratamiento 2 y el testigo. Para esta evaluación la temperatura disminuyó un poco, sin embargo, aun proliferaba el calor de verano y coincide con el crecimiento vegetativo previo a la etapa de maduración, lo cual podría explicar el aumento poblacional de los tratamientos en esta evaluación.

Monselise y Goldschmidt (1982) y Rallo y Suarez (1989); además de Troncoso et al. (2012), indican que la duración y velocidad del crecimiento vegetativo va a depender mucho del estado de carga frutal, es así que en años de alta producción los recursos son principalmente para floración y fructificación, perjudicando el desarrollo de brotes. Considerando estas afirmaciones, podríamos intuir que el crecimiento vegetativo correspondiente a esta temporada sería prominente, ya que a través de los resultados de cosecha se logró deducir que el 2018 fue un año de baja producción, y según lo mencionado, los recursos estarían más destinados para los brotes que otros años.

Desde esta fecha, hasta la evaluación del 19/03/2018, los tratamientos 1 y 3 se mantuvieron prácticamente constantes. El tercer tratamiento alcanzó en esta fecha su pico más alto en todo el periodo de evaluaciones, al aumentar su población promedio ligeramente a 35 individuos. Es notorio el buen resultado registrado por estos dos tratamientos, manteniendo casi constante la densidad a pesar de la alta temperatura y el rápido crecimiento vegetativo de ese periodo. El tratamiento 2 redujo su población de 65 a 59, mostrando cierto control sobre la plaga, pero evidenciando una densidad mayor a la del testigo.

Comparando los tratamientos 1 y 2 (los cuales presentan alturas promedio similares), se observa que el primero empezó a presentar menor densidad, después de haber mantenido resultados bastante parejos en las anteriores evaluaciones. Adicionalmente, se observa que este tratamiento presenta un resultado igual a la del testigo en esta evaluación, evidenciando un mejor control, tomando en cuenta además que, por el tamaño promedio y edades de los olivos, podría suponerse más susceptible a este.

En la evaluación del 28/03/2018, el testigo mostró un comportamiento inesperado, reduciendo su densidad promedio de 52 a 19, pudiendo tener algún factor externo que influya en este resultado. Todos los tratamientos obtuvieron resultados más altos que las del testigo, manteniendo prácticamente los mismos valores que en la evaluación anterior. El tratamiento 1 siguió presentando menores densidades que el segundo, empezando a evidenciar un mejor control. En ese periodo de tiempo la temperatura promedio y la humedad relativa se mantuvieron constantes, con 21.8°C y 81.5%, respectivamente.

En la evaluación del 13/04/2018 se observa una elevación de la temperatura promedio a 22.3°C. Este aumento, combinado con el rápido crecimiento vegetativo característico de este periodo, parece haber influido en el aumento abrupto de la densidad promedio del testigo en comparación con la anterior evaluación, de 19 a 70 individuos. A pesar de estas condiciones, todos los tratamientos registraron resultados por debajo del testigo lo que evidencia el efecto de los controladores biológicos sobre *P. persimilis*. Destacan los tratamientos 1 y 3, con 17 y 5 individuos respectivamente. Caso contrario es el del tratamiento 2, que aumentó ligeramente su población a 57, acrecentando su diferencia con el tratamiento 1.

En la penúltima evaluación del 24/04/2018 las condiciones ambientales permanecieron constantes, manteniéndose el ligero brote de calor, previo al descenso de temperatura habitual de finales de otoño e inicios de invierno. De la misma manera, va también decayendo el crecimiento vegetativo para entrar pronto al periodo de reposo del olivo. Este acercamiento a una temporada más fría podría ser el motivo de la baja densidad promedio del testigo, que registró 19 individuos. Parecido comportamiento tuvo el tratamiento 2, reduciendo su población. El 1 y 3 aumentaron sus densidades en comparación con la evaluación anterior, probablemente por la existencia aún de brotes vegetativos en los olivos. El efecto de los controladores biológicos parece no haber tenido el mismo efecto, probablemente por las condiciones climáticas. Fue Cabello (1985) quien afirmó que la duración del ciclo de vida y actividad de los adultos de *Trichogramma* están influidas por factores abióticos y bióticos. Precisamente, Pizzol et al. (2010) indica que entre los factores medioambientales que afectan directa o indirectamente a la fisiología y el comportamiento de los tricogramátidos, la temperatura es el más importante. Esto se relaciona con lo indicado por SENASA (2015), quienes afirman que la longevidad de *Trichogramma pintoii* varía con la temperatura, pudiendo ser de hasta 10 días en un rango de 15 a 17°C, y disminuir a 4 o 5 días en un rango de 25 a 30°C. Con respecto a este tema, López (2013) menciona que las

temperaturas máximas extremas también condicionan el desarrollo de los estados inmaduros de *Trichogramma*. Por lo tanto, las fechas con altas temperaturas (que se acercan al último rango mencionado) podrían no solo estar influyendo en la densidad de la plaga, sino también en la efectividad de los controladores biológicos. Sin embargo, Guarín (2003) y Gitirana et al. (2001), coinciden señalando que *Chrysoperla externa* es un insecto depredador con alto grado de adaptabilidad al clima y a condiciones adversas, lo que les ha permitido una amplia distribución geográfica y presentarse como una alternativa resistente en programas de control biológico.

En la doceava y última evaluación del 12/05/2018, la temperatura promedio fue la más baja (mismo registro que el 27/11/2017) con 18.9°C, y, por el contrario, la humedad relativa fue la más alta con 84.7%. Simultáneamente, se ingresa a un periodo de reposo, en el cual la generación de brotes vegetativos se reduce. Estas condiciones generan un impacto en el comportamiento poblacional de *P. persimilis*, reduciéndola notoriamente. Todos los tratamientos disminuyen su densidad promedio, obteniendo el 1 y 2 sus valores mínimos, con 1 y 2 individuos, respectivamente.

La humedad relativa se aleja del rango ideal para *Trichogramma pintoi* mencionado por SENASA (2015), sin embargo, Amaya (1996) indica que las condiciones óptimas fluctúan entre 80-90 %. Tomando en cuenta esta última afirmación, se podría decir que las condiciones han sido óptimas durante casi todas las evaluaciones.

Las temperaturas a lo largo de toda la investigación, fluctúan entre los 16.3°C y 25.9°C, lo que nos indica que para *Olea europea* L. estas condiciones han sido óptimas, ya que, según Barranco et al. (2008), la temperatura óptima para la fotosíntesis en el olivo se sitúa entre 15° y 30° C, y el crecimiento vegetativo está determinado fundamentalmente por este proceso metabólico. Por su lado, Rallo y Cuevas (2008) señalan que las hojas son la principal fuente de asimilados para el olivo y lo realizan a través del proceso de la fotosíntesis.

Tabla 6: Densidad promedio de *P. persimilis* (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones con todos los tratamientos y en las muestras testigo

Estación	Fecha	<i>Palpita persimilis</i> (larvas y pupas) con T1	<i>Palpita persimilis</i> (larvas y pupas) con T2	<i>Palpita persimilis</i> (larvas y pupas) con T3	<i>Palpita persimilis</i> (larvas y pupas) con testigo	Etapa fenológica	T° promedio (° C)	HR (%)	
Primavera	27/11/2017	3	8	3	8	Fructificación	18.9	75.7	
	16/12/2017	5	9	2	6		Crecimiento vegetativo	20.6	79.6
	28/12/2017	7	7	3	8			20.6	79.6
Verano	20/01/2018	78	71	16	89	Crecimiento de fruto	22.7	81.2	
	2/02/2018	41	31	19	67		23.2	81.8	
	16/02/2018	36	41	10	32		23.2	81.8	
	2/03/2018	36	65	34	52		21.8	81.5	
	19/03/2018	36	59	35	36		21.8	81.5	
	28/03/2018	34	52	35	19		21.8	81.5	
Otoño	13/04/2018	17	57	5	70	Maduración	22.3	81.2	
	24/04/2018	46	34	31	19		22.3	81.2	
	12/05/2018	1	2	17	12	Reposo	18.9	84.7	

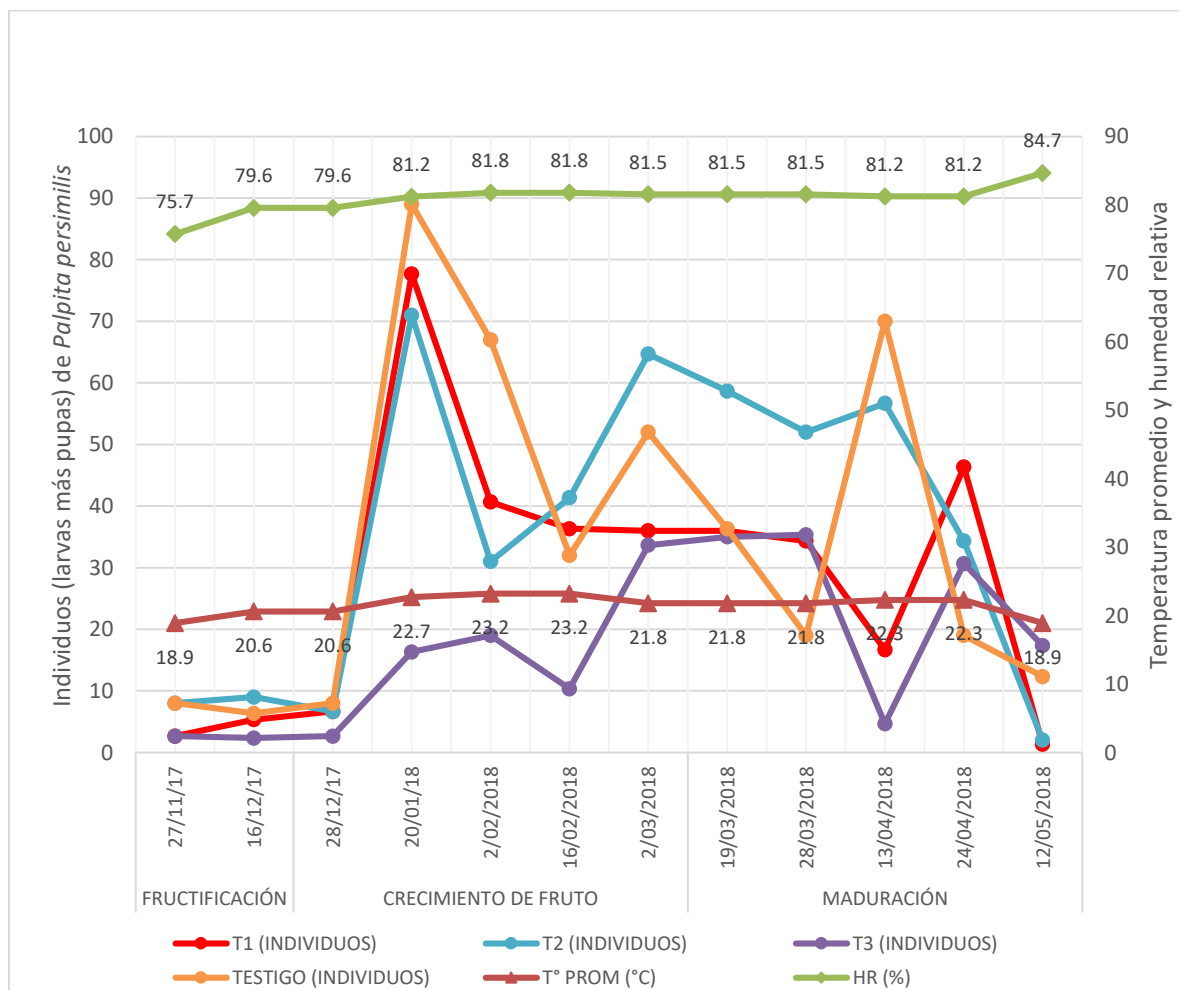


Figura 14: Densidad promedio de *P. persimilis* (larvas y pupas) con todos los tratamientos, en las muestras testigo, y su interacción con la temperatura y humedad

4.6. DISCUSIÓN GENERAL

4.6.1. Discusión de la densidad total de *P. persimilis* (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones en todos los tratamientos y en las muestras testigo

Los resultados obtenidos a lo largo del periodo de evaluaciones de la investigación evidencian que el tratamiento 3 fue el que obtuvo menor densidad total de *P. persimilis* con 630 individuos, registrando casi la mitad que el tratamiento testigo (1257 individuos). El tratamiento 1 fue el siguiente mejor resultado, registrando 1020 individuos, obteniendo también una menor densidad que el testigo, pero por menos diferencia. Finalmente, el tratamiento 2 obtuvo 1306 individuos, el cual superó en densidad al tratamiento testigo por poca diferencia.

Ha sido evidente el efecto de los tratamientos de control biológico sobre la densidad de *P. persimilis*, consiguiendo con los tratamientos 3 y 1 mejores resultados que el tratamiento testigo en la mayoría de evaluaciones, a pesar de estar este conformado por olivos muestra más longevos, que supondrían un mejor control natural. El tratamiento 2 consiguió menores densidades que el testigo en la mitad de evaluaciones realizadas, pero su densidad total registrada fue mayor.

Como se indicó anteriormente, al parecer una mayor longevidad y altura de los olivos son parámetros que influyen en la densidad de *P. persimilis*. Autores como Beingolea (1993) afirman que la mayor vegetación, la acción modificadora del ambiente y la fisiología modificada, favorecen la actividad de los parásitos y predadores, ejerciendo un mejor control natural efectivo. Por el contrario, las plantaciones jóvenes son más susceptibles a la plaga. Considerando esta afirmación, es complicado comparar la efectividad entre todos los tratamientos por igual, ya que los tratamientos 1 y 2 cuentan con olivos muestra más jóvenes y con menor altura, mientras que los del tratamiento 3 son más longevos y de mayor estatura.

Realizando una comparación entre los tratamientos 1 y 2 (ambos con olivos muestra de 15 a 20 años de edad y con alturas promedio de 4.16 y 4.83 metros, respectivamente), los cuales cuentan con características similares, se ha observado un mejor control por parte del primero, además de obtener también una menor densidad total que el testigo.

Asimismo, el tratamiento 3, que cuenta con características similares al testigo (ambos con olivos muestra de 70 a 80 años de edad y con alturas promedio de 7.3 y 8 metros, respectivamente), obtuvo, como se mencionó anteriormente, una densidad total de *P. persimilis* significativamente menor que este, evidenciando una buena efectividad de control.

Efectuando los análisis estadísticos mediante pruebas no paramétricas Kruskal wallis, los resultados obtenidos para las medias de las 12 evaluaciones, nos muestran que no existen diferencias estadísticas al 0.05% entre los diferentes tratamientos y el testigo. Sin embargo, los tratamientos mostraron las variaciones y tendencias entre ellos, los mismos que se mencionan y resaltan en los resultados y discusión general.

Tabla 7: Densidad total de *P. persimilis* (larvas y pupas) durante las 12 evaluaciones en todos los tratamientos y en las muestras testigo

EVALUACIÓN	FECHA	T1			T2			T3			TESTIGO		
		LARVAS	PUPAS	TOTAL	L	P	TOTAL	L	P	TOTAL	L	P	TOTAL
1	27/11/2017	3	5	8	16	8	24	2	6	8	6	18	24
2	16/12/2017	9	7	16	12	15	27	3	4	7	10	9	19
3	28/12/2017	6	14	20	5	15	20	4	4	8	7	17	24
4	20/01/2018	50	183	233	39	174	213	11	38	49	77	190	267
5	2/02/2018	43	79	122	33	60	93	19	38	57	76	125	201
6	16/02/2018	41	68	109	31	93	124	7	24	31	14	82	96
7	2/03/2018	57	51	108	74	120	194	43	58	101	60	96	156
8	19/03/2018	47	61	108	64	112	176	41	64	105	40	69	109
9	28/03/2018	35	68	103	52	104	156	38	68	106	18	39	57
10	13/04/2018	12	38	50	43	127	170	3	11	14	31	179	210
11	24/04/2018	69	70	139	41	62	103	35	57	92	25	32	57
12	12/05/2018	2	2	4	3	3	6	17	35	52	8	29	37
TOTALES		374	646	1020	413	893	1306	223	407	630	372	885	1257

4.6.2. Discusión del rendimiento de cosechas 2018-2019 de los olivos estudiados bajo los tres tratamientos y muestras testigo

En el 2018 los olivos del tratamiento 1 produjeron una cantidad de 2,8 kilogramos/planta, reduciendo su valor a 2,1 en el siguiente año. Los del tratamiento 2 obtuvieron el menor resultado, produciendo 1,6 kilogramos/planta en el primer año de cosecha, mientras que en el segundo se redujo a 1,5. Los olivos muestra del tratamiento 3 obtuvieron el mejor

resultado en ambos años, produciendo 4,3 kilogramos/planta en la cosecha del 2018 y 2,3 en el 2019. Por último, los del tratamiento testigo alcanzaron una cosecha de 2,3 kilogramos/planta en el 2018, disminuyendo y obteniendo el más bajo valor al siguiente año.

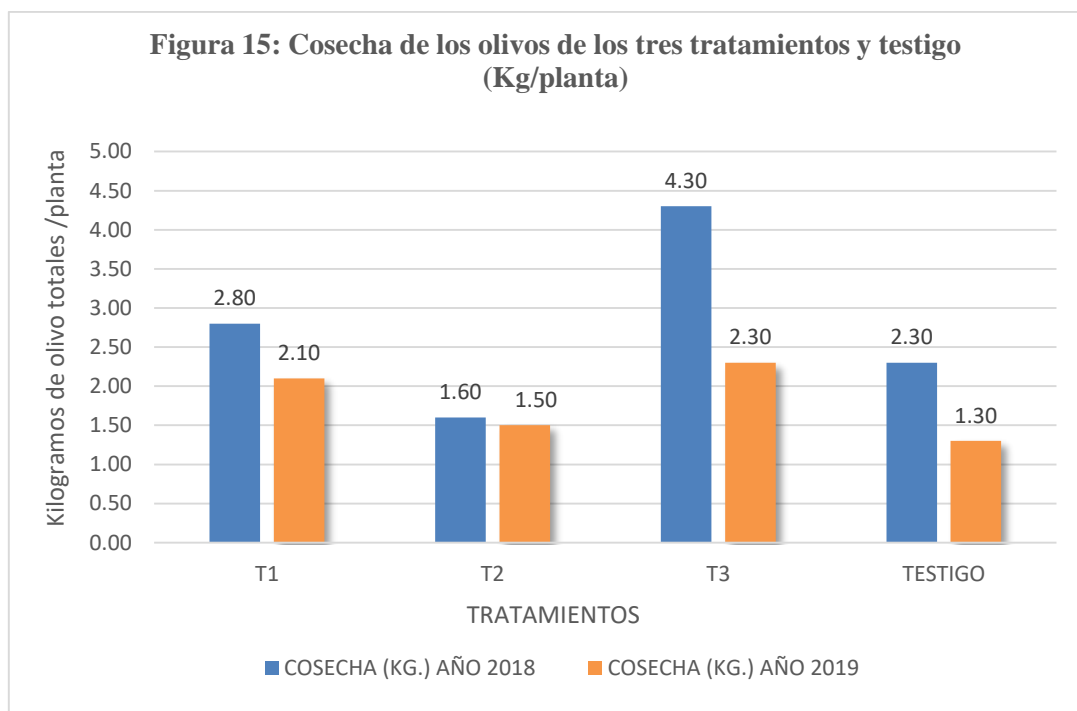


Figura 15: Cosecha de los olivos de los tres tratamientos y testigo (Kg/planta)

Haciendo un análisis entre las cosechas del 2018 y 2019, se destacan los rendimientos obtenidos por los tratamientos 3 y 1, obteniendo el primer y segundo mejor resultado en ambos años, respectivamente. Peor rendimiento obtuvo el segundo tratamiento, alcanzando el más bajo en el 2018 y registrando un mejor resultado que el testigo en el 2019, pero, aun así, más bajo que los demás tratamientos. En el 2019 se observa gratificadamente que todos los tratamientos obtuvieron mejores resultados de cosecha que el testigo, de lo cual se podría intuir una buena protección de los brotes en el año anterior a través del control biológico, y evidenciando, más allá de la diferencia de edad en los olivos, un buen control de *P. persimilis*.

Para realizar una comparación real entre los rendimientos de cosecha, se debe de tomar en cuenta que, como se mencionó anteriormente, los olivos de los diferentes tratamientos no son de la misma edad, y al estar la producción de fruto del olivo vinculada con este parámetro, no se pueden comparar con claridad todos los tratamientos entre sí. Precisamente, Wikifarmer (2017), menciona que los olivos de 30 a 40 años de edad logran rendimientos

muy por encima de la media. Adicionalmente, señalan que los árboles que se riegan alcanzan su período más productivo a los 50 a 65 años de edad. Esta afirmación haría indicar que los olivos del tratamiento 3 y testigo, por estar cerca al rango de edad más productivo, tendrían mayor probabilidad de alcanzar mejores rendimientos de cosecha.

Se nos presenta entonces una situación similar al de la comparación de densidad de *P. persimilis*. Los tratamientos 1 y 2, por poseer una longevidad similar y características, poseen rendimientos comparables, los cuales nos muestran una ventaja en la producción del primero sobre el segundo en ambos años de toma de datos de cosecha. Análogamente, el tratamiento 3 también obtuvo un notorio mejor rendimiento de cosecha que el testigo (con longevidad similar) en el 2018 y 2019. Si comparamos los tratamientos 1 y 3, se podría decir que el tercero presenta cierta ventaja por tener una longevidad teóricamente más productiva, sin embargo, en el año 2019, el tratamiento 1 obtuvo un resultado menor, pero solo por una diferencia de 0,2 kg. /planta, lo cual evidencia una producción alta en comparación con los demás tratamientos.

Contrastando las densidades totales de *P. persimilis* durante todo el periodo de evaluaciones, y los rendimientos de cosecha obtenidos por los 3 tratamientos y testigo, se puede observar que la jerarquía de los mejores resultados es coincidente en el año 2018. Es decir, un mejor rendimiento corresponde a un mejor control biológico (menor densidad total). Sin embargo, los efectos más claros del control biológico de *P. persimilis* en los brotes del olivo se deberían ver en el 2019, tal como lo indica DESCO (2008), quien señala que la floración del olivo se da en ramas del año anterior, por lo tanto, el gusano del brote afecta la cosecha del siguiente. En ese año los resultados fueron similares, coincidiendo la jerarquía, excepto por el tratamiento 2, que, a diferencia del año anterior, alcanzó una mejor cosecha que el tratamiento testigo. Esta casi completa equidad en la jerarquía de los resultados podría estar evidenciando el efecto directo del control biológico de *P. persimilis* sobre los rendimientos de cosecha.

A pesar que el testigo está conformado por olivos más longevos, el tratamiento 1 logra obtener una menor densidad y un rendimiento de cosecha mayor en el 2018 y 2019, mientras que el segundo tratamiento, a pesar de obtener una densidad ligeramente mayor, le sirve para alcanzar una producción mayor en el 2019.

Asimismo, el tratamiento 3, con una longevidad similar que el testigo, obtuvo una densidad total notablemente menor y un rendimiento de cosecha mayor que este en ambos años de toma de datos.

Tabla 8: Contraste de resultados entre la densidad total de *P. persimilis* (larvas y pupas) en las 12 evaluaciones de densidad, y cosecha de los olivos (kg/planta) en los tres tratamientos y testigo

TRATAMIENTO	DENSIDAD TOTAL DE <i>P.persimilis</i> (LARVAS Y PUPAS)	COSECHA DE LOS OLIVOS (KG/PLANTA)	
		2018	2019
1	1220	2.8	2.1
2	1306	1.6	1.5
3	630	4.3	2.3
TESTIGO	1257	2.3	1.3

Adicionalmente, es clara la reducción de las cosechas de un año al otro en todos los tratamientos, incluyendo el testigo. Esta tendencia de los resultados podría deberse a la llamada vecería del olivo, el cual explica que tanto el crecimiento de brotes como el desarrollo de frutos, son fenómenos cíclicos en el olivo, lo cual genera años de alta y baja carga de cosecha. Estos resultados dan una clara visión de lo expresado por Barranco et al. (2008), quienes indican que una fuerte carga de frutos se corresponde con poco crecimiento de brotes en el mismo año, y en la siguiente temporada la situación será la inversa, baja cosecha y gran crecimiento de brotes.

Los rendimientos de cosecha también se ven influenciados por los factores climáticos a lo largo de las etapas fenológicas del olivo. Rallo et al. (1994) mencionan que es necesario temperaturas por encima de 10°C para que las yemas florales inicien su crecimiento. En el caso de esta investigación, esto no resultó ser una dificultad, ya que las temperaturas promedio anuales en el Bosque El Olivar fluctuaron entre los 14.4 °C y 29.5 °C. Sin embargo, las opiniones son diversas, ya que Orlandi et al. (2010) encontraron que las temperaturas umbrales (temperaturas que por encima de ellas ocurre una óptima diferenciación floral) no son constantes, obteniendo diferentes umbrales según el cultivar y las condiciones microclimáticas de las zonas donde los olivos se desarrollaron. Esta afirmación cobra mayor importancia en el caso del Bosque El Olivar, ya que los olivos, en este caso, no se encuentran en un clima que es el habitual para ellos, siendo sus condiciones óptimas veranos secos y calurosos e inviernos fríos y poco húmedos. Precisamente el clima limeño se caracteriza por los altos porcentajes de humedad relativa, registrando una máxima promedio de 88.7%, pudiendo esto haber perjudicado los procesos de polinización.

V. CONCLUSIONES

- Estadísticamente no se encontraron diferencias entre los diferentes tratamientos y el testigo; Sin embargo, los tratamientos mostraron variaciones importantes entre ellos y el testigo, los cuales se resaltan a continuación.
- Los tratamientos 3 y testigo están conformados por olivos muestra más longevos y de mayor estatura, lo cual influye teóricamente en un mejor control natural y una mayor producción de frutos. En ese sentido, se genera una desigual comparación de parámetros de estos tratamientos sobre los del 1 y 2, los cuales teóricamente no han logrado su plenitud productiva y se suponen más susceptibles al ataque de *P. persimilis*.
- El control de *Chrysoperla externa* y *Trichogramma pintoii* sobre *Palpita persimilis* es evidente con los tratamientos 1 y 3, donde en ambos casos, el 75% de evaluaciones se obtuvo menor densidad que en el testigo. El tratamiento 2 solo consiguió una menor densidad que el testigo en un 50 % de las evaluaciones, y obtuvo una densidad total mayor a la del testigo, aunque no por una diferencia muy notoria.
- El tratamiento 3 ha tenido numéricamente el mejor control sobre *P. persimilis*. Asimismo, ha alcanzado también el mayor rendimiento de cosecha en los años 2018 y 2019. Sin embargo, no es posible afirmar que es el tratamiento más efectivo, debido a la influencia que tienen la edad y el tamaño del olivo sobre la densidad de la plaga y la producción.
- Los tratamientos 3 y 1 obtuvieron el primer y segundo mejor rendimiento durante las cosechas de los años 2018 y 2019. Asimismo, en el 2019 se observa que todos los tratamientos con *Trichogramma pintoii* y *Chrysoperla externa* obtuvieron mejores cosechas que el testigo. Estos resultados evidencian, más allá de la diferencia de edad en los olivos, el efecto del control sobre *P. persimilis*, e intuyen una buena protección de los brotes en el año anterior a través del control biológico.

- En el 2018 existe una relación directa entre la jerarquía de menores densidades totales y los mayores rendimientos de cosecha de los tratamientos. Asimismo, en el 2019 esta correlación casi se mantiene. Esta casi completa equidad en la jerarquía de los resultados, evidencia el efecto directo del control biológico de *P. persimilis* sobre los rendimientos de cosecha.

VI. RECOMENDACIONES

- Antes de las liberaciones de controladores biológicos, se debe de realizar una evaluación precisa de las poblaciones existentes en los olivos del Bosque El Olivar, donde se indique el grado de infestación y la etapa morfológica de la plaga. Esto se ajusta a los indicado por Pezo y Ccasa (2001), quienes señalan que el programa de manejo integrado de plagas se inicia con la obtención de información del estado del olivar, para lo cual se realizan evaluaciones fitosanitarias, identificación de plagas y enemigos naturales.
- En futuras investigaciones en el Bosque El Olivar, será conveniente considerar la edad y el tamaño de los olivos para realizar comparaciones de efectividad entre distintos tratamientos con controladores biológicos, ya que dichos parámetros influyen en la densidad de la plaga y en los volúmenes en los que deben de ser liberados dichos controladores. De igual manera, estos indicadores influyen también en los rendimientos de cosecha. Por este motivo, lo óptimo será hacer comparaciones entre olivos con semejante edad y tamaño para conseguir resultados más verídicos.
- En caso se tenga en mente realizar un control biológico en el Bosque el Olivar, y se ordene a la entidad correspondiente la crianza de los insectos benéficos, es conveniente que sean extraídos del campo donde serán liberados posteriormente, pues estos están adaptados a sus condiciones ambientales específicas. Estos podrán ser extraídos en estado de huevo o adulto.
- Tomar registro de la velocidad del viento del lugar específico donde se realizarán los ensayos, ya que este parámetro influye en el diámetro de acción de los controladores biológicos.
- En caso se realicen evaluaciones de densidad con “chalinás” de papel, considerar el efecto de las arañas, ya que, especialmente en zonas con abundante hojarasca y sombra, podrían influir como predadoras en las poblaciones de *P. persimilis* a nivel de larva.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andrade, G.S.; Pratisoli, D.; Dalvi, L.P.; Desneux, N. y Gonçalves, H.J. 2011. Performance of four *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) as biocontrol agents of *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) under various temperature regimes. *J Pest Sci* 84:313–320p.
- Amaya, M. 1998. *Trichogramma* spp. Producción, Uso y Manejo en Colombia. Guadalajara de Buga, Colombia. Impresos Técnicos Litográficos. 176 p.
- Arana, C. y Tello, A. 2013. Aves de El Olivar y otros parques de Lima. Lima, Perú. 20p.
- Barranco, D. 2008. El cultivo del olivo. Ediciones Mundi-Prensa. 845 pp.
- Beingolea, O.D. 1993. Control integrado de las plagas de olivo en el Perú. Ediciones Centro de Desarrollo Profesional en Ingeniería (CPI) y Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), Lima, Perú. 397 p.
- Blázquez J., M. Amouretti, H. Camps-Fabrer, G. Comet. M. García, G. López, M. Ponsich, J. Remesal, P. Horst. 1996. La Enciclopedia Mundial del Olivo: Origen y difusión del cultivo. 1ra edición. Barcelona-España. Plaza y Janés Editores. 19-58p.
- Butler, G. and J. D. López. 1980. *Trichogramma pretiosum*: Developmental in two host in relation to constant and fluctuating temperatures. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 73 (6): 671-673p.
- Cabello, T. 1985. Biología de dos especies de *Trichogramma* parásitas de *Heliothis* spp. en algodónero: posibilidades de su empleo como agentes de control. PhD Diss, Universidad de Córdoba.
- Cabello, T. and P. Vargas. 1998. The effect of temperature on the bionomics of *Trichogramma cordubensis* (Hym: Trichogrammatidae). In: Ed. INRA, París. Les Colloques de l'INRA (43): 154-161p.
- Cano, E. 2013. Guía técnica: Fertilización y manejo integrado de plagas en el cultivo de olivo. Yauca – Caravelí – Arequipa. Perú. 20 pp.

- Castillo-Llanque F., H. Rapoport. 2011. Relationship between reproductive behavior and new shoot development in 5-year-old branches of olive trees (*Olea europaea* L.). 10p.
- Chailleux, A.; Desneux, N.; Seguret, J.; Khanh, H.; Maignet, P. y Tabone, E. 2012. Assessing European Egg Parasitoids as a Mean of Controlling the Invasive South American Tomato Pinworm *Tuta absoluta*. PLoS ONE 7(10): e48068. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048068>
- Chiaradia LA, Da Croce DM. 2008. Caracterizacáo, danos e manejo de pragas da Oliveira. *Agropecuaria Catarinense* 21: 53-55p.
- Cisneros, F. 1995. Control de Plagas Agrícolas. Lima, Perú. 313p.
- DESCO (Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo).2004. Control de Plagas y Enfermedades en el Cultivo del Olivo.
- DESCO (Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo). 2008.El cultivo del olivo en los valles de caravelí.
- Dos Santos A. 2000. Inducción floral y latencia de las yemas del olivo (*Olea europaea* L.). Tesis Doctoral. Córdoba-España. Universidad de Córdoba. 153 p.
- Escobar H. 1981. Fenología del olivo del valle de Azapa. Primeras jornadas olivícolas nacionales. Tarapacá-Chile. Universidad de Tarapacá-Ministerio de Agricultura. 52-68 p.
- Estay, P.; Gonzales, V.; Rojas, C. 2009. Plagas del olivo y su manejo en el Valle de Azapa. Informativo URURI Nro 9.
- Fernández-Escobar R., M. Benlloch, C. Navarro, G. C. Martin. 1992. The Time of Floral Induction in the Olive. *J Amer. Soc. Hort. Sci.* 117(2): 204-307p.
- Gitirana, J.; Carvalho, C.F.; Souza, B.; Santa, L.V. (2001). Fluctuação populacional de especies de *Ceraeochrysa Adams*. 1982 (Neuroptera: Chrysopidae) en citros na região de Lavras – MG. *Cienc. Agrotec.* 25(3):550-559p.
- Gómez del Campo, M. y Rapoport, H. 2008. Descripción de la iniciación floral, floración, cuajado, caída de frutos y endurecimiento del hueso. Dossier, agricultura, olivar. 2008: 400-406p.
- Gómez, H. 1999. La verdadera identidad del “gusano del brote del olivo” en el Perú (Lepidóptera, Pyralidae). *Rev. Per. Ent.* 41: 19-22p. Lima, Perú.
- Goodenough, J. L.; Harstack, A.W. and King, E. G.1983. Developmental models for *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on four host. *J. Econ. Entomol.*76 (5): 1095-1102p.
- Guarín, J.H. (2003). *Thrips Palmi* Karny en el oriente antioqueño. Biología, efecto de hongos entomopatógenos y de extractos vegetales, comportamiento de sus enemigos naturales en

- campo e impacto ambiental para su manejo sostenible. Rionegro, Antioquia (Colombia). Editorial: Gráficas Madrigal.
- Harrison, W.W., E.G. King and J.D. Ouzts. 1985. Development of *Trichogramma exiguum* and *T. pretiosum* at five temperatures regimes. *Environ. Entomol.* 14 (2): 118-121p.
- Huarcasi, A. 2016. Fenología del olivo (*Olea europea* L.) var. Sevillana en una campaña productiva en la Yarada – Tacna. Tesis de grado en agronomía. Lima-Perú. Universidad Agraria La Molina. 13p.
- Lavee, S., D. Barranco, G. Bonghi, T. Jardak, R. Loussert, G. Martin, A. Trighi. 1996a. La Enciclopedia Mundial del Olivo: Biología y fisiología del olivo. Barcelona-España. Plaza y Janés Editores. 61-110 p.
- Lavee, S. 2007. Biennial Bearing in Olive (*Olea europaea*). *Annales· Ser. Hist. Nat.* Enero 2007: 101-112p.
- Loera, J.; Vargas, J.; López, J.; Reyes, M. (2001). Uso y manejo de *Chrysoperla carnea*. Disponible en <http://www.inifap.gob.mx>. Consultado 20 de junio de 2010.
- Lund, H. O. 1934. Some temperature and humidity relatives of two races of *Trichogramma minutum* Riley (Hymenóptera: Chalcididae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 27: 324-342p.
- Millán, O. 2017. Términos de referencia del servicio de mantenimiento de áreas verdes de uso público en el distrito de San Isidro. Plan de manejo del Bosque El Olivar. Lima-Perú. 3-20p.
- Monselise S., E. Goldschmidt. 1982. Alternative bearing in fruit trees. *Horticultural reviews* 4: 128-173p.
- Munroe. 1959b. New species and new subspecies of *Palpita* (Lepidoptera: Pyralidae). *Can. Ent.* 91 (10): 641-650p.
- Orlandi F, Carlo S, Bonofiglio T, Ruga L, Romano B, Fornaciari M (2010) Yield modelling in a Mediterranean species utilizing cause–effect relationships between temperature forcing and biological processes. *Sci Hortic-Amst* 123:412–417
- Parra, J., R. Zucchi and S. Silveira. 1988. Perspectives of biological control using *Trichogramma* and/or *Trichogrammatoidea* in the State of Sao Paulo (Brazil). In: *Trichogramma* and other egg parasites. Ed. INRA, París. *Les Colloques* (43): 527-54p.
- Peña, M. 2010. Diagnóstico, diseño y evaluación económica del sistema de riego por aspersión del Bosque el Olivar. Tesis de grado en agronomía. Lima-Perú. Universidad Agraria La Molina. 38-40p.
- Pinney, K. y V.S. Polito. 1990. Flower initiation in ‘Manzanillo’ olive. *Acts Hort.* 286:203–205p.

- Pitcher, S.A.; Hoffmann, M.P.; Gardner, J.; Wright, M.G. y Kuhar, T.P. 2002. Cold storage of *Trichogramma ostrinae* reared on *Sitotroga cerealella* eggs. *Biocontrol* 47: 525-535p.
- Pizzol, J.; Pintureau, B.; Khoualdia, O. y Desneux, N. 2010. Temperature dependent differences in biological traits between two strains of *Trichogramma cacoeciae* (Hym., Trichogrammatidae). *J Pest Sci* 83:447–452p.
- Rallo L., G. Martin. 1991. The role of chilling in releasing olive floral buds from dormancy. *J. Amer. Hort. Sci.* 116(6):1058-1062p.
- Rallo L., J. Cuevas. 2008. *El Cultivo del Olivo: Fructificación y producción*. 6 ed. Madrid, Barcelona y México; Ediciones Mundi-Prensa. 17-36 p.
- Rallo L., Suarez M. 1989. Seasonal distribution of dry matter within the olive fruit-bearing limb. *Adv. Hort. Sci.* 3:55-59p.
- Rallo L., Torreño P., Vargas J.A., Alvarado J., 1994. Dormancy and alternate bearing in olive. *Acta Horticulturae*, 356: 127-136
- Rapoport, F. 2001. *El Cultivo del olivo, botánica y morfología*. Cap. II Pag. 36-50. Editores científicos. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España.
- Rapoport H. 2008. *El Cultivo del Olivo: Botánica y morfología*. 6 ed. Madrid, Barcelona y México; Ediciones Mundi-Prensa. 37-62 p.
- Rojo J. 2014. Estudio de la fenología floral del olivo (*Olea europea* L.) y su relación con las variables ambientales. Tesis Doctoral. Catilla-La Mancha-España. Universidad Castilla-La Mancha. 164 p.
- Romeis, J.; Babendreier, D.; Wäckers, F.L. y Shanower, T.G. 2005. Habitat and plant specificity of *Trichogramma* egg parasitoids—underlying mechanisms and implications. *Basic Appl Ecol* 2005; 6:215-236p.
- Rothschild, G.H.L. 1970. Parasites of rice stemborers in Sarawak (Malasian Borneo) *Entomophaga*, 15: 21-51pp.
- Salamanca, J. Herney, E.: Santos, O. 2010. Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* 11 (1), 31-40p.
- Smith, S.M. 1996. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potential of their use. *Annual Review of Entomology* 41: 375–406p.
- SENASA-DSV-SCB-CIU. 2015. *Trichogramma* spp. Ficha técnica 1. Recuperado de: [https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/FT-1 Trichogramma-ok.pdf](https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/FT-1_Trichogramma-ok.pdf)
- Sheldon, JK; Macleod, EG. 1971. Studies on the biology of the Chrysopidae. II. The feeding

- behavior of the adult of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera). *Psyche* 78(1/2):107-121p.
- Souza, B; Carvalho, CF. 2002. Population dynamics and seasonal occurrence of adults of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) in a citrus orchard in southern Brazil. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 48(Suppl. 2):301-310p.
- Tauber, M. y C. Tauber. 2000. Commercialization of predators: recent lesson from Green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). *Amer. Entomol.* 46 (1):26-38p.
- Troncoso A., J. García, S. Lavee. 2012. Evaluation of the present information on the mechanisms leading to flower bud induction, evocation and differentiation in *Olea europaea*. *Acta Horticulturae* 949: 93-98p.
- Uceda P., Eduardo; Uceda V., Luis Enrique. 2004. Video de PRINCIPALES PLAGAS Y SU CONTROL BIOLÓGICO DEL CULTIVO DEL OLIVO. Energías Unidas. Lima-Perú. 24.52 minutos.
- Velásquez, L. (2004). Estudio de la biología de *Ceraeochrysa claveri* (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada con dos tipos de presas en condiciones de laboratorio. Universidad de Caldas. Facultad Ciencias Agropecuarias. Manizales (Colombia). 35 p.
- Vieira, J.; Francisco, A.; Caetano, N.; Da Silva, J.; Días, E. 2008. Manejo fitossanitário e controle de plantas daninhas na cultura de Oliveira. Circular Técnica. 23.3 pp.
- Voegelé, J.; Brun, P. y Daumal, J. 1974. Les Trichogrammes. I. modalités de la prise de possession et de l'élimination de l'hôte chez les parasites embryonnaire *Trichogramma brasiliensis* (Hym.: Trichogrammatidae). *Annls Soc. ent. Fr. (N.S.)*, 10: 757-761 pp.
- Volden, C.S. and H.C. Chiang. 1982. Temperature relationships of development of *Trichogramma ostrinae*. In: Ed. INRA, París. Les Colloques de l'INRA (9): 97-10p.
- Yousuf, M. & Shaffe, S.A. 1986. Checklist of species and bibliography of the world Trichogrammatidae (Hymenoptera). *Indian Journal of Systematic Entomology*, 3(2): 29-82p.
- Cosecha de olivos - producción de olivos. 2019. Lugar de publicación: Wikifarmer. <https://wikifarmer.com/es/cosecha-de-olivos-produccion-de-olivos/>.
- Wille, J. 1943. Entomología Agrícola del Perú. Lima. Ministerio de agricultura. 1ra. Edición.468 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Resultados de densidad (larvas y pupas) de los olivos estudiados bajo el primer tratamiento durante las doce evaluaciones

EVALUACIÓN	FECHA	CLAVE	LARVAS	PUPAS
1	27/11/2017	T1R21	0	0
		T1R22	0	0
		T1R23	3	5
		TOTAL	3	5
2	16/12/2017	T1R21	1	2
		T1R22	2	1
		T1R23	6	4
		TOTAL	9	7
3	28/12/2017	T1R21	0	1
		T1R22	3	5
		T1R23	3	8
		TOTAL	6	14
4	20/01/2018	T1R21	10	53
		T1R22	18	63
		T1R23	22	67
		TOTAL	50	183
5	02/02/2018	T1R21	17	27
		T1R22	5	12
		T1R23	21	40
		TOTAL	43	79
6	16/02/2018	T1R21	10	34
		T1R22	7	18
		T1R23	24	16
		TOTAL	41	68
7	02/03/2018	T1R21	19	17
		T1R22	21	18
		T1R23	17	16
		TOTAL	57	51
8	19/03/2018	T1R21	15	20
		T1R22	16	18
		T1R23	16	23
		TOTAL	47	61
9	28/03/2018	T1R21	10	22
		T1R22	11	17
		T1R23	14	29
		TOTAL	35	68
10	13/04/2018	T1R21	1	4
		T1R22	7	21
		T1R23	4	13
		TOTAL	12	38
11	24/04/2018	T1R21	53	42
		T1R22	7	10
		T1R23	9	18
		TOTAL	69	70
12	12/05/2018	T1R21	1	1
		T1R22	0	0
		T1R23	1	1
		TOTAL	2	2

Anexo 2: Resultados de densidad (larvas y pupas) de los olivos estudiados bajo el segundo tratamiento durante las doce evaluaciones

EVALUACIÓN	FECHA	TRATAMIENTO	LARVAS	PUPAS
1	27/11/2017	T2R21	14	5
		T2R22	0	1
		T2R23	2	2
		TOTAL	16	8
2	16/12/2017	T2R21	6	7
		T2R22	0	1
		T2R23	6	7
		TOTAL	12	15
3	28/12/2017	T2R21	2	8
		T2R22	1	2
		T2R23	2	5
		TOTAL	5	15
4	20/01/2018	T2R21	15	76
		T2R22	7	44
		T2R23	17	54
		TOTAL	39	174
5	02/02/2018	T2R21	17	30
		T2R22	7	10
		T2R23	9	20
		TOTAL	33	60
6	16/02/2018	T2R21	5	19
		T2R22	15	14
		T2R23	11	60
		TOTAL	31	93
7	02/03/2018	T2R21	23	48
		T2R22	34	49
		T2R23	17	23
		TOTAL	74	120
8	19/03/2018	T2R21	20	38
		T2R22	28	42
		T2R23	16	32
		TOTAL	64	112
9	28/03/2018	T2R21	16	28
		T2R22	21	35
		T2R23	15	41
		TOTAL	52	104
10	13/04/2018	T2R21	37	72
		T2R22	6	49
		T2R23	0	6
		TOTAL	43	127
11	24/04/2018	T2R21	18	24
		T2R22	9	17
		T2R23	14	21
		TOTAL	41	62
12	12/05/2018	T2R21	1	1
		T2R22	1	1
		T2R23	1	1
		TOTAL	3	3

Anexo 3: Resultados de densidad (larvas y pupas) de los olivos estudiados bajo el tercer tratamiento durante las doce evaluaciones

EVALUACIÓN	FECHA	TRATAMIENTO	LARVAS	PUPAS
1	27/11/2017	T3R21	0	0
		T3R22	0	1
		T3R23	2	5
		TOTAL	2	6
2	16/12/2017	T3R21	1	1
		T3R22	1	1
		T3R23	1	2
		TOTAL	3	4
3	28/12/2017	T3R21	1	0
		T3R22	2	3
		T3R23	1	1
		TOTAL	4	4
4	20/01/2018	T3R21	2	1
		T3R22	4	33
		T3R23	5	4
		TOTAL	11	38
5	02/02/2018	T3R21	6	15
		T3R22	5	11
		T3R23	8	12
		TOTAL	19	38
6	16/02/2018	T3R21	0	5
		T3R22	5	13
		T3R23	2	6
		TOTAL	7	24
7	02/03/2018	T3R21	13	18
		T3R22	16	22
		T3R23	14	18
		TOTAL	43	58
8	19/03/2018	T3R21	13	25
		T3R22	12	19
		T3R23	16	20
		TOTAL	41	64
9	28/03/2018	T3R21	13	31
		T3R22	7	15
		T3R23	18	22
		TOTAL	38	68
10	13/04/2018	T3R21	1	3
		T3R22	2	3
		T3R23	0	5
		TOTAL	3	11
11	24/04/2018	T3R21	8	15
		T3R22	11	22
		T3R23	16	20
		TOTAL	35	57
12	12/05/2018	T3R21	2	3
		T3R22	9	20
		T3R23	6	12
		TOTAL	17	35

Anexo 4: Resultados de densidad (larvas y pupas) de los olivos testigo estudiados durante las doce evaluaciones

EVALUACIÓN	FECHA	TRATAMIENTO	LARVAS	PUPAS
1	27/11/2017	TOR21	5	5
		TOR22	0	0
		TOR23	1	13
		TOTAL	6	18
2	16/12/2017	TOR21	4	3
		TOR22	3	4
		TOR23	3	2
		TOTAL	10	9
3	28/12/2017	TOR21	2	4
		TOR22	4	5
		TOR23	1	8
		TOTAL	7	17
4	20/01/2018	TOR21	31	78
		TOR22	30	55
		TOR23	16	57
		TOTAL	77	190
5	02/02/2018	TOR21	17	35
		TOR22	22	45
		TOR23	37	45
		TOTAL	76	125
6	16/02/2018	TOR21	5	16
		TOR22	4	48
		TOR23	5	18
		TOTAL	14	82
7	02/03/2018	TOR21	10	19
		TOR22	20	32
		TOR23	30	45
		TOTAL	60	96
8	19/03/2018	TOR21	11	19
		TOR22	14	27
		TOR23	15	23
		TOTAL	40	69
9	28/03/2018	TOR21	11	18
		TOR22	7	21
		TOR23	0	0
		TOTAL	18	39
10	13/04/2018	TOR21	8	58
		TOR22	12	72
		TOR23	11	49
		TOTAL	31	179
11	24/04/2018	TOR21	6	10
		TOR22	14	9
		TOR23	5	13
		TOTAL	25	32
12	12/05/2018	TOR21	3	13
		TOR22	2	6
		TOR23	3	10
		TOTAL	8	29

Anexo 5: Peso de cosechas 2018-2019 de los olivos estudiados bajo los tres tratamientos y muestras testigo

TRATAMIENTO	CLAVE	AÑO			
		2018		2019	
		PESO TOTAL (KG)	KG/PLANTA	PESO TOTAL (KG)	KG/PLANTA
1	T1R11	10,6	2,8	0,9	2,1
	T1R12	1,9		0,3	
	T1R13	0,1		5,6	
	T1R21	0,1		0,1	
	T1R22	0,2		1,5	
	T1R23	1,6		2,9	
	T1R31	0		0,6	
	T1R32	0,5		6,3	
	T1R33	10,3		1,0	
	TOTAL	25,3		19,1	
2	T2R11	0,3	1,6	3,0	1,5
	T2R12	0,2		1,9	
	T2R13	2,6		0,2	
	T2R21	1,1		3,8	
	T2R22	1,1		0,0	
	T2R23	0,8		0,4	
	T2R31	3,5		0,3	
	T2R32	4,9		2,9	
	T2R33	0,1		1,1	
	TOTAL	14,55		13,6	
3	T3R11	1,9	4,3	3,6	2,3
	T3R12	4,9		1,4	
	T3R13	4,3		2,3	
	T3R21	2,6		2,5	
	T3R22	3,9		1,6	
	T3R23	4,4		1,7	
	T3R31	7,3		2,5	
	T3R32	3,3		3,0	
	T3R33	6		2,0	
	TOTAL	38,6		20,7	
TESTIGO	T4R11	2,7	2,3	0,6	1,3
	T4R12	3,1		0,1	
	T4R13	4,8		1,1	
	T4R21	0		1,7	
	T4R22	1,4		1,0	
	T4R23	2,7		2,4	
	T4R31	2,9		0,5	
	T4R32	2,9		1,8	
	T4R33	0		2,7	
	TOTAL	20,5		11,7	

Anexo 6: Ficha de evaluación de *Palpita persimilis* (larvas y pupas) utilizada en la investigación

FICHA DE EVALUACIÓN N° _____ DE *Palpita persimilis*
BOSQUE EL OLIVAR-SAN ISIDRO

LUGAR : BOSQUE EL OLIVAR N° DE EVALUACIÓN :
EVALUADOR : JOSE LUIS PARRA V. TOTAL DE OLIVOS EVALUADOS :
FECHA : ESTADO FENOLÓGICO DE OLIVOS :

SECTOR	SUB-SECTOR	CÓDIGO	LARVAS	PUPAS	TOTAL
4	4-2	T0R21			
		T0R22			
		T0R23			
		TOTAL			
3	3-3	T1R21			
		T1R22			
		T1R23			
		TOTAL			
2	2-2	T2R21			
		T2R22			
		T2R23			
		TOTAL			
1	1-1	T3R21			
		T3R22			
		T3R23			
		TOTAL			

OBSERVACIONES:

Anexo 7: Ficha de registro de cosecha utilizado en la investigación

**FICHA DE COSECHA DE OLIVOS - TESIS
BOSQUE EL OLIVAR-SAN ISIDRO**

LUGAR : BOSQUE EL OLIVAR TOTAL DE OLIVOS COSECHADOS :
 ENCARGADO : JOSE LUIS PARRA V. N° DE TRABAJADORES :
 FECHA :

SECTOR	SUBSECTOR	CLAVE	AÑO			
			2018		2019	
			PESO TOTAL (KG)	KG/PLANTA	PESO TOTAL (KG)	KG/PLANTA
4	4-2	TOR11				
		TOR12				
		TOR13				
		TOR21				
		TOR22				
		TOR23				
		TOR31				
		TOR32				
		TOR33				
		TOTAL				
3	3-3	T1R11				
		T1R12				
		T1R13				
		T1R21				
		T1R22				
		T1R23				
		T1R31				
		T1R32				
		T1R33				
		TOTAL				
2	2-2	T2R11				
		T2R12				
		T2R13				
		T2R21				
		T2R22				
		T2R23				
		T2R31				
		T2R32				
		T2R33				
		TOTAL				
1	1-1	T3R11				
		T3R12				
		T3R13				
		T3R21				
		T3R22				
		T3R23				
		T3R31				
		T3R32				
		T3R33				
		TOTAL				

OBSERVACIONES: