



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

ARTROPODOS: UTILIDAD DE
LOS EFECTOS SUBLETALES EN
LA DETERMINACIÓN DE
RESISTENCIA
COMPORTAMENTAL EN LOS
INSECTOS.

1.1.1.1.1 Alumno: Grill, Francisco Misael

Director: González Ruiz, Ramón

Tutor: González Ruiz, Ramón

Dpto.: Biología animal, Biología vegetal y Ecología

17 de Febrero 2022




Ramon, González Ruiz, Profesor Titular de Universidad del Departamento de Biología Animal, Vegetal y Ecología, de la Universidad de Jaén.

Como **Director y Tutor** de D. GRILL, FRANCISCO MISAEL, en el Máster Universitario en Olivar y Aceite de Oliva, durante el curso 2021-2022.

INFORMA: Que el presente trabajo fin de máster, “La lucha química en el control de plagas de artrópodos: Utilidad de los efectos subletales en la determinación de resistencia comportamental en los insectos” ha sido realizado por D./D^a. GRILL, FRANCISCO MISAEL, para la obtención del Título de Máster Universitario en Olivar y Aceite de Oliva por la Universidad de Jaén, bajo la dirección de la Dr. Ramón González Ruiz.

Jaén, a 17 de febrero de 2022


19/02/2022

Fdo.: Grill, Francisco Misael

**GONZALEZ
RUIZ RAMON
- 26188870N** Firmado digitalmente
por GONZALEZ RUIZ
RAMON - 26188870N
Fecha: 2022.02.19
10:31:11 +01'00'

Fdo.: González Ruiz, Ramón

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento debe ser parte de nuestra vida cotidiana.

Agradezco a Dios, y a su hijo Jesucristo el cual es mi Salvador, aún sin merecerlo, el me regalo una vida, y todo lo que tengo de Él proviene.

Agradezco a mi esposa, y compañera de vida, Luci la cual está conmigo para ayudarme, haciendo todo más fácil.

Agradezco a la Fundación Carolina, que me otorgo una oportunidad única y valiosa de realizar estudios de posgrado en Olivar y Aceite de Oliva, en la ciudad de Jaén, cuna del olivar.

Agradezco a la Universidad de Jaén, en especial al Profesor Ramon González, por su apertura, y tutoría en este gran trabajo. A la coordinadora del Master: Adoración Mozas, que tan eficientemente trabaja, y dedica, con una atención excelente.

Agradezco a mi familia: mis padres, hermanas y cuñados, y al pequeño Bauti, que aunque estén a miles de kilómetros de Jaén, en Argentina, siempre están presentes acompañando la distancia.

A mis amigos queridos que también están presentes en este periodo lejos del terruño.

INDICE GENERAL

Contenido

1	INTRODUCCIÓN	13
1.1	Hipótesis.....	13
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Generales	14
1.2.2	Específicos.....	14
1.3	Materiales y Métodos	14
2	LA NECESIDAD DE UNA VISIÓN HOLÍSTICA Y SISTÉMICA PARA EL ABORDAJE DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA.....	16
2.1	El enfoque de sistemas	16
2.2	Componentes – Estructura trófica – Interacciones	16
2.2.1	Productores.....	17
2.2.2	Consumidores primarios	17
2.2.3	Consumidores secundarios	17
2.2.4	Descomponedores.....	17
3	EL AGROECOSISTEMA	18
3.1	Definición.....	18
3.2	Utilidad	18
3.3	El olivar como agroecosistema.....	18
3.4	Manejo del suelo	19
3.4.1	Suelo desnudo	20
3.4.2	Suelo con cubierta	22
3.4.3	Influencia de la cubierta vegetal sobre los enemigos naturales	25
4	TIPOLOGÍA DE PRODUCCIÓN EN EL AGROECOSISTEMA DEL OLIVAR ...	29
4.1	Producción convencional.....	29

4.2	Producción convencional con cubierta vegetal.....	30
4.3	Producción integrada.....	30
4.4	Producción orgánica o ecológica.....	32
5	EVOLUCIÓN DEL CONTROL DE PLAGAS EN EL AGROECOSISTEMA OLIVAR	33
5.1	Etapa clásica	34
5.2	Etapa de los productos orgánicos de síntesis.	35
5.2.1	Lucha sistemática	35
5.3	Etapa neoclásica.	37
5.3.1	Lucha química aconsejada, o lucha dirigida.	37
5.3.2	Lucha Integrada, o Control Integrado de Plagas.....	38
6	ARTROPODOFAUNA EN EL AGROECOSISTEMA OLIVAR.....	42
6.1	Concepto de plaga	43
6.2	Umbrales y Niveles poblacionales.....	43
6.3	Grupos de plaga.....	45
6.3.1	Plagas Clave.....	45
6.3.2	Plagas ocasionales o secundarias.....	46
6.3.3	Plagas potenciales.....	46
6.4	Plagas de carácter de importancia en olivar.....	46
6.4.1	La mosca del olivo (<i>Bactrocera oleae</i>).....	48
6.4.2	El prays o polilla del olivo (<i>Prays oleae</i>)	50
6.4.3	La cochinilla de la tizne (<i>Saissetia oleae</i>)	52
6.5	Plagas secundarias	53
6.6	Artropodofauna Benéfica: Parasitoides y Predadores	54
6.6.1	Parasitoides	55
6.6.2	Depredadores	55

7	FENÓMENO DE RESISTENCIA.....	57
7.1	Formas de resistencia	58
7.1.1	Resistencia cruzada.....	58
7.1.2	Resistencia cruzada negativa	58
7.1.3	Resistencia múltiple	58
7.2	Tipos de resistencia en insectos	58
7.2.1	Resistencia por comportamiento.....	59
7.2.2	Resistencia morfológica.....	59
7.2.3	Resistencia fisiológica o bioquímica	59
8	RESISTENCIA COMPORTAMENTAL EN INSECTOS	60
9	EFFECTO DE DOSIS SUBLETALES EN ARTRÓPODOS	61
10	UTILIDAD DE LOS EFECTOS SUBLETALES EN LA DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA COMPORTAMENTAL EN LOS INSECTOS	62
10.1	Como identificador de olivares orgánicos.....	67
10.1.1	Abundancia relativa de los insectos beneficios	71
10.1.2	Inducción de resistencia comportamental.....	73
11	CONCLUSIÓN.....	76
12	Bibliografía.....	78

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de manejo del suelo más extendidos en olivares españoles	20
Tabla 2: Plagas relevantes en olivares	47
Tabla 3: Caracterización de los diferentes tipos de manejo del olivo según los tratamientos químicos aplicados a las diferentes plagas/patógenos (período 2007-2017).	65
Tabla 4: Descripción de las parcelas olivareras estudiadas	66
Tabla 5: Papel ecológico de los insectos benéficos capturados.....	70
Tabla 6: Capturas de insectos benéficos, en parcelas control y tratadas en olivares: convencional (NMC), MIP (NMIP) y orgánico (NMO).	71

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cubierta vegetal de musgos	24
Figura 2: Vegetación natural circundante en las inmediaciones del olivar	27
Figura 3: Vegetación natural en floración	28
Figura 4: Estructura del Manejo Integrado de Plagas.....	40
Figura 5: Integración multidisciplinario en el MIP	42
Figura 6: Umbrales poblacionales en función del tiempo	45
Figura 7: Umbral de Daño económico. Momento óptimo de manejo.....	45
Figura 8: Bactrocera oleae. Fenología de la plaga y principales daños	49
Figura 9: Prays oleae. Fenología de la plaga y principales daños.....	51
Figura 10: Saissetia oleae. Fenología y principales daños.....	53
Figura 11: Evolución de la resistencia al insecticida entre 1908 – 1980.....	58
Figura 12: Mapa de situación de la zona de estudio y de los diferentes olivares considerados en el estudio 1) Manejo convencional, 2) Manejo integrado de plagas y 3) Manejo orgánico.....	64
Figura 13: Parcelas bajo estudio. Disposición de los olivares	68
Figura 14: Capturas de insectos benéficos en parcelas control de olivares convencionales y orgánicos.....	73
Figura 15: Capturas de insectos benéficos en parcelas tratadas de olivares convencionales y orgánicos.....	74

RESUMEN

El olivar, es un agroecosistema, donde el hombre puede redirigir el ciclo de nutrientes, provocar reacciones y favorecer ciertos componentes con el único fin, maximizar su producción. Bajo esta mirada agroecológica, el olivar deja de ser solo el componente más importante, sino que es un componente más del agroecosistema. Comprender el funcionamiento del agroecosistema es fundamental para obtener producciones sustentables en el tiempo.

El concepto de plaga en la agricultura es muy controversial, y una definición nos lleva a pensar que no todos los artrópodos son plagas y necesariamente se deben controlar mediante el empleo de plaguicidas y en fechas pre – establecidas. Sino al contrario, el simple hecho de identificar a una plaga se ahorrarían aplicaciones químicas, y el cultivo sería más sustentable. Por muchos años en el olivar se pusieron los ojos solamente en plagas y su control, y se olvidó de otro grupo de artrópodos que son benéficos, son enemigos naturales de las plagas asociadas al cultivo. Con el uso indiscriminado y frecuente de insecticidas, se eliminó además de plagas, los enemigos naturales que son en muchos casos los encargados de mantener las densidades poblacionales de las plagas bajas sin que ocasionen daños económicos.

La historia de la evolución del control químico contra las plagas nos deja una gran lección: hacer sin conocer, nos lleva a disturbios que son en muchos casos irreparables: en la vegetación, en la artropodofauna, en el suelo, el olivo, en el aire y en el agua. La agricultura evoluciono, lamentablemente el tipo de manejo de la agricultura no lo hizo a la misma escala. Hoy prácticamente el mayor porcentaje de olivares son convencionales.

Uno de los fenómenos que se observó en la historia de la lucha química es el de resistencia a los productos, los individuos van modificándose genéticamente y son capaces de tolerar dosis, o principios activos de los plaguicidas, por lo tanto, las aplicaciones dejan de ser tan efectivas.

Son diversos los fenómenos de resistencias. El menos estudiado es el fenómeno de resistencia comportamental, se manifiesta como una reacción de escape del individuo hacia zonas no tratadas de agroquímico.

Se investigo que el uso de dosis subletales aplicados en olivares induce el fenómeno de resistencia comportamental en insectos, se evalúa el efecto en los artrópodos benéficos. Se propone como un método de control y de clasificación de los tipos de manejo que existen en los olivares. Al aplicar las dosis subletales, se observa que existen diferencias significativas en los diferentes tipos de manejo: convencional, manejo integrado, y orgánico; basados en datos de monitoreo por el uso de trampas cromáticas adhesivas.

Los datos nos muestran que la mayor cantidad de insectos benéficos capaces de desarrollar resistencia comportamental, solo se manifiestan en cultivos que periódicamente se tratan con insecticidas. No ocurre la misma situación en cultivos orgánicos, donde los insectos no están expuestos a dosis de agroquímicos, por lo tanto, estas dosis subletales les provoca directamente la muerte, es por esta razón la menor tasa de capturas en trampas.

Utilizar el método de aplicación de dosis subletales en olivares, es un método eficaz para diferenciar los manejos. Actualmente las técnicas para certificar olivares orgánicos, utilizan la cromatografía, además de ser costosos, no dan buenos resultados debido a la solubilidad de los plaguicidas. Esta nueva técnica de aplicación de dosis subletales, se posiciona como alternativa para ser utilizada.

Palabras claves: agroecosistema – olivar – artrópodos – plagas – enemigos naturales – convencional – orgánicos – resistencia comportamental – dosis subletal.

ABSTRACT

The olive grove is an agroecosystem, where man can redirect the cycle of nutrients, provoke reactions and favor certain components with the sole purpose of maximizing their production. Under this agroecological perspective, the olive grove is no longer just the most important component, but is one more component of the agroecosystem. Understanding the functioning of the agroecosystem is essential to obtain sustainable productions over time.

The concept of pest in agriculture is very controversial, and a definition leads us to think that not all arthropods are pests and must necessarily be controlled through the use of pesticides and on pre-established dates. Otherwise, the simple fact of identifying a pest would save chemical applications, and the crop would be more sustainable. For many years in the olive grove, the eyes were only focused on pests and their control, and another group of arthropods that are beneficial, they are natural enemies of the pests associated with the crop, were forgotten. With the indiscriminate and frequent use of insecticides, in addition to pests, natural enemies were eliminated, which in many cases are responsible for keeping the population densities of pests low without causing economic damage.

The history of the evolution of chemical control against pests leaves us with a great lesson: doing without knowing leads to disturbances that are in many cases irreparable: in the vegetation, in the arthropodofauna, in the soil, the olive tree, in the air. and in the water. Agriculture evolved, unfortunately the type of agricultural management did not do so on the same scale. Today practically the highest percentage of olive groves are conventional.

One of the phenomena that was observed in the history of chemical control is that of resistance to products, individuals are genetically modified and are able to tolerate doses, or active principles of pesticides, therefore, applications are no longer so effective.

Resistance phenomena are diverse. The least studied is the phenomenon of behavioral resistance, which manifests itself as an escape reaction of the individual towards areas not treated with agrochemicals.

It was investigated that the use of sublethal doses applied in olive groves induces the phenomenon of behavioral resistance in insects, the effect on beneficial arthropods is evaluated. It is proposed as a method of control and classification of the types of management that exist in olive groves. When applying sublethal doses, it is observed that there are significant differences in the different types of management: conventional, integrated management, and organic; based on monitoring data from the use of sticky color traps.

The data shows us that the largest number of beneficial insects capable of developing behavioral resistance only manifest themselves in crops that are periodically treated with insecticides. The same situation does not occur in organic crops, where insects are not exposed to doses of agrochemicals, therefore these sub-lethal doses directly cause death, which is why the lower rate of capture in traps.

Using the method of applying sublethal doses in olive groves is an effective method to differentiate management. Currently the techniques to certify organic olive groves use chromatography, in addition to being expensive, they do not give good results due to the solubility of pesticides. This new technique of applying sublethal doses is positioned as an alternative to be used.

Keywords: agroecosystem – olive grove – arthropods – pests – natural enemies – conventional – organic – behavioral resistance – sublethal dose.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Hipótesis

El ecosistema es un sistema complejo, compuestos por componentes que interactúan entre sí, la energía fluye y los nutrientes ciclan. El olivar, es un agroecosistema, un ecosistema transformado del cual el hombre obtiene productos de su interés. dentro del agroecosistema se tejen diversas interacciones, donde uno de los componentes es el hombre, que tiene la posibilidad de dirigir el ciclo de nutrientes, realizar aportes externos de energía, para maximizar el rendimiento global. Es por esta razón que hay diferentes tipos de olivares, con diferentes prácticas de manejo.

Un concepto base del desarrollo: el agroecosistema. Visualizar el *OLIVAR* como un agroecosistema, la importancia del suelo, de la cubierta vegetal, el tipo de manejo y como afecta al olivar, y centrarnos en especial en la entomofauna que participa, y respondemos a la pregunta ¿Cuándo una especie es considerada plaga?, respondiendo la pregunta anterior aclara la visión que tenemos acerca del control de plagas. Una revisión de la historia de la lucha contra las plagas nos demuestra que mucho de los problemas que existen en esta área es debido principalmente al desconocimiento de las interacciones que se dan dentro de un agroecosistema. Para el caso del olivar definimos las principales especies plagas, teniendo en cuenta los umbrales poblacionales, y los principales enemigos naturales que están presentes en el olivar.

Con el desarrollo de los temas anteriores, podremos comprender el fenómeno de resistencia en artrópodos. Tal fenómeno no es buscado por el hombre, al contrario, es el resultado del desconocimiento de que en cualquier agroecosistema, podemos afectar el equilibrio y consecuentemente se da un desbalance ocasionando diversas problemáticas. El mal uso (altas dosis, frecuencia) de los productos insecticidas, y el desconocimiento de la biología de las plagas da lugar a la aparición de fenómenos de resistencia.

Se evalúa el uso de realizar aplicaciones de la dosis comercial del insecticida sintético en parcelas experimentales de olivares, para luego monitorear las

reacciones de los insectos benéficos, que son los que nos sirven para identificar los diferentes agroecosistemas.

Esta herramienta puede ser considerada como un método de control y diferenciador del manejo de los olivares: convencional, MIP, y orgánico.

El olivar debe ser enfocado como un agroecosistema con una mirada holística e integrada, teniendo en cuenta a todos los componentes que lo integran desde el suelo hasta la artropodofauna presente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Generales

Realizar una revisión bibliográfica sobre el agroecosistema del olivar; con un enfoque general, en la lucha química contra las principales plagas, y el desarrollo de resistencia comportamental en artrópodos benéficos. Exponer un método práctico para diferenciar olivares orgánicos, basado en la aplicación de insecticidas y la captura de insectos benéficos.

1.2.2 Específicos

- Concebir al olivar como agroecosistema
- Diferenciar los principales manejos del olivar
- Importancia de la entomofauna del olivar
- Diferenciar tipos de plagas, y umbrales poblacionales.
- Conocer los principales enemigos naturales
- Evolución en el control de plagas
- Importancia de la resistencia en artrópodos
- Tipos de resistencia
- Demostrar un método práctico para que sirve para diferenciar manejos en olivares

1.3 Materiales y Métodos

Se realizó una revisión bibliográfica y temática del agroecosistema del olivar en Jaén, Provincia de Andalucía. La fuente bibliográfica del material utilizado para la revisión fue provista por el equipo de tutoría del Trabajo Fin de Master, material

propio recopilado en años anteriores, y búsquedas externas en “Google Scholar”. Se incluyeron trabajos científicos publicados, estudios de casos, manuales, guías prácticas, entre otras.

2 LA NECESIDAD DE UNA VISIÓN HOLÍSTICA Y SISTÉMICA PARA EL ABORDAJE DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

2.1 El enfoque de sistemas

Un sistema es un “arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo”. (Becht, 1974).

Como un reloj, no es sólo la suma de todas sus piezas, sino, además, de la forma en que éstas están relacionadas o ensambladas, así, en un sistema ecológico, no es sólo la suma de sus componentes, sino la forma en que éstos se interrelacionan lo que le da sus propiedades particulares. En un sistema pueden reconocerse: a) componentes, b) interacciones entre sus componentes, y c) entradas, salidas y límites del sistema.

2.2 Componentes – Estructura trófica – Interacciones

En los ecosistemas naturales, la energía fluye, es fijada por las plantas verdes y va trasladándose de un eslabón a otro, perdiéndose una parte en cada eslabón y sin posibilidad de ser recuperada. Los nutrientes, sin embargo, recorren la cadena de forma cíclica, permitiendo, si el ecosistema funciona adecuadamente, su utilización repetida una y otra vez de forma ininterrumpida.

La base en todos los ecosistemas terrestres son las plantas, que son los únicos seres vivos capaces de aprovechar la energía del sol, el CO₂ del aire, el agua y los nutrientes extraídos del suelo, y transformarlos para sobrevivir, por eso se les llama “productores”. Los *productores* es la fuente de alimento de los llamados “consumidores *primarios*” o “*fitófagos*”. Y a estos los “*consumidores secundarios*” o “*predadores*”, y a estos los “*superpredadores*”. Existe otro eslabón, menos visible pero quizás más importante, que es la de los organismos que se alimentan de materia orgánica muerta, llamados “*descomponedores*” (necrófagos, detritívoros) y son los encargados de que los materiales nutritivos vuelvan otra vez al suelo y puedan reutilizarse por los *productores*.

La estructura del agrosistema del olivar, puede ser útil presentar los componentes de una forma simplificada:

2.2.1 Productores

En el olivar este eslabón es particular, pues durante varios meses al año la única especie, capaz de fotosintetizar, es el olivo, la diversidad está gravemente afectada en este eslabón. Aunque en el olivar existe una flora acompañante de plantas herbáceas, mal conocidas como “malezas”, puede desarrollar un importante papel en cuanto a la producción de biomasa y la protección del suelo. Esta peculiar “flora” varía en presencia y abundancia, según las condiciones del suelo, la disponibilidad de agua y, sobre todo, las prácticas de cultivo que realiza el agricultor.

2.2.2 Consumidores primarios

En el escalón de los consumidores primarios o fitófagos vemos que los vertebrados son pocos, pero más de los que un principio pudiera parecer. Por ejemplo, en determinadas zonas el olivar alberga en invierno una rica y abundante avifauna. La lista de invertebrados es muchísimo más extensa, constituida en su mayoría por artrópodos y fundamentalmente conformada por insectos. Además de estas, hay que añadir también especies de ácaros.

2.2.3 Consumidores secundarios

Al poner nuestra atención en los siguientes escalones de consumidores encontramos algo similar pero más amplio: Algunos vertebrados, mamíferos (insectívoros, quirópteros, y carnívoros), aves y reptiles poco valorados pero que están presentes en todos los olivares. Y, al igual que entre los fitófagos, la mayor variedad y número de consumidores secundarios y terciarios (predadores, parásitos, parasitoides y superpredadores) se encuentra en los invertebrados, en especial entre los insectos.

2.2.4 Descomponedores

Dentro de los descomponedores, bacterias, hongos, actinomicetos, protozoos, así como el resto de micro y meso fauna del suelo, realizan un papel fundamental en el mantenimiento de la fertilidad del suelo, constituyen un sistema vivo complejo y variado. La acción de estos microorganismos es aprovechar la energía contenida en la materia orgánica y liberar los minerales que la componen, de forma que puedan volver a ingresar en el ciclo, cerrando así el ciclo de los nutrientes.

Que los componentes del agroecosistema se presenten de forma esquemática y sus componentes separados, no debe llevarnos a olvidar de que se trata de un sistema dinámico en el que los individuos y las poblaciones que lo habitan mantienen una compleja red de interrelaciones de todo tipo, estas interrelaciones le dan la estructura al agroecosistema. Cuantas mayores sean, mayor será su estabilidad y capacidad para soportar cambios; al reducirlas el sistema será por tanto más débil a soportar disturbios.

3 EL AGROECOSISTEMA

3.1 Definición

Los agroecosistemas, son un tipo especial de ecosistema, intermedios entre los ecosistemas naturales y los ecosistemas urbanos como las ciudades, totalmente contruidos por el hombre (Odum, 1984).

Según Hart (Hart, 1985), define al agroecosistema como un ecosistema que cuenta, por lo menos, con una población de utilidad agrícola.

3.2 Utilidad

Los agroecosistemas nos proveen de comida y fibras y además tienen grandes impactos sobre la calidad del ambiente. Son muchas las diferencias y similitudes entre los ecosistemas naturales y los agroecosistemas.

A diferencia de los ecosistemas naturales, los agroecosistemas tienen un propósito: producción de alimentos o fibras, y, un accionista: el ser humano.

3.3 El olivar como agroecosistema

Toda producción rural finalmente implica una apropiación de ecosistemas, (Toledo, 1994). Para ello, es necesario un abordaje diferente, basado en una visión holística y sistémica. El cambio hacia esta visión sistémica, *compleja e integral* es, entonces, fundamental e implica que los agroecosistemas deben visualizarse como sistemas ecológicos asociados a variables socioeconómicas, que tienen por fin una producción de utilidad económica.

Por otro lado, el abordaje holístico implica reconocer que el todo es más que la suma de las partes. Es imposible interpretar el comportamiento de un sistema dado sólo basándose en estudios sobre el comportamiento de sus partes (Lugo, Morris, 1982).

Para poner en cultivo un olivar (*cualquiera sea*) se debe “simplificar la estructura” del ecosistema. Hay que “quitar de en medio” a aquellos seres vivos o no, que interfieran por alguna razón con el objetivo productivo, por ejemplo: competencia directa por el agua, nutrientes, luz o el mismo espacio físico para vivir; o, también cuando obstaculicen el acceso para la recolección o las labores culturales. Al simplificar un ecosistema, quitándole sus componentes, se reduce su diversidad, estabilidad, y su equilibrio; este proceso es inevitable. Para compensar esta pérdida es necesario el aporte de energía y materiales desde fuera del sistema (labor humana, uso de combustibles fósiles, abonos, plaguicidas), tanto más cuanto mayor sea la desestabilización.

En el agroecosistema del olivar se debe encontrar un *nuevo punto de equilibrio* en el cual se obtenga productividad, sin afectar irreversiblemente a la estabilidad. Para ello es imprescindible conocer la organización, funcionamiento, y componentes.

Existen factores de un agroecosistema en los el hombre no puede modificarlos. Se destacan: propiedades físicas y químicas del suelo, topografía, pluviometría. (Navarro et al., 2017).

3.4 Manejo del suelo

El suelo es un componente vital para el agroecosistema del olivar, es el reservorio de agua, el medio de vida de los árboles y meso fauna, es la reserva de nutrientes de los cuales el olivo se alimenta, por esto es considerado un sistema vivo, y que además es un subsistema dentro del olivar. El suelo agrícola, es una parte fundamental de los agroecosistemas.

Uno de los factores que mayor influencia tiene en la elección del método para gestionar el suelo del olivar es la erosión (Pastor et al., 1996). El olivar es uno de los cultivos en los que mayores pérdidas de suelo se producen, se ha estimado que la pérdida de suelo en muchos olivares varía entre 5 y 80 tn/ha al año (Cano et al., 2011) (López, Cuervo. 1990). El correcto manejo del suelo del olivar, especialmente

si éste es de secano, resulta ser de gran importancia, ya que pequeños aumentos en la capacidad de almacenamiento de agua pueden derivar en un aumento considerable de la producción (Alcántara et al., 2017). Tradicionalmente, se han aplicado técnicas de labranza en el suelo del olivar con la intención de controlar las malezas, mejorar la estructura y, aumentar la disponibilidad de agua.

Aquí en Jaén, encontramos diversos tipos de manejo del suelo del olivar, agrupados en dos grandes grupos: suelo desnudo y suelo con cubierta. En Tabla 1, se muestran las características de los tipos de manejos más extendidos en España.

Tabla 1: Tipos de manejo del suelo

Suelo desnudo	Laboreo convencional			
	No laboreo con suelo desnudo			
	Laboreo reducido	Semi laboreo		
		Mínimo laboreo		
Suelo con cubierta	Cubierta vegetal	Viva	Espontanea	Fanerógamas
				Musgos
		Sembrada	Gramíneas	
			Crucíferas	
			Leguminosa	
			Mezclas	
	Restos vegetales	Procedentes de poda		
		Otros		
Cubierta inerte	Piedras			
	Otros			

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de (Pastor et al., 2001) y (Alcántara et al., 2017).

3.4.1 Suelo desnudo

El principal objetivo de esta práctica es reducir la competencia por el agua entre el olivo y las hierbas y facilitar las diversas tareas culturales que se realizan durante el año en el olivar (poda, recolección). Mantener el suelo del olivar libre de malezas durante todo el año, es el objetivo. Entre los beneficios que esta medida pueda aportar al cultivo, tener el suelo desnudo desencadena una serie de efectos negativos, entre los que destacan: la reducción del contenido de materia orgánica

del suelo (%MO), la degradación de su estructura, la reducción en la tasa de infiltración de agua de lluvia y se observa una mayor tendencia a la compactación del suelo. Sumados estos efectos inmediatos, a largo plazo se evidencian problemáticas agronómicas graves: aumento del porcentaje de erosión y por ende pérdida directa de suelo, reducción de la capacidad de retención hídrica, aumento de la escorrentía superficial, formación de cárcavas (erosión hídrica), acumulación de sedimentos y contaminantes en las aguas superficiales. Entre los sistemas más empleados para lograr mantener el suelo del olivar desnudo encontramos los siguientes:

Laboreo convencional

Sistema muy extendido, que consiste en la realización de labores de manera continuada para mantener el suelo completamente libre de malezas durante todo el año. Actualmente, la tendencia es hacer labores superficiales (10-20 cm), para reducir la erosión. Estas labores se inician en invierno tras la cosecha para romper el suelo y facilitar la infiltración del agua.

No laboreo con suelo desnudo

En este sistema, se eliminan por completo las labores mecánicas y se mantiene el suelo desnudo mediante la aplicación de herbicidas. Es una alternativa al laboreo convencional. Los herbicidas se aplican a principios de otoño sobre suelo desnudo, en preemergencia de las malas hierbas, o a mediados de otoño tras las primeras precipitaciones, en postemergencia temprana, cuando la mayoría de las hierbas de ciclo invernal ya han germinado. Las malas hierbas perennes suelen tratarse en primavera, empleando herbicidas específicos para tal fin. El principal problema es la compactación del suelo por el frecuente uso de la maquinaria para realizar diversas tareas (aplicación de fertilizantes, y plaguicidas, cosecha). Las consecuencias son similares a las del laboreo convencional, pero se agrega que si los tratamientos con herbicidas no se realizan de la manera adecuada se induce a la aparición de resistencia en plantas.

Laboreo reducido

Es un tipo de laboreo en el que se tiende a reducir el número de labores, combinando el uso de herbicidas. El vibro cultivador, sustituye al arado de discos que voltea el suelo. Dentro de este sistema, podemos encontrar diversas tendencias

Semilaboreo: el fin de estas labores no es controlar las malas hierbas, por lo que se emplea herbicida en toda la superficie del olivar. Se labra de manera convencional solo el centro de las calles, eliminando las hierbas con herbicidas: se limita en el número de labores como en la profundidad (1-2 labores/año a 5 cm de profundidad), tratando de minimizar las pérdidas de agua por el laboreo.

3.4.2 Suelo con cubierta

Las cubiertas, especialmente vegetales, se han empleado con objeto de mejorar las características de los suelos. El éxito de la utilización de una cubierta dependerá necesariamente de una buena elección del tipo de cubierta y del manejo que se realice de la misma, en función de los objetivos concretos que se persigan (Ramírez. García et al., 2015).

Cubiertas vegetales

El concepto de cubierta vegetal fue evolucionando para englobar una serie de realidades diversas. Ampliando la definición propuesta por Liebman y Molher (Liebman. Molher. 2001), define a las cubiertas vegetales como: “especies vivas o restos vegetales manejados para un fin concreto, como la prevención de la erosión, la mejora de las propiedades físico-químicas del suelo y del balance de agua y de nutrientes, así como el control de enfermedades y malas hierbas, con el objetivo de mejorar el agroecosistema donde se empleen”. (Alcántara et al.,2017)

Existen dos alternativas respecto a las cubiertas vegetales para cubrir el suelo: cubiertas vegetales vivas o emplear restos vegetales (generalmente procedentes de la poda). Son muy eficaces en el control de la erosión, ya que reducen el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, limitando la disgregación del mismo y la escorrentía, ayudan a reducir la compactación del suelo, usando especies con sistemas radiculares bien desarrollados, lo que favorece la infiltración del agua y enriquece el suelo con materia orgánica (Alcántara et al., 2017). Se ha demostrado

que son útiles para combatir enfermedades como la verticilosis (Saavedra et al., 2016).

Las cubiertas vegetales, generalmente sólo ocupan las calles entre los olivos, el suelo bajo la copa este desnudo o con especies de porte bajo para no entorpecer las diferentes labores en especial, la recolección. Se pueden combinar los dos tipos de cubiertas.

Las cubiertas vegetales vivas deben estar correctamente manejadas y suelen mantenerse hasta final del invierno. A partir de entonces, en función del régimen de lluvias, deben retirarse para evitar que compitan por el agua con el olivo, especialmente en secano (Alonso. Ayuso et al., 2014); (Hernández et al., 2005). (Saavedra. Pastor., 2002). Para eliminar total o parcialmente una cubierta se puede realizar tanto siega química como mecánica (opciones preferibles en suelos erosionables), así como un laboreo en profundidad que permita incorporar los restos orgánicos al suelo o bien recurrir al pastoreo (Alcántara et al., 2017).

Cubiertas vegetales en función de su instalación:

Cubiertas Sembradas

Las cubiertas vegetales sembradas, las especies que la conforman, poseen ciertas características: fácil instalación, rápida emergencia, generación de biomasa en poco tiempo y poseer ciclos fenológicos cortos.

Las familias botánicas más utilizadas: gramíneas, crucíferas y leguminosas. Cada una de ellas presenta una serie de ventajas y diferentes requerimientos. Las gramíneas destacan por conseguir un control efectivo de la erosión (Castro et al., 1992); las crucíferas se caracterizan por corregir la compactación del suelo, gracias a su raíz pivotante (Wolfe, 2007), controlan las malas hierbas (Haramoto. Gallandt, 2004) y poseen capacidad de combatir la verticilosis (Cabeza et al., 2008); las leguminosas se emplean fundamentalmente por su capacidad para fijar N₂ en el suelo.

Una opción bastante interesante es el empleo de cubiertas sembradas en las que se mezclen varias especies; las cubiertas compuestas aumentan el éxito conforme se reduce el número de especies de la mezcla (Alcántara et al., 2017).

Cubiertas Espontáneas

Cubiertas vegetales conformadas por especies presentes en el olivar, normalmente plantas fanerógamas. Son cubiertas heterogéneas, más o menos diversas en función de las distintas especies vegetales que las conformen. Últimamente, se están estableciendo algunas cubiertas a base de musgos (Figura 1), reducen la erosión, retardan la aparición de las malas hierbas y se adaptan bien al secano al absorber humedad del ambiente. Como ventaja es que no es necesario retirarlos en primavera, pues no compiten por el agua con el olivo. Aparecen de forma espontánea en el olivar.

Figura 1: Cubierta vegetal de musgos



Fuente: Elaboración propia. 2022

Cubiertas de restos vegetales

Se utilizan los restos de poda y hojas de olivo, aunque también se pueden incorporar otros restos de origen vegetal. El suelo nutricionalmente se enriquece y se limita el crecimiento de malezas (Alcántara et al., 2009); (Ordóñez et al., 2015); (Repullo et al., 2012).

Cubiertas inertes

Son cubiertas que no aportan materia orgánica al suelo. Se utilizan piedras, si la parcela tiene un alto porcentaje de pedregosidad, materiales sintéticos como las láminas de polietileno. Los objetivos que con una cubierta inerte se pretenden alcanzar son los mismos (evitar o disminuir la erosión y la escorrentía).

3.4.3 Influencia de la cubierta vegetal sobre los enemigos naturales

La concepción del olivo como un agroecosistema, considera esencial la estimulación y conservación de la biodiversidad, lo que implica, entre muchos factores, la implantación de cubiertas vegetales herbáceas. Con esta medida, además de mitigar la erosión, se pretende potenciar las interacciones entre la entomofauna: fitófago-entomófago, y por tanto optimizar los mecanismos naturales de control (González. Guzmán. 2019).

Las poblaciones de artrópodos responden a las distintas prácticas de manejo del suelo, que permite desarrollar técnicas de manejo que consigan una mayor diversificación, e incrementar las poblaciones de depredadores, parasitoides, y otros insectos benéficos para el olivar.

Se debe resaltar las diferencias en cuanto a las entomocenosis beneficiosas, que constituyen el principal elemento natural del control de plagas, y representan un claro indicador del grado de sostenibilidad de este agroecosistema (González. Guzmán. 2019).

Para considerar la importancia de la cubierta vegetal en el olivar es necesario considerar el rol que tiene como fuente de alimentación sobre la extensa comunidad animal, tanto de invertebrados como de vertebrados; ella constituye el asentamiento de poblaciones fitófagas, que a su vez estas poblaciones, constituyen una parte

fundamental en el mantenimiento de los enemigos naturales polífagos que requieren presas alternativas, o secundarias, cuando en el olivo no sea posible encontrarlas, durante ciertos periodos de tiempo.

Otra de las funciones es que la cubierta vegetal posibilita un ambiente adecuado, tanto físico, como determinante de las condiciones micro climáticas adecuadas para el desarrollo de la entomofauna. Es un soporte mecánico, que favorece la existencia de biotopos adecuados para salvaguardar a la fauna en los estadios invernales de numerosas especies, pero especialmente la de enemigos naturales.

La entomofauna del olivar es muy abundante, centenar de especies fitófagas, y también especies auxiliares; estas especies que son muy útiles están compuestas por especies: depredadoras y parasitoides, y son mucho más abundantes que las especies dañinas.

En investigaciones referentes a la diversidad entomológica del olivar, en suelo y copa (Morris. Campos, 1999). (Rodríguez et al., 2012) resaltan una dominancia en los olivares (suelo desnudo o con cubierta), de parasitoides de las familias: *Ceraphonidae*, *Scelionidae*, *Chalcididae* y *Encertidae*, destacando a: *Ageniaspis fuscicollis*, como un controlador efectivo de *Prays oleae*. En base a estas investigaciones, las hormigas (Himenóptera: *Formicidae*) son las especies dominantes en el suelo, luego los carábidos (Coleóptera: *Carabidae*).

En suelos con cubierta vegetal los Heterópteros (*Anthocoridae*) tienen una mayor abundancia (Rodríguez et al., 2012), ya que dichas composiciones vegetales son la estructura de hibernación de estas especies que, en la primavera, migran hacia los campos de cultivo para poner sus huevos (Paredes et al., 2014).

La época de floración de la cubierta vegetal también es útil, este corto estadio de las especies vegetales, provee de néctar, para algunos insectos Himenópteros parasitoides que se alimentan de: *Stachys recta* (*Lamiaceae*), *Daucus carota* (*Apiaceae*) o *Salix alba* (*Salicaceae*) que les aseguran mayor esperanza de vida, lo que influye directamente en un aumento del nivel de parasitismo sobre sus especies presa.

Los crisópidos (Neuróptera: *Chrysopidae*) exhiben niveles de abundancia más altos en olivares con cubierta vegetal, que en olivares sin cubierta (Porcel et al., 2017). La cubierta vegetal contribuye como el lugar (hojas de vegetación) para la puesta de huevos tras la cópula.

Los árboles próximos al olivar, también favorecen el aumento en la abundancia y riqueza de crisópidos (González et al., 2008). La creación de una zona de contacto entre el olivar y la vegetación forestal hace que la densidad de crisópidos resulte superior en comparación con los olivares donde no exista dicho contacto. Esta mayor densidad en las zonas de transición entre la vegetación natural y el olivar puede explicarse al movimiento que realizan los crisópidos entre ambas demarcaciones (Villenabe et al., 2005). Además, según el estudio, el tipo de vegetación próxima al cultivo influye en el aumento de la densidad, por ejemplo, especies del género *Quercus sp.* favorece más, que las especies del género *Pinus sp.*, lo que tiene una repercusión importante frente a la depredación de *Prays oleae* y otras especies que ocasionan daños.

Figura 2: Vegetación natural circundante en las inmediaciones del olivar



Fuente: Elaboración propia. 2022

Seleccionando cubiertas vegetales es también importante ya que se establecen determinadas comunidades de artrópodos. En una investigación realizada, para el cultivo de mandarina Clementina demostró que el uso de cubiertas con especies de *Festuca arundinacea* (Poaceae) como cubierta vegetal tiene el potencial de reducir la densidad poblacional de tisanópteros (Thysanoptera) como *Frankliniella occidentalis* y *Thrips tabaci* (Thripidae), estas plagas han mostrado mayor densidad en cubiertas residentes. Es muy importante la elección adecuada de una cubierta vegetal selectiva ya que puede ser una aliada en el control natural de la plaga. *Aelotrips intermedius*, un tisanóptero (Aelothripidae), fue también encontrado y citado sobre una gran diversidad de especies vegetales, como *Caléndula arvensis*, *Diplotaxis virgata*, o *Asphodelus alba* entre muchas otras. Estos resultados indican el beneficio que aporta la vegetación a esta especie depredadora que actúa sobre una gran diversidad de especies fitófagas. (Aguilar et al., 2013).

Figura 3: Vegetación natural en floración



Fuente: Elaboración propia. 2022

Las cubiertas vegetales integradas por un conjunto de especies favorecen más la diversidad de las comunidades de artrópodos más que aquellas que están compuestas por pocas especies (Gómez et al., 2017), pues proporcionarán más

posibles relaciones tróficas entre los organismos, lo que puede desembocar en el asentamiento de diferentes grupos animales.

4 TIPOLOGÍA DE PRODUCCIÓN EN EL AGROECOSISTEMA DEL OLIVAR

En España, particularmente en Andalucía, desde el punto de vista de la reglamentación de las operaciones agronómicas y la gestión de las plagas y las enfermedades del olivar, existen básicamente tres tipos de sistemas de producción: agricultura ecológica, producción integrada y producción convencional. Los dos primeros son sistemas certificados y reconocidos por las administraciones pertinentes, mientras que el tercero se define por descarte, es decir, todas aquellas explotaciones que no estén acogidas a uno de los sistemas anteriores. A continuación, se describen las tipologías productivas que están presentes, y sus aspectos más importantes.

4.1 Producción convencional

La producción convencional es toda aquella explotación que no esté certificada: como agricultura ecológica ni como producción integrada. Comprende por lo tanto un amplio abanico de realidades que, a pesar de no estar sometidas a certificación, sí cuentan con una normativa que las regula. En la región de Andalucía, se aplica el Programa de Desarrollo Rural de Andalucía, que consta con un programa subtemático del olivar. Entre otros aspectos, trata sobre el papel de los distintos tipos de ecosistemas vinculados al olivar en el mantenimiento de la riqueza paisajística y la biodiversidad, el potencial del sector en términos de captura de CO₂, la producción de energías renovable a partir de subproductos de la oliva. En el olivar convencional o tradicional se presentan marcos de plantación amplios, y las pendientes permiten el paso de maquinaria para la realización de los trabajos agrícolas

En este tipo de olivar, el manejo del suelo se caracteriza por la eliminación sistemática, y casi completa de la flora y del matorral, prácticamente en toda la superficie: calles, bajo las copas de los olivos, y circundante, dicho proceso es realizado en la actualidad mediante el uso de herbicidas de preemergencia y postemergencia. La eliminación de la cubierta vegetal además de la pérdida de

biodiversidad, afecta al banco de semillas albergado en suelo durante largos periodos de tiempo (Gálvez et al., 2011), sumado al laboreo mecánico del suelo, provoca un declive en la biodiversidad de los enemigos naturales, pudiendo aumentar el daño provocado por las plagas en los olivares (Aldebis et al., 2004). Un rasgo característico de este tipo de cultivo es la aplicación de plaguicidas químicos convencionales mediante lucha sistemática, y recurriendo al uso de estos cuando se considere necesario de un modo relativamente arbitrario, y teniendo poco o ninguna información sobre la evolución y nivel poblacional de las plagas.

4.2 Producción convencional con cubierta vegetal

Al manejo anterior, se integran en su sistema las cubiertas vegetales. Se observa que, con la cubierta vegetal, hay aumento de la biodiversidad de la entomofauna útil (Rodríguez et al., 2012); (Gómez et al., 2017); (Corrales. Campos, 2004); (Porcel et al., 2017) lo que resulta claramente beneficioso desde el punto de vista de control de las plagas. Sin embargo, el uso frecuente de insecticidas y herbicidas sigue siendo patente en estos tipos de cultivos, lo que repercute de manera negativa en los beneficios generados por la conservación de la cubierta vegetal.

4.3 Producción integrada

La producción integrada es un sistema agrícola que optimiza los recursos y los mecanismos de producción naturales, asegurando una agricultura sostenible a largo plazo. La Organización Internacional de Lucha Biológica (O.I.L.B), define Control Integrado de Plagas (CIP) como *“La lucha contra los organismos perjudiciales, utilizando un conjunto de métodos que satisfagan simultáneamente las exigencias económicas, ecológicas y toxicológicas, reservando la prioridad de actuación a los elementos naturales de control, y respetando los límites de tolerancia”*.

Este nuevo enfoque de manejo propone procedimientos esenciales como los siguientes:

El correcto reconocimiento e identificación de las plagas y complejos de enemigos naturales de estas, así como de su biología y ecología.

La ejecución de estudios apropiados para la determinación del umbral económico de daños, para luego adoptar un sistema de control.

La selección de tácticas y estrategias de control adecuadas para diferentes casos, con el fin de reducir los daños que la lucha química pueda causar en el ecosistema y en la salud del consumidor.

De este modo, el control integrado de plagas ofrece nuevas posibilidades referentes al manejo del agroecosistema, proporcionando sostenibilidad entre el control de las plagas y la obtención de recursos, provocando consigo una alteración reducida de los factores ecológicos.

En este tipo de sistema de producción se emplean métodos de control biológico contra las plagas y malezas, se permite el uso de ciertos químicos bajo una serie de condiciones concretas y se introducen técnicas diversas a favor de la protección del medio ambiente y la productividad agrícola. Puesto que se trata de un sistema certificado, se deben controlar todos los procesos desde la producción hasta la manipulación, transformación, envasado, etiquetado y comercialización del producto vegetal (Garrido et al., 2009).

Este tipo de producción, desarrolla una serie de técnicas para asegurar el cumplimiento de cuatro objetivos principales: a) calidad del producto; b) seguridad alimentaria; c) respeto por el medio ambiente y sostenibilidad; y d) rentabilidad de las explotaciones (Pastor. Alarcón, 2003). Por lo tanto, la producción integrada podría definirse como una forma de elegir y ejecutar las prácticas agrarias que nos permitan alcanzar los anteriores objetivos, es decir, se contempla la posibilidad de emplear todas las técnicas disponibles, siempre y cuando se elijan y apliquen en el momento adecuado para causar el menor disturbio al agroecosistema, y mejorar la productividad y su entorno (Saavedra. Pastor, 2002). El empleo de sustancias químicas solo está justificado y permitido en los que no existan otras alternativas sostenibles, basados en un eficaz monitoreo y seguimiento de la plaga y/o enfermedad. En producción integrada, el control de plagas y/o enfermedades se ajustan a los establecidos umbrales de daño. Así, los tratamientos establecidos a fechas fijas quedan totalmente desechados, debiéndose realizar correctos monitoreos de las plagas y/o enfermedades, y también de los organismos benéficos para tomar una decisión sobre la utilización de productos químicos de síntesis (plaguicidas).

A diferencia del enfoque tradicional o convencional, la característica primordial del control integrado de plagas es el establecimiento de umbrales que determinan la necesidad de aplicación de lucha química, lo que permite suprimir buena parte de la aplicación de pesticidas.

4.4 Producción orgánica o ecológica

La agricultura ecológica es un sistema de producción agrario cuyo principal objetivo es conseguir alimentos de máxima calidad, respetando el medio ambiente y los ciclos naturales de los organismos, conservando la fertilidad de la tierra, utilizando de manera óptima los recursos naturales y excluyendo el empleo de productos químicos de síntesis, así como de organismos modificados genéticamente. Puesto que se trata de un sistema certificado, necesita de entidades que certifiquen y controlen todo el proceso productivo (Garrido et al., 2009). El principal elemento diferenciador del olivar Ecológico frente a los demás regímenes de manejo de cultivos es la supresión total de agroquímicos de síntesis. La finalidad es fomentar la supervivencia de los enemigos naturales y potenciar su efectividad, mediante un adecuado manejo de la biodiversidad vegetal, lo que aumenta las interacciones tróficas de estos insectos, tanto entre sus especies entomófagas como entre los demás elementos del agrosistema. El control de plagas depende por tanto exclusivamente de procesos puramente biológicos, en los que los enemigos naturales son los principales responsables, en combinación con los mecanismos naturales de resistencia generados por las propias plantas. Investigaciones realizadas (Gálvez et al., 2011) exponen que la utilización de diferentes especies en las cubiertas vegetales (gramíneas, crucíferas, leguminosas, vegetación natural) en el centro de las calles del olivar y la recuperación de la vegetación en las zonas improductivas del olivar, como lindes, taludes o cunetas, puede contribuir en el proceso de conversión ecológica del olivar tradicional mecanizable. Este proceso de reconversión llevaría asociado un incremento y diversificación de la entomofauna.

En España, la producción agrícola ecológica se reguló por primera vez en 1988 (Real Decreto 759/1988, de 15 de julio). Desde entonces la legislación ha ido avanzando para adaptarse a los cambios que establecía la Política Agraria Común (PAC).

El objetivo principal del olivar ecológico es la producción de aceite virgen extra sin el uso de productos químicos de síntesis (fertilizantes, herbicidas, plaguicidas), siendo libre de contaminantes. Además, se pone especial atención al cuidado y protección de los recursos naturales: suelo, agua, atmósfera, y biodiversidad, y también el máximo cuidado de la salud humana. En el agroecosistema del olivar existe una serie de recursos como son el suelo, la vegetación espontánea, el agua de lluvia, la artropodofauna auxiliar, residuos propios del olivar (procedentes de la poda o de la almazara), que se han de manejar adecuadamente para conseguir aumentos notables en la rentabilidad económica de las explotaciones olivareras sin degradar el ambiente. Por otra parte, la reglamentación permite el empleo de fertilizantes orgánicos, enmiendas minerales, plaguicidas de origen natural y otros insumos que ayuden a aumentar en lo posible la producción (Guzmán et al., 2019). Al utilizar este sistema de cultivo, se hace notable la disminución kilos por hectárea de aceitunas producidas, comparándose con un olivar de manejo convencional. Sin embargo, si se tiene en cuenta el mayor precio de venta del producto, la disminución en el rendimiento de kilos puede verse compensada por el precio (Martínez. 2010). Al tratarse de un sistema certificado, se deben controlar todos los procesos desde la producción hasta la manipulación, transformación, envasado, etiquetado y comercialización del producto vegetal (Garrido et al., 2009).

5 EVOLUCIÓN DEL CONTROL DE PLAGAS EN EL AGROECOSISTEMA OLIVAR

La lucha entre el hombre y los insectos causantes de daños, comienza cuando el hombre se convierte en sedentario, y se interesa en el aprovechamiento de los animales y vegetales como fuente de alimentos. La lucha química es una táctica de control de plagas basada en el uso de productos químicos con actividad insecticida. Se han puesto de manifiesto múltiples y adversos efectos nocivos de la lucha química convencional y sistemática en el hombre, la fauna, y el medio ambiente.

El comercio desarrollo y provocó que el hombre agricultor tuviera un gran interés en erradicar por completo a los insectos plaga, que eran los causantes de destruir los campos de cultivo, impedían que la productividad fuese mayor, lo que se asociaba con una pérdida económica.

La actividad humana en el mundo, fue la desencadenante del aumento en el número de insectos como plagas, debido a los disturbios producidos en el ecosistema, sin tener en cuenta que el tratar de erradicar individuos/especies o ciertos componentes provoca la destrucción del equilibrio en el ecosistema, la transformación de las condiciones naturales al aumentar las áreas de cultivo, las de pastoreo o el aprovechamiento agroforestal.

En la antigüedad el control de las plagas se hacía de manera manual: corte de las ramas, hojas u otras partes atacadas. Debido a que estos métodos no eran viables, históricamente debió soportarse el daño causado por insectos y/o enfermedades. (Calvert,1979)

La terapéutica vegetal transcurrió diversas etapas, (Carrero. 1995) las sintetiza en:

5.1 Etapa clásica

Anteriormente al descubrimiento de los productos orgánicos, se utilizaban insecticidas derivados de productos naturales; por ejemplo: nicotina, azufre, sulfato de cobre, emulsiones de aceite mineral, mediante las tecnologías tanto culturales y agronómicas que existían en la época. Esta etapa se correspondía con periodos donde la agricultura cumplía una función primaria de subsistencia, con rendimientos bajos y escasas extensiones de cultivo. La protección de las plantaciones era una ocupación a cargo del control biológico del ecosistema y la resistencia de la propia planta frente a las enfermedades, por lo que se observaba un equilibrio biológico natural; se desconocían los conceptos de contaminación, residuos, toxicidad.

El uso de plaguicidas data aproximadamente en el 2.500 a.C, por los Sumerios, utilizando azufre. En Grecia y Roma se empleaban productos químicos inorgánicos para destruir insectos. Luego en el siglo XVI, en China se empleaban arsenicales como insecticidas y poco después la nicotina extraída del tabaco (Calva. Torres, 1998). En el siglo XIX se utilizó el pelitre (planta de sabor salino muy fuerte a la que se le añade keroseno) y jabón para combatir plagas, así como las mezclas elaboradas a partir de tabaco, azufre y cal para eliminar tanto insectos como hongos (OMS, 1992). El hombre gradualmente evolucionó hacia nuevos sistemas de cultivo que le aseguraban una producción adecuada hasta el próximo ciclo productivo.

Estas prácticas productivas intercalaban métodos de control físico y cultural. Usando estos métodos culturales se observaba que se reducía el daño provocado a los cultivos por las plagas, logrando un nivel aceptable, aunque frente a otras plagas no ocurría de la misma manera, los métodos no daban resultados, ni por si solos o combinándolos (Calvert, 1979).

5.2 Etapa de los productos orgánicos de síntesis.

Se origino debido al descubrimiento del modo de acción del insecticida DDT. Esta etapa se caracteriza por un aumento notable de la farmacopea vegetal, sin considerar conceptos de ecología, biología, botánica, zoología, interacciones. Debido a la generalización de la lucha química para el control de plagas, el control biológico dejó de tener importancia, por otro lado, el uso intensivo de insecticidas organoclorados provocó en las plagas resistencia y efectos negativos sobre la fauna benéfica, disminución poblacional, ya que los productos utilizados, no eran selectivos. Luego, salieron al mercado los insecticidas fosforados orgánicos, estos, causaban menor ataque residual y se diluían en agua; aunque poco después se demostró que causaban efectos similares a los órganos clorados, daños para el ambiente y la salud humana: envenenamiento por vía oral, y dermal. Aun así, siguen siendo uno de los insecticidas con mayor uso en el mercado. Con el tiempo se desarrollaron insecticidas sintéticos orgánicos: los carbamatos y derivados del ácido carbámico. Esta etapa llega hasta el presente, y en todo este tiempo se han realizado modificaciones en la definición de control de plagas, por lo que han surgido diferentes etapas sincrónicas con el avance de los inconvenientes por el uso indiscriminado de productos químicos.

5.2.1 Lucha sistemática

Luego comienza una etapa en la que los productos orgánicos de síntesis son diversos y su producción se lleva a cabo en grandes cantidades. El control del cultivo comienza a basarse en la utilización de dichos productos, sin tener en cuenta ninguna otra consideración de índole ecológica o relacionada con la lucha biológica que había sido referente en tiempos pretéritos. Se conoce como lucha sistemática, siendo el primer sistema de control basado en el uso de compuestos de síntesis de forma sistemática y generalizada, produciendo excelentes resultados en el control de

plagas por su eficaz acción derribadora. La sostenibilidad ecológica del sistema no se evalúa en este proceso de gestión, y podemos considerar que esta etapa llega hasta nuestros días.

Esta concepción de manejo de los agroecosistemas implica una creciente dependencia de herbicidas e insecticidas, cuya aplicación persigue objetivos como la eliminación de especies botánicas invasivas, sustituir la acción de los enemigos naturales en el sistema, o suplir la inacción de la fauna y la flora mediante la aplicación de fertilizantes. Debido a la sistemática aplicación de productos de síntesis, consecuencias funestas se han manifestado con el paso del tiempo:

Impactos negativos en la biodiversidad, produciendo una reducción de la misma.

Acumulación de residuos tóxicos en la totalidad de los elementos que componen el agroecosistema, destacando el suelo y el agua.

Problemas sanitarios en los agricultores y manipuladores de los productos agronómicos.

Aparición de especies resistentes a los plaguicidas, por lo que empiezan a ser ineficaces en numerosas especies.

En el siglo XIX, la producción agrícola se concentró en determinadas áreas favorables y los agricultores pasaron a los monocultivos, y a la creación de plaguicidas modernos como método de control de plagas efectivo. El uso de insecticidas y fungicidas químicos tanto en los cultivos anuales como perennes empezaron a ser una práctica frecuente (Calvert, 1979).

Fase de explotación: corresponde a la fase de las aplicaciones a calendarios fijos. Los plaguicidas en esta etapa se emplearon con mucha frecuencia e indiscriminadamente. Esta metodología de control, no tenía en cuenta la presencia o no de la plaga, se aplicaba insecticida si o si, según las fechas. No obstante, en un principio los resultados fueron exitosos.

Fase de crisis: Después de la fase de explotación, la frecuencia de aplicación y las dosis aplicadas que fueron altas, ocurrió que las plagas con el tiempo resurgieron y se observaba que eran más resistentes a las aplicaciones a igual dosis,

observándose incipientemente el fenómeno de resistencia a ellos. La agresividad de las plagas y las repercusiones sobre la producción agrícola fueron mayores.

La expansión del monocultivo incremento la presencia de las plagas y enfermedades (Altieri. Letorneau, 1992), sumado a la introducción de nuevos cultivos, también nuevas plagas. La situación llegó a un punto crítico, el uso abusivo de los plaguicidas provocó un aumento en los costos de producción, y ocasiono serios daños en el agroecosistema, que en muchos casos irreparables o de muy lenta restauración.

5.3 Etapa neoclásica.

Surge debido al abuso de la lucha química. Se subdivide en:

5.3.1 Lucha química aconsejada, o lucha dirigida.

Esta etapa se caracteriza principalmente en la introducción del nivel de tolerancia, la supervisión de un técnico especializado (asesoramiento), y se pone en valor la entomofauna benéfica para su utilización y protección, en otras palabras, control biológico, agregando además el monitoreo de la plaga, con el fin de buscar el momento óptimo para aplicar el tratamiento químico. Este sistema es una mejora respecto a la lucha sistemática. Los efectos adversos fueron reduciéndose al aplicar esta metodología: contaminación del medio, fenómeno de resistencia. El monitoreo de las plagas se llevaba adelante por el uso de trampas atrayentes (cromáticas, luminosas) o recolección directamente en el campo. El desarrollo de feromonas sintéticas, se ha convertido en un bueno método de seguimiento como cebo en trampas.

En España, el desarrollo de esta etapa es a partir de 1975, con la implantación de las Estaciones de Avisos Agrícolas en las diferentes provincias (Moreno,1997), cuya función era la de comunicar, el progreso de las plagas y enfermedades de los cultivos más representados, y brindar el asesoramiento del momento oportuno y de qué forma se debía tratar la plaga. Esto resultó una novedosa metodología para el control de plaga de una manera más integral, comparado con los calendarios fijos de tratamientos químicos, a pesar de estas nuevas técnicas no terminan de convencer a los agricultores, y hoy en día la etapa más utilizada es la fase de explotación.

5.3.2 Lucha Integrada, o Control Integrado de Plagas.

El control integrado de plagas (CIP), o manejo integrado de plagas (MIP), es una metodología que tiene en cuenta el hábitat y la dinámica poblacional, considera a las plagas y a sus enemigos naturales, compatibiliza las medidas de control, directas e indirectas. (Fernández, 2017). Desde los años 50 surge el concepto de Manejo Integrado de Plagas debido al crecimiento desmedido de plagas y el uso ilimitado, abusivo de insecticidas gravemente tóxicos. Este sistema de manejo colapso, dando resultados negativos: la pérdida de efectividad de los insecticidas, aumento en la contaminación del medio ambiente y efectos negativos en la salud del ser humano (Stern et al., 1990). Hoy se prima la maximización de la producción, a cualquier precio, es por esto, que es muy difícil que en la agricultura no se utilicen productos fitosanitarios para reducir los daños que causan las principales plagas, el control químico suple esta premisa. Ahora surge el hecho de cómo utilizar esta herramienta en la agricultura, hemos observado la historia, que el uso desmedido, de manera frecuente de insecticidas, sin considerar los componentes del agroecosistema y a su vez la poca o nula selectividad han generado diversos problemas en diferentes áreas, causando un desequilibrio en el agroecosistema.

Actualmente se están desarrollando insecticidas específicos, basados en las hormonas de los mismos, estos plaguicidas alteran el ciclo de vida, modificando su crecimiento, intervienen en las etapas de la metamorfosis. Existen insecticidas procedentes de bacterias, (*Bacillus Thuringensis*) o de la fermentación de éstas (*Streptomyces avermitilis*).

Modelo general y elementos del Control Integrado de Plagas.

El desconocimiento e ignorancia de los principios ecológicos durante la modernización de la agricultura provocó ecosistemas, o mejor dicho agroecosistemas desestabilizados, no integrados, por lo tanto, con su estructura debilitada. Se manifestó en diversos problemas agronómicos: rebrotes de plagas y enfermedades en cultivos, la alteración del suelo, salinización de éste, y la contaminación del agua, efectos en el ser humano como atrofiaciones musculares, aparición de diversos tipos de cáncer, aumento en los residuos de los alimentos ingeridos.

Reconvertir el enfoque “manejo de pesticidas” a “manejo integrado de plagas” (MIP) requiere depender de la entomofauna benéfica y abandonar el uso de plaguicidas de amplio espectro (Cloyd. Cowles, 2010).

El manejo integrado de plagas se define como la selección inteligente y la subsecuente aplicación de controles para las plagas (tácticas) que aseguren las consecuencias económicas, ecológicas y sociológicas, que resulten favorables (Metclaf. Luckman, 1990).

Las plagas que afectan a los principales cultivos de carácter comercial fueron objeto de una investigación, por equipos multidisciplinarios. Y mediante la aplicación de programas, se afianzaron los conceptos del Manejo integrado de plagas. En la década de 1970 a 1980 se realizó en Estados Unidos el control integrado en plagas de lepidópteros defoliadores (*Lymantria dispar*) y de los barrenillos (*Scolytidae*).

La gestión integrada de plagas no elimina el uso de los insecticidas, si incide en la disminución de la frecuencia con la que se aplica, atendiendo a umbrales poblacionales. Aun así, los insecticidas no dejan de ser una parte fundamental en el control de plagas, por ello, la gestión integral de plagas ofrece distintas opciones para controlar las plagas con cierto nivel de dependencia a los insecticidas.

Figura 4: Estructura del Manejo Integrado de Plagas



Fuente: Tomado de FAO. 2019

Principios fundamentales del Control Integrado de Plagas.

Los principios fundamentales del control integrado de plagas son siete:

Necesidad de proteger los recursos para prevenir plagas. En cuanto al conocimiento de los recursos, es muy conveniente estudiar la “susceptibilidad vegetal” a los organismos patógenos.

Los insectos son plagas periódicas porque son lo suficientemente numerosos como para destruir recursos de alguna manera. El conocimiento de la fluctuación del número de individuos en la población de plagas se extrae como parte de la “dinámica de las poblaciones de plagas”.

La importancia real o potencial de la especie plaga se determina evaluando su impacto en el valor asociado con el recurso o el componente del “impacto en el valor del recurso”.

Por lo general, se pueden utilizar ciertas técnicas o estrategias de tratamiento para suprimir las poblaciones de insectos. Los criterios para intentar reducir o suprimir las poblaciones de insectos mediante los métodos de tratamiento se basan en el entendimiento de la debilidad de las plantas, la evaluación del efecto en el valor de los recursos, el entendimiento de la dinámica de la población de plagas y la valoración del costo de las plagas. Esta información completa y detallada puede formular estrategias de tratamiento en detalle, formulando así estrategias de tratamiento.

El criterio final para la toma de decisiones del control integrado de plagas se basa en el análisis de costo/beneficio, y en la evaluación de impacto y las estrategias de tratamiento disponibles. De esta manera, la integración costo/beneficio es el puente entre el control integrado de plagas y las prácticas de manejo agrícola y forestal.

Para la gestión del cultivo, el control integrado de plagas es un elemento esencial.

Los datos utilizados para monitorear y evaluar las poblaciones de plagas y las condiciones de plantación pueden obtenerse a través de varios tipos de exámenes. Idealmente, todas las plagas deben recibir información detallada sobre la dinámica de la población de plagas, las estrategias de tratamiento, los impactos y el análisis costo/beneficio. Sin embargo, esta información solo se aplica a unas pocas especies. Es necesario saber la interacción entre el insecto y el árbol al que hospeda. Esto conducirá a mejoras continuas en el desempeño y la efectividad del Manejo Integrado de Plagas.

Figura 5: Integración multidisciplinario en el MIP



Fuente: Tomado de BASF®. The Chemical Company. 2012

6 ARTROPODOFAUNA EN EL AGROECOSISTEMA OLIVAR

Como agrosistema, el olivar presenta una gran riqueza de organismos (macro y micro) que conviven, representando un sistema de alta complejidad donde se suceden multitud de interacciones que juegan un papel importante en su estabilidad (Cirio, 1997); (Crovetti, 1996). De entre todos estos organismos, la artropodofauna del olivo es la más rica y está compuesta por un centenar de especies fitófagas, varios centenares de especies benéficas y otras denominadas indiferentes (Arambourg et al., 1986). La entomofauna es pieza clave del olivar, tanto desde el punto de vista ecológico (por su gran aporte a la biodiversidad del conjunto y por el complejo sistema de interacciones que representa) como agronómico (por incluir especies-plaga y especies auxiliares); (Ruiz. Montiel, 2000).

La composición de la comunidad de artrópodos en el olivar experimenta tres inflexiones a lo largo del año, que dan lugar a comunidades muy bien diferenciadas: Comunidad de verano (asociada al estado fenológico del olivo de endurecimiento del hueso); Comunidad de invierno y primera parte de primavera; y Comunidad de segunda parte de primavera (hasta cuajado de fruto) y otoño (Ruiz, 2009).

6.1 Concepto de plaga

Es importante, definir el concepto de plaga, cuando un individuo (animal, vegetal) se considera una plaga. Aunque mucho se hable de este término no quiere decir que todos sepan a qué nos referimos cuando definimos a una “especie plaga”.

La definición de plaga agrícola, nos ayuda a comprender mejor el funcionamiento del agroecosistema, y darle importancia a la biodiversidad, ya que el ser humano, como interventor del agroecosistema olivar o cualquier otro debe aprender a convivir con estas especies, y no pensar en erradicarlas o eliminarlas en su totalidad, porque son componentes del sistema productivo.

Partamos de una premisa, las plagas en una región determinada, no necesariamente lo son en otras. De igual manera, sucede con plagas específicas de cultivos, que en otro ambiente no lo son.

Puede afirmarse que, en la naturaleza, no existen plagas. Es decir, ningún organismo es plaga per se. Aunque algunos sean en potencia, más dañinos que otros, ninguno es intrínsecamente malo.

El concepto de plaga es artificial.

Ahora nos preguntamos, ¿en qué momento un insecto u otros organismos pasan a ser considerados plaga? *“En el momento en que alcanzan un nivel poblacional que es suficiente para causar pérdidas económicas”*. (Ves Losada, 2000).

6.2 Umbrales y Niveles poblacionales

Debido a la heterogeneidad del agroecosistema, las poblaciones de las especies plagas, como todos los otros organismos, fluctúan con el tiempo, en función de diversos factores: climáticos, ambientales, naturales (relaciones inter e intra específicas), manejo del hombre, entre las principales.

El nivel promedio de estas fluctuaciones a través del tiempo se denomina Punto de Equilibrio General (PEG). El PEG es un nivel natural, un nivel de densidad de individuos, sin embargo, existen otros dos niveles poblacionales también, pero que están basados totalmente en factores económicos, y varían según el cultivo. Y es en

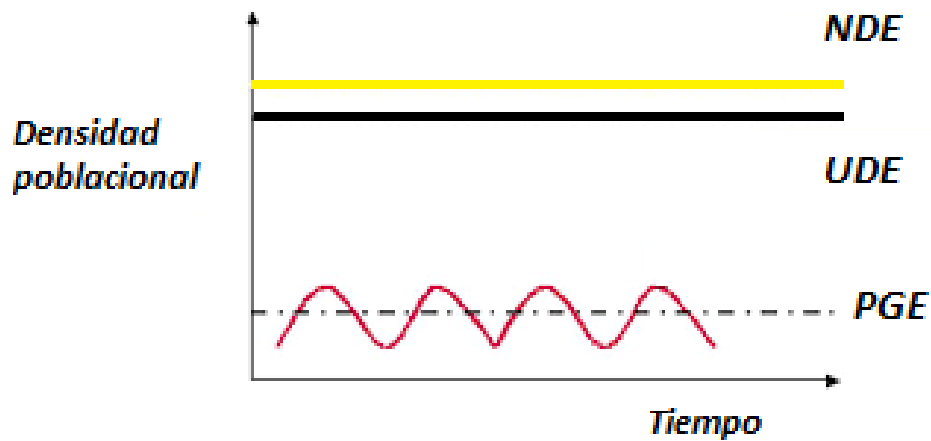
función de este criterio que se definen los conceptos de Nivel de Daño Económico (NDE) y de Umbral de Daño Económico (UDE). Figura 6.

El Umbral de Daño Económico o Umbral de Acción (UDE): es definido como la densidad poblacional de una plaga (en realidad en ese momento todavía no lo es), en donde se deben iniciar las acciones de control a fin de evitar que la misma supere el NDE. O sea que, el UDE es un porcentaje a definir del NDE. Si la plaga tiene una elevada tasa de crecimiento, el UDE puede ser estimado, por ejemplo, en el 50 % del NDE. Si, por el contrario, crece lentamente, se puede estimar en el 80 % del NDE. En el caso de algunas enfermedades particularmente severas, como la roya de la soja, la simple aparición de la misma implica la necesidad de tratamiento.

El Nivel de Daño Económico (NDE): es el mínimo nivel de abundancia de individuos que ocasionará un perjuicio económico, o sea una “cantidad de daño” que justifica el costo adicional de aplicar las medidas de control, en nuestro caso, la aplicación de agroquímicos. Es decir que, en este punto, el daño causado es económicamente igual al costo de aplicación del agroquímico. Esto no significa necesariamente que el tratamiento deba ser aplicado en ese momento. Si nos encontramos con una plaga que se incrementa y todo hace suponer que va a superar el NDE: ¿por qué esperar hasta ese momento y no anticiparnos a los hechos? Figura 7.

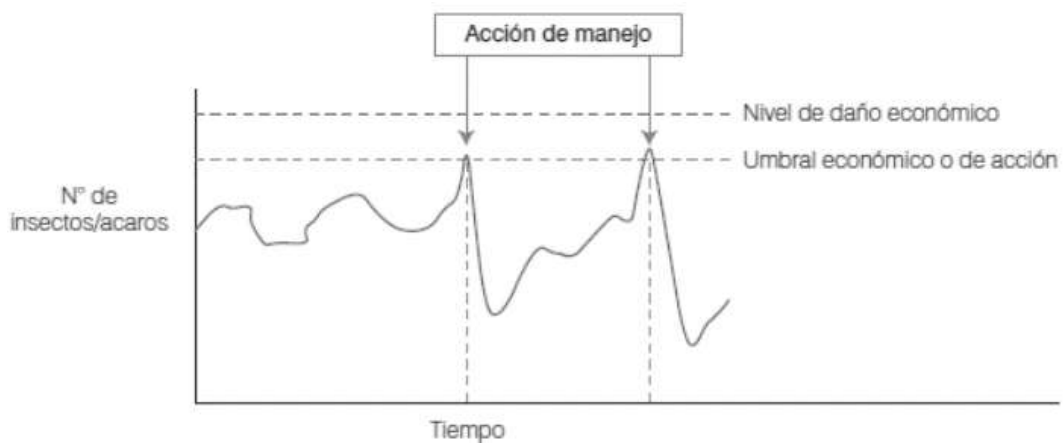
Ambas densidades poblacionales, son necesarias en un plan de control de una plaga, queda claro que debemos convivir con todos los individuos en el agroecosistema, y también que el uso de plaguicidas debe hacerse solamente cuando sea requerido.

Figura 6: Umbrales poblacionales en función del tiempo



Fuente: ISCAMEN (Instituto de sanidad y calidad agropecuaria Mendoza. 2015).

Figura 7: Umbral de Daño económico. Momento óptimo de manejo



Fuente: Tomado de Larral – Ripa. Ediciones INTA (2018).

6.3 Grupos de plaga

Atendiendo la relación que existe entre PEG y UDE las plagas agrícolas se dividen en tres grupos (Stern et al., 1959); (Badii et al., 2000).

6.3.1 Plagas Clave

Son plagas que ocurren en forma permanente en altas poblaciones. El UDE está inmediatamente por arriba de PEG, y frecuentemente el PEG sobrepasa el UDE. Son persistentes y muchas veces no pueden ser dominadas por las prácticas de control; si no se aplican medidas de control pueden causar severos daños

económicos. Sólo pocas especies adquieren esta categoría dentro de los cultivos, generalmente porque no poseen enemigos naturales eficientes. Sobre esta categoría de plagas se basan las estrategias de control en los cultivos.

6.3.2 Plagas ocasionales o secundarias

Son especies cuyas poblaciones se presentan en cantidades perjudiciales sólo en ciertas épocas, mientras que en otros períodos carecen de importancia económica. EL UDE está por arriba de PEG, pero debido a la actividad humana, en algunas ocasiones o sitios el PEG sobrepasa la UDE. El incremento poblacional por lo general está relacionado con cambios climáticos o desequilibrios causados por el hombre.

6.3.3 Plagas potenciales

Una gran mayoría de especies, tienen poblaciones bajas sin afectar la cantidad y calidad de las cosechas. Pero si por alguna circunstancia, desaparecieran los factores de control natural, estas plagas potenciales pueden pasar a las categorías anteriores. El UDE está muy por arriba de PEG, y la especie está normalmente bajo el control natural.

La clasificación de plagas puede sufrir algunas variaciones de apreciación, dependiendo del sistema de producción agrícola.

No se debe olvidar que los sistemas ecológicos o agroecosistemas, son asociaciones entre plantas, animales, microorganismos y los componentes abióticos. Cada especie tiene su hábitat e interacciones con otros seres vivos. Esta relación se ha desarrollado durante un largo proceso de adaptación y selección. Las regiones dedicadas a la agricultura deben ser tratadas como sistemas ecológicos. Esto significa que hay que adaptarlas a las condiciones locales y tomar en cuenta las leyes ecológicas para el desarrollo agropecuario.

6.4 Plagas de carácter de importancia en olivar

Definido el concepto de plaga agrícola desde una óptica ecológica, que considera a los individuos como una parte activa del agroecosistema, con un rol e interacciones

con el medio. Pasaremos a considerar las principales plagas en el cultivo del olivar en la región de Andalucía, España.

Existen infinidad de agentes que ocasionalmente son capaces de constituir plaga en nuestros olivares, aunque la mayoría de las ocasiones no lo hacen, pero constituyen la fuente de alimentación de innumerables insectos auxiliares que son nuestros aliados en la lucha contra las plagas.

Tabla 2: Plagas relevantes en olivares

Nombre vulgar	Nombre científico
Polilla del olivo	Prays oleae
Mosca del olivo	Bractrocera oleae
Cochinilla de la tizne	Saissetia oleae
Barrenillo del olivo	Phloeotribus scarabaeoides
Abichado, euzofera	Euzophera pinguis
Escarabajuelo picudo	Othiorhynchus cribicollis
Glifodes o polilla del jazmín	Palpita vitrealis
Acariosis	Aceria oleae
Barrenillo negro	Hylesinus oleiperda
Cigarra	Cicada barbada
Gusanos blancos	Melolontha papposa - Ceramida spp.
Zeuzera - taladro amarillo	Zeuzera pyrina
Conchita violeta o parlatoria	Parlatoria oleae
Algodonillo	Euphyllura olivina
Mosquito de la corteza	Resseliella oleisuga
Arañuelo	Liothrips oleae
Serpeta	Lepidosaphes ulmi

Fuente: Guía de gestión integrada de plagas para el cultivo del olivar. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría general y técnica. 2014.

Desde que inicio el cultivo del olivo, las plagas que le afectan han cambiado relativamente poco (Alvarado et al., 2017). Actualmente, las plagas más importantes continúan siendo la mosca del olivo, el prays y la cochinilla, aunque hoy la incidencia de la cochinilla se ha reducido considerablemente. Existen otra serie de individuos (plagas secundarias).

Realizaremos una breve descripción de las principales especies que son plagas en los olivares de la región de Andalucía, España.

6.4.1 La mosca del olivo (*Bactrocera oleae*)

Conocida como gusano de las aceitunas, es la plaga más importante del olivar de la cuenca mediterránea, presente en todas las zonas olivareras del mundo salvo Australia y Sudamérica. Se trata de un díptero de la familia Tephritidae, de pequeño tamaño (tamaño medio de adultos 4 a 5 mm).

Generalmente pasa el invierno en estado de pupa enterrado en el suelo. Los adultos procedentes de estas pupas invernantes aparecen en primavera y pueden recorrer grandes distancias, lo que explica la facilidad de su dispersión a nuevas zonas. Tras la fecundación, la hembra busca las aceitunas más adecuadas para depositar los huevos, seleccionando preferentemente los frutos sanos y más desarrollados, con lo que las últimas generaciones utilizan los frutos más retrasados y las larvas evolucionan de forma acorde con la maduración de las aceitunas. Las hembras realizan normalmente una sola puesta por fruto con una picadura muy característica, y cambian de aceituna para hacer la siguiente puesta.

Después de un periodo de incubación variable, en función de las condiciones climáticas, nacen las larvas que se alimentan de la pulpa de la aceituna, excavando galerías. Al principio éstas son estrechas y sinuosas, pero conforme crece la larva se van ensanchando hasta formar una cavidad que llega a ocupar gran parte del fruto. La larva más desarrollada rompe la epidermis y vuelve a la cavidad para efectuar la pupa. Pasado un tiempo, emergen los adultos y salen de la aceituna a través del orificio que previamente preparó la larva. Tras un corto periodo de tiempo se aparean y las hembras realizan la ovoposición, comenzando de nuevo el ciclo.

El número de generaciones suele ser de tres a cuatro, siendo la última la más importante. A diferencia de la generación de verano, las larvas desarrolladas de la generación de otoño se tiran al suelo, se entierran superficialmente y pasan al siguiente estadio: pupa, hasta que llega el frío, en que las moscas permanecen enterradas.

Los frutos afectados por la mosca del olivo son fáciles de apreciar, las aceitunas aparecen manchadas, con tonalidades blanquiverdes y amarillentas.

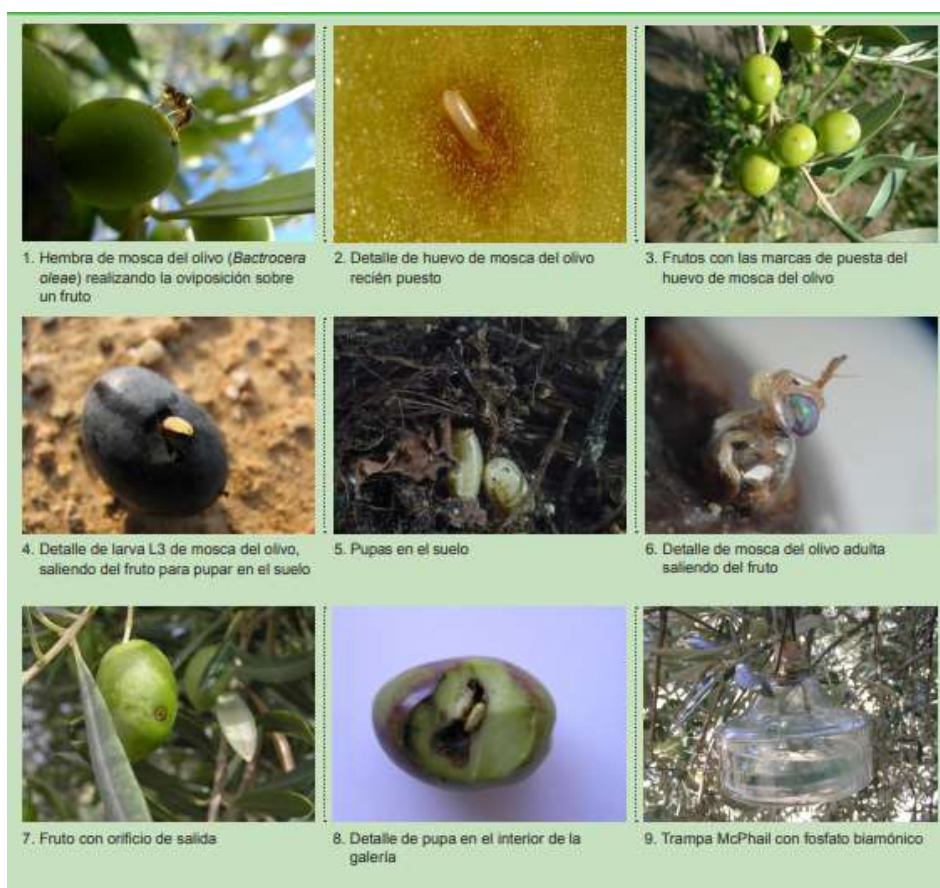
Los daños pueden ser:

Directos: ocasionados por las larvas al alimentarse de los frutos, con disminución de la producción, pérdidas de peso y caída del fruto.

Indirectos: pérdida de calidad de los aceites producidos y pérdida del valor comercial en el caso de la aceituna de mesa.

El control de esta plaga era mecánico, arando bajo copa del olivo al final del invierno para controlar las malas hierbas también las pupas invernantes eran destruidas. Con el cambio al herbicida, las poblaciones de mosca del olivo se incrementaron. El parasitismo en el olivar español para la mosca del olivo es muy escaso.

Figura 8: *Bactrocera oleae*. Fenología de la plaga y principales daños



Fuente: *Guía de gestión integrada de plagas del Olivar. 2014*

6.4.2 El prays o polilla del olivo (*Prays oleae*)

Es la segunda plaga en importancia del olivar. Se trata de un lepidóptero de la familia Praydidae (antes Yponeumetidae) de pequeño tamaño (Adulto: 13-14 mm de envergadura alar y 6-7 mm de largo).

Alcanza tres generaciones anuales que están sincronizadas con la evolución del cultivo: generación filófaga: afecta a la hoja, generación antófaga afecta a la flor y la última generación carpófaga al fruto.

La generación filófaga pone los huevos en octubre o noviembre, en el haz de las hojas y próximos al nervio central. Las larvas recién nacidas penetran en el interior de las hojas realizando galerías estrechas y sinuosas donde suelen pasar el invierno. En febrero o marzo las larvas salen al exterior y se alimentan del envés de las hojas o de las yemas terminales de los brotes, generando finalmente un capullo sedoso en el envés de la hoja de donde aparecerá la mariposa hacia el mes de abril. La generación antófaga realiza la puesta en el cáliz de los botones florales todavía cerrados. Las larvas se alimentan de la flor al salir y, al final de su desarrollo, se transforman en crisálidas en el interior de las flores secas. La generación carpófaga, que suele ser la más dañina, hace la puesta en el fruto recién cuajado, y las larvas recién avivadas penetran en el interior del fruto directamente por la inserción del pedúnculo, pudiendo originar la caída de los frutos. Estas larvas se alimentan de la semilla del hueso y, al salir al exterior, producen una caída más importante.

Los daños en el olivar son de importancia relativa. Rara vez la caída de frutos por prays afecta a un porcentaje alto de la cosecha.

Las caídas de fruto producidas en junio responden a variables fisiológicas, por lo que sólo están relacionadas con el prays las caídas que se producen cuando ha avanzado más el verano. En cualquier caso, en este momento el árbol todavía puede compensar la pérdida del número de frutos con el mayor engorde de las aceitunas. La caída que se produce en septiembre sí es más dañina, porque el fruto es de mayor tamaño y el árbol ya no puede compensar la pérdida. El mayor control sobre esta plaga, lo realizan los parasitoides. Entre los depredadores que se

alimentan de huevos y larvas, podemos citar a *Chrysoperla carnea*, *Anthocoris nemoralis* y varias especies de arácnidos, y hormigas (Paredes et al., 2014).

Los tratamientos químicos son poco efectivos y deben realizarse al inicio de la floración, cuando la incidencia de la plaga suele ser baja, o justo en el corto periodo de tiempo en el que la larva emerge del huevo y penetra en el fruto. El empleo de *Bacillus thuringiensis* en floración ha resultado ser relativamente eficaz pues respeta a la fauna auxiliar y acaba con un porcentaje alto de la población antófaga. Investigaciones sobre la plaga indican que la presencia de grandes masas de vegetación herbácea y leñosa contribuyen a disminuir la incidencia de la plaga (Paredes. Campos, 2014).

Figura 9: Prays oleae. Fenología de la plaga y principales daños



Fuente: Guía de gestión integrada de plagas del Olivar. 2014

6.4.3 La cochinilla de la tizne (*Saissetia oleae*)

Es un hemíptero, de la familia Coccoidea, presente en todos los continentes. Los hospederos principales son el olivo y cítricos, aunque puede aparecer en otros frutales y arbustos. Las poblaciones de cochinilla de la tizne en esta zona de cultivo las conforman casi exclusivamente hembras que se reproducen por partenogénesis. Las hembras adultas carecen de alas y están formadas por un caparazón con un característico relieve en forma de “H”. Los machos son alados. Pasan el invierno en estado de larva y ninfa, y al llegar la primavera se observan los primeros adultos que comienzan la ovoposición en mayo.

Tienen una generación anual completa, y esporádicamente pueden presentar una segunda generación incompleta. Las hembras mueren luego de la postura de huevos, pero se mantienen adheridas a las ramas o las hojas. Las ninfas neonatas se adhieren generalmente al envés de las hojas. Pasan el invierno como ninfas de tercer estadio. Tras la última muda se convierten en hembras adultas, quedándose ya adheridas al lugar donde pondrán los huevos.

Los daños directos ocasionados se manifiestan en una notable reducción de la capacidad fotosintética del árbol y en una caída en la brotación vegetal; debidos al aparato bucal picador – suctor. Los daños indirectos asociados a las excreciones de sustancias azucaradas que impregnan el olivo y sirven de alimento a especies de Formícidos, hongos como la negrilla (*Capnodium elaeophilum*), que se extiende recubriendo los tejidos vegetales con la subsiguiente disminución de su capacidad fotosintética y respiratoria, una forma sencilla de combatir esta plaga es realizar una poda adecuada que genere una buena aireación del árbol.

La cochinilla posee numerosos enemigos naturales, parasitoides en su mayoría, aunque también están los depredadores.

Figura 10: *Saissetia oleae*. Fenología y principales daños



Fuente: Guía de gestión integrada de plagas del Olivar. 2014.

6.5 Plagas secundarias

Numerosas especies de artrópodos son catalogadas como plagas secundarias. Entre los hemípteros destaca la cochinilla violeta (*Parlatoria oleae*), la serpeta (*Lepidosaphes ulmi*), la cigarra (*Cicada barbara*), la mosca blanca del olivo (*Aleurolobus olivinus*), el barrillo del olivo (*Agalmatium flavescens*) o el algodoncillo (*Euphyllura olivina*); entre los coleópteros encontramos al barrenillo (*Phloeotribus scarabaeoides*), el barrenillo negro (*Hylesinus toranio*), el escarabauelo picudo (*Otiorhynchus cribricollis*), los gusanos blancos (*Melolontha papposa* y *Ceramida* sp); en el orden de los lepidópteros encontramos la polilla del jazmín o glifodes (*Palpita vitrealis*), el abichado (*Euzophera pinguis*) o el taladro amarillo (*Zeuzera pyrina*); entre los dípteros encontramos al mosquito de la corteza (*Reseliella oleisuga*), el mosquito del olivo (*Prolasioptera berlesiana*), también encontramos el arañuelo del olivo (*Liothrips oleae*), un tisanóptero o la sarna o acarosis (*Aceria oleae*).

6.6 Artropodofauna Benéfica: Parasitoides y Predadores

En los agroecosistemas encontramos numerosas especies de artrópodos que actúan como enemigos naturales de aquellas especies que son consideradas plaga. Se trata de especies que juegan un papel fundamental en el control biológico de las mismas.

Es de vital importancia conocer la biología de determinadas especies, que se convierten en claves del manejo o control biológico en el olivar. Así como se conocen las principales plagas se deberían de la misma manera conocer la artropodofauna benéfica o enemigos naturales. Se deben escoger técnicas de manejo adecuadas que aporten rentabilidad y desarrollen un control sostenible sobre el olivar.

En términos generales podemos agrupar a esos artrópodos en dos grupos:

Parasitoides: aquellos que utilizan las larvas o ninfas, los huevos o incluso los adultos de otras especies para criar a sus descendientes.

Depredadores: los que se alimentan de las especies plaga en alguno de sus estadios de desarrollo. Además, existen otros muchos artrópodos que cumplen funciones diversas y de las que también se benefician los cultivos, como pueden ser los descomponedores, los necrófagos o los detritívoros. Estas especies suponen una ayuda de incalculable valor en el agroecosistema del olivar, para el control de plagas que afectan al cultivo.

El productor puede tomar decisiones en el agroecosistema encaminadas principalmente hacia dos direcciones, a) acciones que favorezcan el establecimiento de la fauna benéfica o auxiliar; sembrando cubiertas vegetales, manteniendo los espacios de vegetación natural, acciones que incrementen la biodiversidad, es decir, especies que sean sostén de la población de enemigos naturales; y b) realización de tratamientos que no dañen la artropodofauna auxiliar.

Resulta de vital importancia la conservación y protección de los enemigos naturales, evitando tratamientos injustificados y uso indiscriminado y frecuente de insecticidas, así, como un cambio hacia el uso de productos selectivos y menos dañinos al medio ambiente, y también la rotación de principios activos. Las prácticas agronómicas son

fundamentales para alcanzar estos objetivos. Se ha demostrado que el manejo convencional reduce en un 75 % la población de parasitoides (fundamentalmente himenópteros) y que las poblaciones de depredadores como heterópteros, coleópteros y arañas se ven fuertemente afectados (Corrales. Campos, 2004); (Ruano et al., 2001).

6.6.1 Parasitoides

Respecto a los parasitoides, se ha demostrado la presencia de seis superfamilias de himenópteros parasitoides en la flora espontánea presente en el olivar, destacando *Chalcidoidea* e *Ichneumonoidea* (Sánchez, 2004). Así mismo, se ha puesto de manifiesto que el uso de cubiertas vegetales de gramíneas favorece la presencia de varios grupos de artrópodos, entre otros la de parasitoides de las familias *Scelionidae*, *Chalcididae* y *Encyrtidae* (González et al., 2004). Se han registrado numerosas especies que actúan como parasitoides en el olivar pertenecientes a otras familias de himenópteros como *Trichogrammatidae* (Arambourg, 1986); (Herz et al., 2007); *Braconidae* (Calvitti et al., 2002).

6.6.2 Depredadores

Por otro lado, varios son los grupos de artrópodos que realizan funciones de depredación, principalmente heterópteros, arañas, hormigas, neurópteros y coleópteros, aunque también se han registrado algunas especies pertenecientes a dípteros o a tisanópteros.

Respecto a los heterópteros (Orden: Hemiptera), las principales familias con especies depredadoras en el olivar son *Miridae* y *Anthocoridae* (Pascual et al., 2010). (Paredes et al., 2013) identifica hasta 4 especies de heterópteros depredadores *Brachynotocoris ferreri*, *Pseudoloxops coccineus*, *Deraeocoris punctum* y *Anthocoris nemoralis*.

En el olivar representa uno de los grupos más diversos y abundantes de depredadores (Morris et al., 1999). Las arañas (Orden: Araneae) cuentan con numerosas especies depredadoras, (Rei et al., 2010) registra a las arañas como el grupo depredador más abundante en el olivar. (Cárdenas et al., 2006) identifican hasta nueve familias de arañas en olivares de Andalucía, destacando *Thomisidae*,

Oxyopidae, *Salticidae*, *Gnaphosidae*, *Philodromidae* y *Clubionidae*. (Paredes et al., 2013) registra una decena de familias de arañas, de las que destacan además de las anteriores *Linyphiidae* y *Araneidae*.

En cuanto a las hormigas (Himenóptera: *Formicidae*), son consideradas uno de los mayores depredadores, especialmente de larvas de *Prays*. La abundancia de hormigas parece estar relacionada con la disminución en el número de otros depredadores (Morris et al., 1999). Se han descrito algunos géneros como posibles depredadoras de larvas y huevos de varias especies plaga, tales como *Tapinoma* sp., *Camponotus* sp., *Plagiolepis* sp., *Lasius* sp., *Crematogaster* sp. y *Pheidoles* sp. (Paredes et al., 2013). *Tapinoma nigerrimum* ha resultado ser la especie más abundante en varios estudios realizados en la Península Ibérica (Morris. Campos, 1999); (Pereira et al., 2004).

Los neurópteros (Orden: Neuróptera), las larvas son consideradas como depredadores generalistas de otras especies, por lo que su conservación en los agroecosistemas resulta beneficiosa. (Porcel et al., 2013) registran adultos de 8 especies distintas de neurópteros en olivares y larvas pertenecientes a 3 géneros diferentes. La especie más abundante es *Chrysoperla carnea* (Porcel et al., 2017). La abundancia de neurópteros se ve débilmente afectada por el manejo dentro del agroecosistema, reduciéndose su diversidad sensiblemente, en favor de *Chrysoperla carnea*, cuyos individuos presentan no obstante una menor fecundidad en relación con los procedentes de olivares con manejo ecológico. Por otra parte, se ha demostrado que esta especie está fuertemente favorecida por la presencia de malas hierbas, especialmente dicotiledóneas (Ruiz, 1994).

Los coleópteros (Orden: Coleóptera) cuentan con numerosos representantes que ejercen funciones depredadoras. Son uno de los grupos más abundantes de la artropodofauna edáfica (Santos, 2007) y de copa (Rei, 2010); (Santos et al., 2007). La familia *Coccinellidae* es una de las más importantes, tanto los adultos como las larvas son activos depredadores sobre una extensa variedad de especies, la mayoría de ellas potencialmente plaga (Santos et al., 2012). (Cotes et al., 2010) describen la presencia de 13 especies pertenecientes a 9 géneros distintos de coccinélidos en olivares de Andalucía. Numerosas especies pertenecientes a las

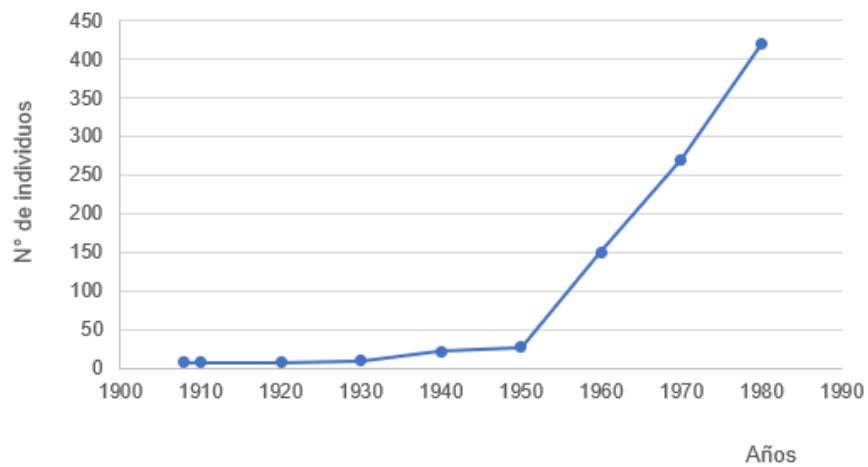
familias *Carabidae* y *Staphylinidae* también han sido registradas como posibles depredadoras de las plagas del olivar. (Dinis et al., 2016) registran en muestras de suelo en el olivar hasta 16 especies de carábidos y 11 de estafilínidos potencialmente depredadores de pupas de *Bactrocera oleae*.

7 FENÓMENO DE RESISTENCIA

La resistencia de un individuo, es definida como el desarrollo de la habilidad para tolerar altas dosis de tóxicos, los cuales resultarían letales a la mayoría de los individuos en una población normal de la misma especie. es el cambio genético en respuesta a la selección (por plaguicida), según (Crow, 1960), la Organización Mundial de la Salud (Brown. Pal, 1971) la define como el desarrollo de la habilidad en una raza de insectos para tolerar dosis de tóxicos que han probado ser letales a la mayoría de los individuos en una población normal de la misma especie. La definición aportada por (FAO, 1979) como: “La capacidad desarrollada por una población determinada de insectos, al no ser afectada por la aplicación de insecticidas”. Se puede considerar a este fenómeno como: un proceso inevitable, debido a la presión de selección continua que se sigue ejerciendo con las aplicaciones de insecticidas (Brattsten, 1989).

En 1887 se empezó a percibir la aparición de este fenómeno cuando John Smith (Lagunes, 1974), observó variaciones en el control de *Aspidiotus perniciosus* (escama de San José). Siendo el primer caso la falta en el control de esta cochinilla con sulfuro de calcio (Melander,1914). Después del advenimiento de los insecticidas orgánicos sintéticos, marcado por la introducción de DDT, existió un aumento repentino y marcado en el índice de los casos nuevos de las poblaciones resistentes (Figura 11) Hasta hoy día, cada vez más especies han adquirido resistencias a infinidad de plaguicidas (Georghiou,1971); (Croft y Van DeBaan,1988).

Figura 11: Evolución de la resistencia al insecticida entre 1908 – 1980



Fuente: *Elaboración propia. Adaptado Cultura Científica y Tecnológica. 2007.*

7.1 Formas de resistencia

7.1.1 Resistencia cruzada

Se considera como un fenómeno por el que una población de insectos sometidos a presión de selección con un plaguicida, adquiere resistencia a la materia activa correspondiente al insecticida empleado, y a todos aquellos insecticidas que poseen un mecanismo de acción similar, aunque no hayan sido aplicados (Georghiou, 1965).

7.1.2 Resistencia cruzada negativa

Ocurre en una población que ha adquirido resistencia a un insecticida, regresa a una susceptibilidad cercana a la original, como consecuencia de la aplicación de otra nueva materia activa que es toxicológicamente diferente (Lagunes et al., 1994).

7.1.3 Resistencia múltiple

Ocurre en población que ha adquirido resistencia frente a varias materias activas insecticidas. En este caso, la población desarrolla varios mecanismos de resistencia de forma simultánea (Lagunes et al., 1994).

7.2 Tipos de resistencia en insectos

Según la clasificación de Georghiou, (Georghiou, 1965) son tres tipos de resistencia

7.2.1 Resistencia por comportamiento

Se manifiesta cuando los insectos no entran en contacto con el insecticida debido a un comportamiento de escape (Monge, 1986). Son patrones de comportamiento que contribuyen a la resistencia, estos pueden ser hábitos tales como la preferencia a descansar en áreas no tratadas con insecticidas en lugar de áreas tratadas, o bien la detección del insecticida y la tendencia a evitarlo antes de ponerse en contacto con él (Carrillo, 1984). La interrupción de la exposición al insecticida, se puede deber a una acción irritante o bien a una acción repelente. La acción irritante que produce un insecticida en algunos miembros de la población, ocasiona que éstos no sean controlados por el plaguicida. Por tanto, cuando dichos individuos se vuelven mayoría en la población, se dice que es resistente, cuando en realidad dichos individuos son más susceptibles que los normales, ya que, si son expuestos forzosamente al tóxico, su DL50 (*Dosis Letal 50*); será menor que la de los individuos normales (Lagunes, 1991).

7.2.2 Resistencia morfológica

Se da cuando alguna característica morfológica ocasiona la resistencia, por ejemplo, una menor área de exposición al tóxico (Carrillo, 1984). Otra característica morfológica puede ser impermeabilidad en la cutícula, y estos individuos no son afectados por los insecticidas (Monge, 1986).

7.2.3 Resistencia fisiológica o bioquímica

Es el tipo de resistencia más importante; los insectos adquieren resistencia de dos maneras. a) Por adición de un mecanismo de protección, y b) Por insensibilidad en el sitio de acción. La más frecuente que puede ser debido a mecanismos de protección tal mayor almacenamiento en tejidos inertes. También se pueden presentar alteraciones en el sitio de acción.

8 RESISTENCIA COMPORTAMENTAL EN INSECTOS

La mayoría de las investigaciones científicas en torno a los mecanismos de resistencia de insectos se han centrado en mecanismos bioquímicos y/o fisiológicos que los plaguicidas provocan en ellos, y se ha dedicado muy poca atención a las respuestas conductuales o resistencia comportamental. La aparición de respuestas conductuales inducidas por la aplicación de plaguicidas ha sido reportada por primera vez en: “El Simposio Mundial Multidisciplinario de Ciencias de la Tierra” (Carrero et al., 2017).

La resistencia conductual o comportamental se puede definir como el conjunto de modificaciones conductuales inducidas en los individuos afectados por los plaguicidas, respecto de su comportamiento normal, que les proporciona una primera barrera o mecanismo de detoxificación. Los insectos afectados que han adquirido esta habilidad, muestran una tendencia a volar, de huir hacia zonas libres de plaguicidas, esto les permite evitar la posibilidad de nuevos contactos con la toxina y tratar de eliminar los residuos de las zonas cuticulares afectadas.

En estudios realizados sobre varias especies de plagas, como los coleópteros del maíz o los parásitos dípteros, los resultados sobre la resistencia conductual muestran que no se correlaciona negativamente ni positivamente con la resistencia fisiológica a los insecticidas.

9 EFFECTO DE DOSIS SUBLETALES EN ARTRÓPODOS

Una dosis subletal, es definida como una dosis de plaguicida que no induce mortalidad aparente en la población de una especie. Se afirma que, en general, las dosis de insecticida por debajo de la dosis letal 50 se consideran subletales.

Los síntomas inducidos son: estimulación de la conducta locomotora general, tanto para la marcha como para el vuelo, provocando movimientos descoordinados, movimientos espasmódicos, sobreexcitación e hiperactividad, que afectan negativamente los procesos reproductivos, la localización del huésped, dispersión, migración y alimentación, entre los más importantes.

La estimulación del comportamiento locomotor en los individuos afectados por las dosis subletales de los insecticidas ha sido reportada por (Haynes, 1988) y, (França et al., 2017), quienes informan de la modificación de su comportamiento bajo un régimen de aplicación insecticida regular y continuado. Esto es un aspecto muy importante para lo que luego se trata de demostrar con los ensayos realizados, en base a la investigación. Los efectos subletales no necesariamente causan la mortalidad de los individuos afectados. El término "insectistáticos" se aplica a aquellos agentes que pueden interferir en los procesos de crecimiento y reproducción, sin necesariamente matar.

Este conjunto de modificaciones conductuales proporciona a los insectos un mecanismo de escape de los efectos tóxicos de los pesticidas llamado: resistencia conductual ya que proporciona la primera barrera o mecanismo de desintoxicación. Los insectos afectados que tienen esta habilidad muestran hiperreflexia, con tendencia a iniciar el vuelo con mayor facilidad. Además, el desarrollo de esta resistencia les permitir aumentar sus posibilidades de supervivencia a la exposición de insecticidas (Levinson, 1975).

Entre los efectos secundarios que produce la aplicación de insecticidas, se ha informado que los artrópodos benéficos se ven gravemente afectados por efectos subletales, aunque su impacto por lo general, se subestima. Es cierto que no inducen la mortalidad directamente, pero no obstante son muy negativos para la protección de la comunidad de insectos benéficos, lo que apunta a la necesidad de

mejorar la integración entre el control químico y las tácticas de control biológico (Ail-catzim et al., 2015); (França et al., 2017). En este sentido, entre las medidas paliativas al efecto de los plaguicidas destaca la creación en los cultivos de un área de reserva, excluida de la acción de los pesticidas. Específicamente para el caso del olivar, esta medida ha sido regulada por la Comisión Europea, exigiéndose para los olivares MIP el establecimiento de un área de exclusión con una superficie de al menos un 5% del área cultivada.

Dado que las aplicaciones de insecticidas inducen modificaciones de comportamiento en los enemigos naturales afectados por dosis subletales, es probable que sus efectos tengan un impacto en las tasas de captura registradas en dispositivos de monitoreo comúnmente utilizados en la olivicultura: trampas cromáticas. En base a este supuesto, se realizaron investigaciones con ensayos en campo a nivel experimental, de los cuales se pueden concluir con importantes resultados útiles para aplicarlos en la agricultura.

10 UTILIDAD DE LOS EFECTOS SUBLETALES EN LA DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA COMPORTAMENTAL EN LOS INSECTOS

La aplicación frecuente de plaguicidas es el principal factor que limita la abundancia y la diversidad de la comunidad de artrópodos benéficos.

El control químico y biológico integrados puede ser parte del manejo sostenible de plagas; por tanto, es muy importante conocer el efecto sobre los enemigos naturales, de los plaguicidas tanto letales como subletales, para compatibilizar ambos métodos de control.

En todos los cultivos, luego de una aplicación la dosis inicial en el aire se reduce rápidamente y se va degradando por diversos factores externos (lluvia, temperatura, luz). Con esto, una gran proporción de insectos, tanto plaga como auxiliares benéficos, se ven afectados principalmente por dosis subletales, inferiores a la inicialmente aplicada.

Por investigaciones anteriores en los que se agroecosistemas donde se aplican insecticidas regularmente, los insectos benéficos han desarrollado ciertos patrones que le han permitido adquirir cierto grado de resistencia comportamental

(mecanismos de escape). De otra manera, los insectos afectados por dosis subletales habrían desarrollado descendencia con modificaciones de comportamiento (resistencia conductual) que les permiten desarrollarse en olivares donde se aplican insecticidas de síntesis. De manera contraria, los insectos en olivares manejados ecológicamente, donde no se utilizan insecticidas, no han desarrollado esta modificación.

Conocer este hecho, ha ayudado a establecer un procedimiento práctico: realizar aplicaciones de la dosis comercial del insecticida sintético en áreas reducidas (piloto) de los cultivos problema, para luego monitorear las reacciones de los insectos benéficos, que son los que nos sirven para identificar los diferentes agroecosistemas. Se concluye en base a las observaciones que:

Los insectos benéficos capaces de desarrollar resistencia conductual, solo se manifiestan en agroecosistemas que son frecuentemente tratados con insecticidas (Convencional – MIP). Evidenciado por su mayor frecuencia de capturas en trampas cromáticas de las zonas tratadas, esto es lo que se utiliza como indicador de la perturbación provocada.

Los insectos benéficos incapaces de desarrollar resistencia conductual muy probablemente no sobreviven a la exposición de las dosis comerciales aplicadas, por lo que su presencia es muy a menudo indicativa de agroecosistemas orgánicos, por lo que son muy escasos o incluso ausentes en agroecosistemas objeto de insecticidas de síntesis.

La aplicación de tratamientos inductores a pequeña escala puede ser utilizado en la identificación de olivares ecológicos, ya que permite una clara diferenciación de aquellos que son objeto de aplicaciones de insecticidas (convencionales, MIP). una herramienta útil para identificar verdaderos agroecosistemas orgánicos.

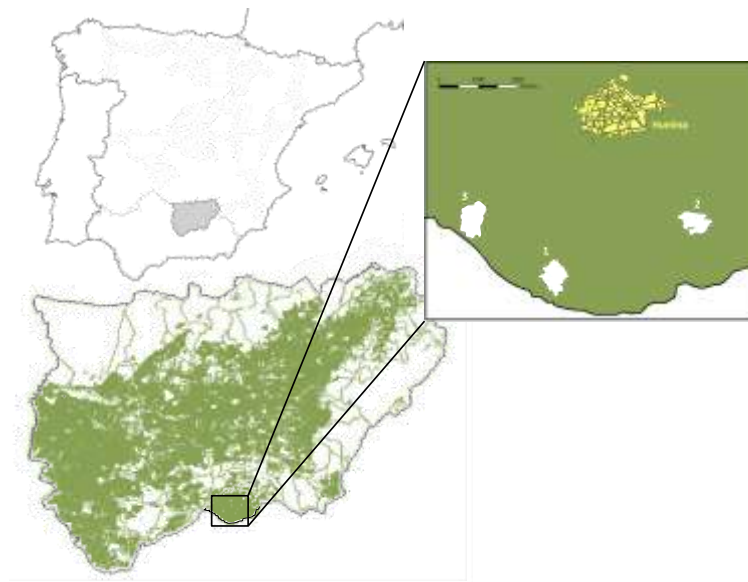
En los últimos años se realizaron investigaciones basadas en ensayos a campo, en diferentes manejos de olivares de la provincia de Jaén, con la finalidad de determinar el grado de resistencia comportamental, por el uso de dosis de insecticidas subletales, en insectos benéficos presentes en los agroecosistemas; y como este parámetro puede ser medido a partir del uso de trampas cromáticas, ya

que estas dosis subletales, tal como se dijo anteriormente, inducen cambios en el comportamiento. Los datos recogidos en el monitoreo son usados, por ejemplo, como un posible identificador de olivares de manejo puramente orgánico, desenmascarando aquellos que no lo son. Se generan además otros parámetros de gran utilidad, a nivel de especies bioindicadoras, efecto de especies predadoras en función de las aplicaciones de plaguicidas.

El marco general de los ensayos son los que se comparten a continuación.

Los estudios se llevaron en olivares ubicados en la región de Andalucía, España, en la Provincia de Jaén. Figura 12, se observa los diferentes olivares: 1) Manejo convencional, 2) Manejo integrado de plagas, y 3) Manejo orgánico.

Figura 12: Mapa de zona de estudio y los tipos de olivares



Fuente: Tomado de (González. Guzmán. 2019).

Los olivares utilizados para la realización los ensayos, se diferenciaban en el manejo: Convencional, Manejo integrado de Plagas y Orgánico, sus características, según el Ministerio de Agricultura de España & Comité Español de Agricultura Ecológica. Tabla 3.

Tabla 3: Tipos de manejo del olivar según los tratamientos químicos aplicados

		Manejo Olivar		
		Convencional	MIP	Ecológico
Plaga/Patógeno	Principios Activos	Volumen-Peso (promedio/ Ha y año)	Volumen-Peso (promedio/ Ha y año)	Volumen-Peso (promedio/ Ha y año)
Hierba Vegetación	Glifosato (20%) +	0,3 L/Ha	---	---
	Oxifluorfenó (3 %)	4 L/Ha		
<i>Fusicladium oleagineum</i>	Oxicloruro de cobre (20%) + Propineb (15%)	0,8 Kg /Ha	0,8 Kg /Ha	---
<i>Colletotrichum gloesporides</i>				
<i>Pseudomonas savastanoi</i>				
<i>Aceria oleae</i>	S (80%)	1,4 Kg/Ha	0,75 Kg/Ha	---
<i>Prays oleae</i>	Dimetoato 40%	0,9 L /Ha	0,3 L /Ha	---
<i>Euzophera pinguis</i>	Clorpirifos 48%	1,5 L /Ha	0,75 L /Ha	---
<i>Phloeotribus scarabaeoides</i>	Dimetoato 40%	0,9 L /Ha	0,45 L /Ha	---
<i>Bactrocera oleae</i>	Dimetoato 40%	1,8 L /Ha	0,9 L /Ha	- - -

Fuente: Adaptado. Ministerio de Agricultura de España. Comité Español de Agricultura Ecológica. 2007 – 2017.

Las parcelas que se utilizaron para realizar las investigaciones, corresponden a diferentes tipos de olivares, tal como se dijo anteriormente, no solo en su manejo, sino también en su ubicación. A continuación, Tabla 4, se muestran las principales características de los olivares.

Tabla 4: Descripción de las parcelas olivareras estudiadas

	Olivar Convencional	Olivar Manejo Integrado	Olivar Ecológico
Coordenadas	37°36'18.20" N 3°28'33.59" W	37°37'44.79" N 3°26'32.75" W	37°37'24.38" N 3°29'51.22" W
Variedad del Olivar	Picual	Picual	Picual
Edad olivar (años)	20 - 30	20 - 30	20 - 25
Densidad de plantación (arboles/ha)	100	100	
Uso de herbicidas	preemergencia	no	no
Control de plagas	insecticidas organofosforados. Dimetoato al 40%. Concentración al 0,1 %. Aplicación: Mayo - Junio; Septiembre - Octubre	insecticidas organofosforados. Dimetoato al 40%. Concentración al 0,1 %. Aplicación: Mayo - Junio; Septiembre - Octubre	Actividad entomófaga de enemigos naturales
Cubierta vegetal	Ausente	Presente	Presente
Especies presentes en la cubierta vegetal		<i>Lolium rigidum</i> , <i>Senecio vulgaris</i> , <i>Poa annua</i> , <i>Silene colorata</i> , <i>Diploaxis virgata</i> , <i>Muscari neglectum</i> , <i>Sinapis alba</i> , <i>Equisetum arvense</i> , <i>Bromus madritensis</i> , <i>Convolvulus althaeoides</i> , <i>Phalaris minor</i> , <i>Daucus carota</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Anacyclus clavatus</i>	Ídem Olivar MIP, Vegetación adyacente, característica del bosque mediterráneo: <i>Quercus ilex</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> y <i>Stipa tenacissima</i> .
Control de cubierta vegetal	Herbicidas	Mecánica (desbrozadora)	

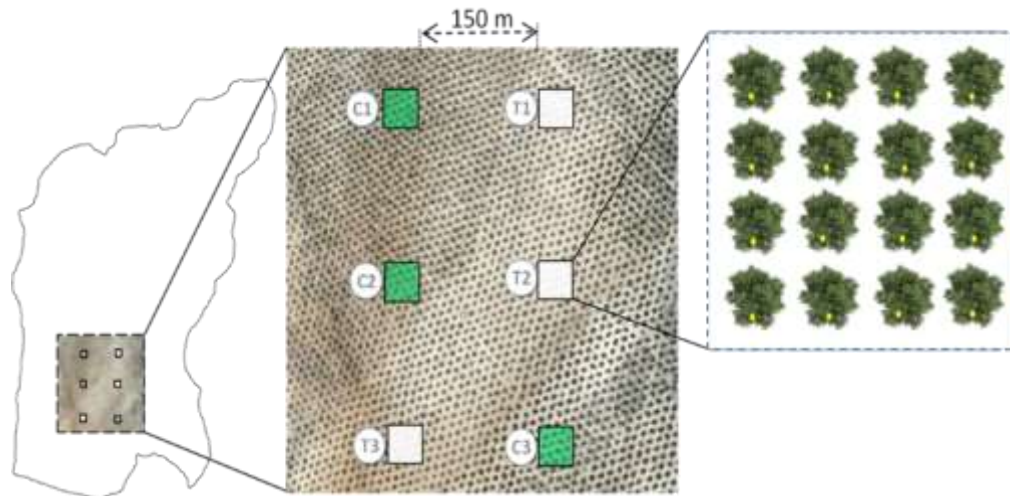
Fuente: Elaboración propia. Tomado de (González Ruiz, JA Gómez Guzmán. 2019).

10.1 Como identificador de olivares orgánicos

Para promover la conversión agrícola hacia el manejo orgánico, en España el gobierno concede subsidios económicos a los agricultores. Entre los requisitos exigidos para acceder, se debe realizar la evaluación del olivar y certificarlo como: orgánico, para esto los cultivos deben someterse a inspecciones periódicas, que permitan garantizar la ausencia de residuos de pesticidas en frutos y en el aceite obtenido. Los métodos de análisis comunes son la cromatografía de gases (González et al., 1998), la cromatografía líquida (Mol et al., 2003); (Hernández et al., 2006), y la cromatografía de gases líquidos (Kumari et al., 2004). Usar estas metodologías además de ser complejas, ocasionalmente es dificultoso detectar los residuos de pesticidas, porque la mayoría de estos son compuestos polares solubles en agua (López et al., 2000). Por esta razón se debe disponer de más herramientas o métodos que permitan caracterizar los ecosistemas orgánicos respecto de las demás formas de manejo. Se han realizado estudios que han permitido verificar en ellos (olivares orgánicos) la existencia de una comunidad de enemigos naturales más diversa y abundante (González et al., 2019).

El siguiente estudio se realizó en este sentido, en búsqueda de un método más fácil y de igual fiabilidad, para la detección de olivares puramente orgánicos. El experimento se realizó en parcelas los tres tipos de olivares (anteriormente descritos), en 6 parcelas de 50 x 50 m, de 16 olivos cada una, con una distancia mínima entre las parcelas de 150 m.

Figura 13: Parcelas bajo estudio. Disposición de los olivares



Fuente: Tomado de (González. Guzmán. 2019).

La prueba consistió en realizar aplicaciones experimentales de insecticidas utilizando la dosis comercial recomendada por el fabricante, en los tres olivares diferenciados por su manejo. Como es de esperar, una proporción de los insectos presentes en el momento de su aplicación, recibirían estas dosis (letales), aunque debido al arrastre (viento fundamentalmente) y degradación de los residuos del insecticida (temperatura, luz, entre otros) la mayor parte de ellos resultarían afectados solo por dosis subletales. El ensayo está por tanto destinado a monitorizar la reacción de la población en su conjunto.

En las parcelas tratadas (T, en Figura 13) se utilizó Dimetoato (40%) como insecticida inductor. Las aplicaciones se realizaron en la etapa fenológica: floración del olivo (estadios FI-F2), entre las fechas: 10 de mayo (2017) y 2 de junio (2018). Durante las generaciones antófaga y carpófaga de la polilla del olivo, *Prays oleae*; en este mismo periodo coincide una alta intensidad de actividad de insectos benéficos, y de insectos fitófagos (Ramos, 1990).

Paralelamente, en las parcelas Control (C, en Figura 13) se aplicó agua destilada sobre todos y cada uno de los olivos.

Para monitorizar la reacción de la respuesta de los insectos benéficos de ambos tipos de parcelas (tratadas y control, Figura 13), en cada uno de los olivos de estas se instalaron trampas cromotrópicas amarillas adherentes, inmediatamente después

de la aplicación. En laboratorio se observaron bajo lupa para la cuantificación y determinación taxonómica de las especies capturadas.

Entre todas las especies se puso atención a las especies entomófagas asociadas a las plagas del olivo de mayor importancia ecológica¹. Se seleccionaron 10 especies que son relativamente comunes en los olivares (Arambourg, 1986); (Varela et al., 1999) y ejercen control sobre las plagas del olivo de los cuales son: 6 depredadores y 4 parasitoides, que corresponden a los órdenes Thysanoptera, Neuróptera, Hemíptera, Raphidioptera, Coleóptera y Díptera. Tabla 5.

El depredador más abundante fue *Aeolothrips intermedius* (Thysanoptera Aeolothripidae). En el olivar, sus presas potenciales están representadas por *trips* y *ácaros*. Los neurópteros alcanzaron una proporción del 5,4% de las capturas totales. Entre ellos, los más abundantes fueron *Chrysoperla agilis*, y la mosca *serpiente Harraphidia laufferi*. En los olivares, el complejo de Crisópidos, son polípagos y efectivos depredadores en el control natural de la polilla del olivo, psílidos hemípteros, y especies de escamas. La mosca serpiente *Harraphidia laufferi* está frecuentemente presente en los olivares, depredando larvas de escarabajos descortezadores *Phloeotribus scarabaeoides* en estado larvario. En la etapa adulta, los rafidiópteros también son depredadores. Las especies hemípteras de depredadores alcanzaron una proporción del 6% del total de capturas. Adultos como ninfas son depredadores generales que consumen una variedad de plagas, incluidos ácaros, trips, pulgones, pequeñas orugas, psílidos y moscas blancas. En menor proporción, las mariquitas (Coccinellidae) también fueron atrapadas. Las mariquitas son depredadores de varias plagas de escamas importantes. Una baja proporción 0,7% correspondieron a los depredadores dípteros de la familia Syrphidae. En los olivares, las larvas de sírfidos han sido reportadas como depredadoras del psílido del olivo, *Euphyllura olivina*.

¹ Arambourg, 1986; Bozsik et al., 2009; Campos, 1981; Varela-Martínez y González-Ruiz, 1999; Ramos y Ramos, 1990

Tabla 5: Papel ecológico de los insectos benéficos capturados.











Entomofauna Benéfica en olivar		Control biológico sobre	
Depredadores entomófagos	<i>Aeolothrips intermedius</i>	<i>Liothrips oleae</i>	
		<i>Aceria oleae</i>	
		<i>Oxycenus maxwelli</i>	
	Complejo de Crisopas	<i>Chrysoperla carnea</i>	<i>Prays oleae, Euphyllura olivina, especies de: Coccidae y Diaspididae</i>
		<i>Chrysoperla agilis</i>	
		<i>Chrysoperla affinis ex Ch. kalthoffi</i>	
		<i>Chrysoperla lucasina</i>	
<i>Chrysoperla carnea sensu stricto</i>			
o <i>Chrysoperla pallida</i>			
Depredadores	<i>Anthocoris nemoralis</i>	<i>Euphyllura olivina</i>	
	<i>Orius laevigatus</i>	<i>Liothrips oleae</i>	
		<i>Prays oleae</i>	
	<i>Coccinella septempunctata</i>	<i>Saissetia oleae</i>	
		<i>Parlatoria oleae</i>	
		<i>Lepidosaphes ulmi</i>	
<i>Aspidiotus nerii</i>			
Parasitoides	<i>Harraphidia laufferi</i>	<i>Phloeotribus scarabaeoides</i>	
		<i>Euzophera pinguis</i>	
		<i>Euphyllura olivina</i>	
	<i>Pnigalio mediterraneus</i> (Esta especie no entra en diapausa, permanece activa durante todo el invierno. La convierte en una especie relevante asociado con la mosca del olivo)	<i>Bactrocera oleae</i>	
		<i>Prays oleae</i>	
	<i>Chelonus elaeaphilus</i>	<i>Prays oleae</i>	
	<i>Ageniaspis fucicollis</i>	<i>Prays oleae</i>	
	<i>Tetrastichus cesirae</i>	<i>Phloeotribus scarabaeoides</i>	
		<i>Saissetia oleae</i>	
		<i>Dasineura oleae</i>	
<i>Lasioptera berlesiana</i>			
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i>			
	<i>Liothrips oleae</i>		

Fuente: Elaboración propia. Adaptado. (R González Ruiz, JA Gómez Guzmán. 2019).

10.1.1 Abundancia relativa de los insectos benéficos

Los resultados del monitoreo indican que existen diferencias significativas estadísticamente en las densidades de captura entre los diferentes regímenes de manejo: Convencional (NMC), MIP (NMIP) y Orgánico (NMO). Tabla 6.

Tabla 6: Capturas de insectos benéficos. Parcelas control y tratadas

		2017							2018						
		NMC	NMIP	NMO	U	Z	p	NMC	NMIP	NMO	U	Z	p		
<i>Aeolothrips intermedius</i>					MC-MIP	494,5	0,23	0,814				MC-MIP	477	0,47	0,657
		448	445	1607	MC-MO	163,5	-4,68	<0,001	372	416	1516	MC-MO	124,5	-5,20	<0,001
					MO-MIP	141,5	-4,97	<0,001				MO-MIP	154,5	-4,80	<0,001
<i>Pnigalio mediterraneus</i>					MC-MIP	175,5	-4,58	<0,001				MC-MIP	200	-4,26	<0,001
		46	194	231	MC-MO	164	-4,73	<0,001	39	147	179	MC-MO	230	-3,85	<0,001
					MO-MIP	457	-0,74	0,458				MO-MIP	498,5	-0,18	0,855
<i>Ageniaspis fuscicollis</i>					MC-MIP	216,5	-4,10	<0,001				MC-MIP	398	-1,59	0,111
		25	90	159	MC-MO	185	-4,52	<0,001	33	62	186	MC-MO	175,5	-4,59	<0,001
					MO-MIP	376	-1,83	0,067				MO-MIP	249	-3,57	<0,001
<i>Tetrastichus cesirae</i>					MC-MIP	339	-2,48	0,013				MC-MIP	304	-2,90	0,003
		19	52	169	MC-MO	263	-3,52	<0,001	27	61	237	MC-MO	138,0	-5,12	<0,001
					MO-MIP	340,5	-2,36	0,018				MO-MIP	225,5	-3,89	<0,001
<i>Chelonus eleaphilus</i>					MC-MIP	511	-0,01	0,988				MC-MIP	453,5	-0,82	0,410
		33	33	116	MC-MO	147	-4,99	<0,001	38	51	142	MC-MO	160,5	-4,79	<0,001
					MO-MIP	156	-4,86	<0,001				MO-MIP	218	-3,99	<0,001
<i>Orius laevigatus</i>					MC-MIP	504	0,11	0,910				MC-MIP	479	0,44	0,657
		43	40	88	MC-MO	395,5	-1,61	0,106	31	35	109	MC-MO	327	-2,48	0,013
					MO-MIP	386,5	-1,73	0,082				MO-MIP	316	-2,63	0,008
<i>Chrysoperla agilis</i>					MC-MIP	505,5	-0,09	0,922				MC-MIP	455	-0,88	0,375
		20	23	104	MC-MO	280	-3,26	0,001	13	21	97	MC-MO	221,5	-4,14	<0,001
					MO-MIP	291,5	-3,11	0,002				MO-MIP	256	-3,59	<0,001
<i>Coccinella septempunctata</i>					MC-MIP	492,5	-0,33	0,742				MC-MIP	497,5	-0,21	0,835
		11	13	55	MC-MO	317,5	-2,92	0,003	25	32	82	MC-MO	274,5	-3,31	<0,001
					MO-MIP	331	-2,69	0,007				MO-MIP	299	-2,95	0,003
<i>Anthocoris nemralis</i>					MC-MIP	480	-1,42	0,154				MC-MIP	494,5	-0,43	0,664
		0	2	32	MC-MO	320	-3,79	<0,001	3	6	48	MC-MO	206	-4,75	<0,001
					MO-MIP	344	-3,12	0,002				MO-MIP	225,5	-4,39	<0,001
<i>Harraphidia laufferi</i>					MC-MIP	512	0	1				MC-MIP	496	-0,21	0,829
		0	0	20	MC-MO	288	-4,17	<0,001	0	1	34	MC-MO	144	-5,81	<0,001
					MO-MIP	288	-4,17	<0,001				MO-MIP	156,5	-5,56	<0,001

Fuente: Tomado de (González. Guzmán. 2019).

Comparando las capturas en los diferentes regímenes de manejo en el olivar indican que las densidades de captura fueron bastante similares entre el tipo de manejo convencional y MIP, no presentando diferencias para la mayor parte de especies; comparando el manejo convencional vs orgánico, y el MIP vs orgánico, queda demostrado que existe mayor abundancia de especies en el olivar con manejo orgánico.

Los resultados muestran que aplicar insecticida de manera experimental, en olivares con distintos tipos de manejo, con el único fin de desencadenar una reacción defensiva (*resistencia conductual*) de la entomofauna benéfica, permite mostrar la existencia de patrones comportamentales diferentes: en olivares de manejo convencional y MIP, resulta sorprendente encontrar valores de captura bastante superiores en las parcelas tratadas, este aumento de capturas probablemente puede atribuirse a la reacción de escape de individuos que han sido alcanzados por dosis subletales hacia zonas libres de insecticida.

En olivares orgánicos se presenta una situación distinta.

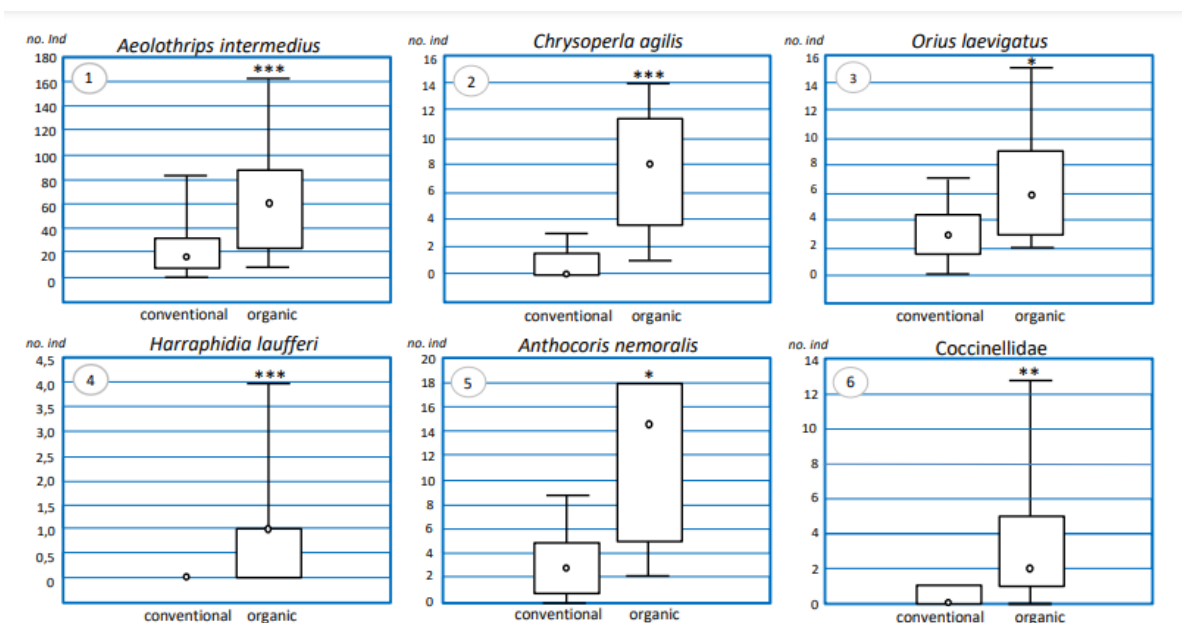
En estos olivares, la descendencia de insectos benéficos ha sido mantenidos libres de la acción de los insecticidas, por ende, se espera que sean más susceptibles a los plaguicidas. Este hecho se respalda al observar los valores de las capturas de las parcelas control del manejo orgánico en comparación con los otros dos manejos diferentes.

Influencia del manejo agrícola sobre la abundancia de depredadores.

Analizando los datos de abundancia de depredadores obtenidos de las parcelas control, se puede observar la influencia del manejo agrícola en olivares sobre la entomofauna benéfica: convencional vs orgánico.

Como se muestra en las Figura 14, los depredadores presentaron, en todos los casos, una mayor abundancia en el olivar ecológico que en el tradicional, en parcelas control (sin tratamiento con insecticida).

Figura 14: Diagrama de cajas. Capturas de insectos benéficos. Parcelas control y tratadas



Fuente: Tomado de (González. Guzmán. 2019).

Los resultados muestran una reducción en la abundancia de enemigos naturales, y esto es una consecuencia obvia de la aplicación regular de plaguicidas en el olivar. Las crisopas verdes comunes generalmente han mostrado la capacidad de desarrollar resistencia fisiológica a los pesticidas (Bozsik, 2008); (Khan et al., 2008).

Como en el análisis anterior entre los diferentes manejos de olivares comparados, aquí también se observa que *Harraphidia laufferi* (mosca serpiente), solo ha sido recolectada únicamente en el olivar ecológico.

10.1.2 Inducción de resistencia comportamental

Los resultados de la aplicación experimental del insecticida utilizado para inducir una reacción en los insectos benéficos, indican que se dan dos situaciones opuestas en los dos tipos de manejo considerados.

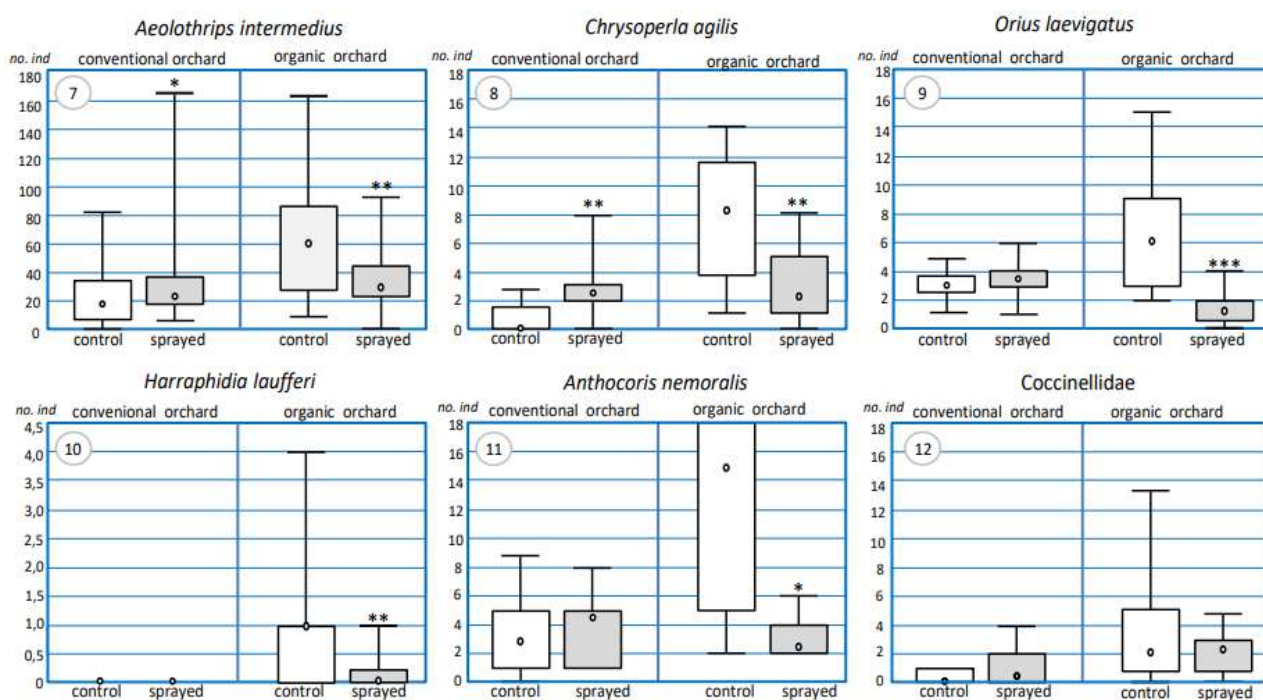
Manejo convencional. El nivel de captura de depredadores en trampas de parcelas tratadas es mayor que en las parcelas control, Figura 15. Este aumento es más evidente en los depredadores más abundantes, (*Aeolothrips intermedius*,

Chrysoperla agilis). El nivel de capturas de *Orius laevigatus* *Anthocoris nemoralis* y especies de Coccinellidae, también fue ligeramente superior en las parcelas tratadas.

Manejo orgánico: Diferentemente ocurre en las parcelas tratadas con insecticida del olivar ecológico, el número de capturas es menor con respecto a las capturas obtenidas en las parcelas control. Esta disminución fue estadísticamente significativa para *Aeolothrips intermedius*, *Chrysoperla agilis*, *Orius laevigatus*, *Harraphidia laufferi*.

Se observan dos comportamientos completamente diferentes para un mismo depredador, como *Chrysoperla agilis* y *Aeolothrips intermedius*, dependiendo del manejo agrícola (Figuras 14 y 15), lo que muy probablemente se corresponde con el diferente grado de susceptibilidad a los pesticidas.

Figura 15: Capturas de insectos benéficos en parcelas tratadas de olivares convencionales y orgánicos.



Fuente: Tomado de (González. Guzmán. 2019).

Los gráficos anteriores, basados en los ensayos experimentales, confirman lo observado en estudios anteriores, la diferencia en el aumento de individuos de las parcelas tratadas del olivar convencional se atribuye a la reacción de escape a las zonas libres de pesticidas por insectos con comportamiento de resistencia (mecanismos de escape). La reacción de escape y el aumento de la actividad de los insectos después de la aplicación de pesticidas, han sido reportados anteriormente. Esto puede ocurrir en la mayoría de los depredadores estudiados aquí.

11 CONCLUSIÓN

Se ha observado que el uso regular de insecticidas en los sistemas productivos, se ejerce una progresiva presión de selección en linajes más adaptados a escapar a la acción del insecticida, a diferencia de los linajes salvajes, que son propios de agroecosistemas en los que no se aplican insecticidas. (Haynes, 1998); (Lee et al., 2000).

El desarrollo de mecanismos de comportamiento y la resistencia fisiológica a los plaguicidas deben considerarse eventos adaptativos e independientes entre sí, aunque en ambos casos se transmiten genéticamente a la descendencia.

La inducción de efectos subletales mediante la aplicación experimental a pequeña escala del insecticida de síntesis ensayado en áreas piloto reducidas del cultivo problema, y la determinación de sesgos en las tasas de captura en las trampas cromáticas adherentes de los insectos beneficiosos, permite identificar a los cultivos orgánicos -en los que los insecticidas de síntesis no son nunca aplicados-, respecto de cualquier otro tipo de manejo basado en el uso de este tipo de insecticidas (Gómez et al., 2017). Esto ha llevado a interpretar las diferencias en las tasas de captura como una consecuencia de la reacción de repelencia que las poblaciones de los insectos beneficiosos han desarrollado en cultivos usualmente tratados con insecticidas de síntesis (Haynes, 1988); (Franca et al., 2017), y que está ausente en los cultivos libres de estos pesticidas.

Se han podido verificar algunas especies con valores poblacionales prácticamente insignificantes o ausentes en los agroecosistemas convencionales o MIP, mientras que en el manejo ecológico son relativamente comunes. Sin embargo, los resultados indican que ciertas especies depredadoras tales como la mosca serpiente, *Harraphidia laufferi* (Raphidioptera: Raphidiidae), chinches piratas como *Temnostethus* sp. (Hemípteros: Anthocoridae), y mariquitas (Coleóptera: Coccinellidae), carecerían de la capacidad de desarrollar resistencia conductual frente a las dosis comerciales de los insecticidas de síntesis usualmente utilizados.

Los resultados confirman que depredadores como *Chrysoperla agilis*, tiene un gran potencial para desarrollar mecanismos de defensa contra insecticidas.

Además, en el olivar orgánico se encontraron especies como la mosca serpiente (*Harraphidia laufferi*) que está ausente en los manejos convencionales y MIP. Dado que sus larvas requieren de 2 – 3 años para su completo desarrollo esto la convierte en una especie particularmente vulnerable; por tanto, su baja proporción entre los depredadores puede ser explicada por su sensibilidad a los insecticidas. Este hecho le otorga una característica como bioindicadora de olivares de manejo orgánico.

El uso de dosis subletales en aplicaciones experimentales para evaluar la resistencia comportamental en insectos beneficios, ha dado excelentes resultados como una alternativa, a los métodos tradicionales para certificación de olivares orgánicos.

Resulta valioso el método, ya que pone en relevancia la importancia de la artropodofauna benéfica, y deja expuesto que se existen grandes diferencias en los diferentes tipos de manejo de los olivares, la influencia de la mano del hombre en el agroecosistema afecta las poblaciones de artrópodos benéficos. Desconocer esto, desencadena en mal uso de los plaguicidas, y el coste que significa. Los enemigos naturales están en el agroecosistema, solo que debemos conocerlos e intervenir en el control de plagas solo cuando sea necesario. Es fundamental tener una visión integral del agroecosistema, y de los procesos bióticos que se producen internamente. La artropodofauna auxiliar es la mejor alternativa a los cultivos, pero no debemos olvidar que el hombre como interventor en el agroecosistema, debe favorecer los procesos de instalación, desarrollo de las poblaciones benéficas, y no tener una vista a corto plazo y únicamente pensar en el producto principal del olivar: las aceitunas.

12 BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, E. Jacas, J. A. 2013. Effect of ground cover management on Thysanoptera (thrips) in clementine mandarin orchards. *Journal of Pest Science*, 86: 3. 469 – 481 p.
- Aldebis, H. K.; Avila, A.; Matas, P. Vargas, E. 2004. Evaluación de los daños causados por la polilla del olivo, *Prays oleae*, en distintas variedades y condiciones de cultivo. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 30: 649 – 656 p.
- Altieri M. Agroecología. 2009. Bases científicas para una agricultura sustentable. Ed. Nordan. 1 – 57 p.
- Andrews, K. Quezada, J. 1989. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: Estado actual y futuro. Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- Bieiza P. 2007. Compatibilidad activa de plaguicidas y fauna auxiliar. Universidad Politécnica de Cartagena. *Revista Especial*. Junio. 28 – 35 p.
- Bozsik, A. 2006. Trials with overwintering chambers as conservation tools for common green lacewings in Hungary. *Proceedings of the 4th International Plant Protection Symposium at Debrecen University, Hungary, 18-19 October*. 132-139 p
- Bozsik, A. y González Ruiz, R. 2006. First data on the sibling species of the common green lacewings in Spain (Neuroptera: Chrysopidae). *Proceedings of the 4th International Plant Protection Symposium at Debrecen University, Hungary. October*. 3 - 11 p.
- Brechel, A. 2004. Manual: El manejo ecológico de plagas y enfermedades. Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina. República Dominicana.

- Campos, M. y Ramos, P. 1982. *Ageniaspis fuscicollis praysincola* Silv. (Hym. Encyrtidae) parásito de *Prays oleae* Bern. (Lep. Hyponomeutidae). Boletín Asociación Española de Entomología. Granada. 63 – 71 p.

- Calvert, D. 1979. Historia del control integrado de plagas. Control Integrado de Plagas en Sistemas de Producción de Cultivos Para Pequeños Agricultores.

- Carrero, J. 1996. Lucha integrada contra las plagas agrícolas y forestales. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 256 p.

- Cantero, F. 2001. Enfermedades y Plagas del olivo 4ª Edición. Ediciones Riquelme y Vargas, S. L. Jaén. 646 p.
- De França, S, Breda, M, Barbosa, D, Araujo, A, Guedes, A. 2017. The sublethal effects of insecticides in insects. Biological control of pest and vector insects, 23 p.

- De Liñán Vicente, C. 2001. Entomología Agroforestal. Insectos y ácaros que dañan montes, cultivos y jardines. Ediciones Agrotecnicas, S.L. Madrid. 1309 p.

- Devine, G. Eza, D. Ogusuku, E. Furlong, M. 2008. Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 25, 74 – 100 p.

- FAO. Food and Agriculture Organization. 1982. “Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides”. Plant Protection Bull. 30:36 71 and 141-143 p.

- Forgash, A. 1984. History, evolution and consequences of insecticide resistance. Pestic. Biochem. Physiol., 22: 178 – 186 p.

- Gálvez, C. Campos, M. Castillo, C. Gómez, J. 2011. Reflexiones sobre el uso de la diversidad vegetal en la conversión ecológica del olivar tradicional mecanizable de Andalucía. XVIII Jornadas 47 Técnicas Estatales de la Producción Ecológica: Manejo agroecológico de suelos” Granada.
- Georghiou, G. P. 1965. “Genetic Studies on Insecticide Resistance”. *Adv. Pest. Control Res.* 6: 171.
- Georghiou, G. P. 1971. “Resistance of Insects and Mites to Insecticide and Acaricides and the Future of Pesticide Chemicals”. In: Swift, J. E. Ed. *Agricultural Chemicals Harmony or Discord for Food People and Environment.* Univ. California Div. Agr. Sci. 151 p.
- Georghlon, G. Taylor, C. 1986. Factors influencing the evolution of resistance. In: *Pesticide resistance, strategies and tactics for management.* National Research Council, Board of Agriculture. Ed. National Academic Press. Washington D.C. 157-169 p.
- Gómez, J. Campos, M. Guzmán, G. Castillo, F.; Vanwalleghem, T. Lora, A. y Giráldez, J. 2017. Soil erosion control, plant diversity, and arthropod communities under heterogeneous cover crops in an olive orchard. *Environmental Science and Pollution Research.* Enero: 1– 13 p.
- Gonzalez Ruiz, R.; Al Asaad, S. y Bozsik, A. 2008. Influencia de las masas forestales en la diversidad y abundancia de los crisópidos (Neur., chrysopidae) del olivar. *Cuadernos de La Sociedad de Ciencias Forestales,* 26: 33–38.
- González Ruiz, R. García-Ruiz, A. García-Fuentes, A. Bozsik, A. Civantos Ruiz, M. Rodríguez C. Sánchez, M. 2015. *Plagas del olivo.* Universidad de Jaén.

- González Ruiz, R. Hurtado, B. Estévez, A. Bozsik, A. 2011. Datos sobre la atracción y preferencia cromática de los crisópidos (Neu. Chrysopidae) del olivar. Comunicación VII Congreso Nacional de Entomología Aplicada. XII Jornadas Científicas de la SEEA. Universidad Internacional de Baeza Jaén.
- Guerrero García, A. 2003. Nueva Olivicultura. Ed. Mundi-Prensa, 5.ª ed. 225 p.
- Haynes K. (1988) "Efectos subletales de insecticidas neurotóxicos sobre el comportamiento de los insectos". Revisión anual de entomología 33: 149 - 168 p.
- González Ruiz, R. Gómez Guzmán, J A. 2019. Agricultural Management Greatly Affects the Beneficial Entomofauna of the Olive Groves. Am J Biomed Sci & Res.
- Gómez Guzmán, J. A. et al 2017. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 95 042038.
- Gómez Guzmán J. González-Ruiz, R. 2019. Determination of the sampling size for the reliable identification of organic crops by inducing sublethal effects in beneficial insects.
- Gómez Guzmán, J. A. Pérez, R. González Ruiz, R. 2021. Induction of sublethal effects for the characterization of Olive groves under different pest management systems.
- Gómez Guzmán, J.A. González Ruiz, R. 2019. Side Effects of Insecticides on Beneficial Insects: A Practical Tool to Identify Organic Agroecosystems.
- Levinson, H. 1975. Posibilidades de uso de insecticidas y feromonas en el control de plagas. Die Naturwissenschaften 62 (6): 272-282.

- López, J, Cano, E. Carballo, C. Guharay, F. 2004. Control biológico de plagas agrícolas. N° 53. Orton IICA/CATIE.
- Metcalf, R. Luckmann, W. 1990. Introducción al manejo de plagas de insectos N°. SB931. M45. Limusa.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2014. Guía de gestión integrada de plagas olivar. Madrid. 1 – 181 p.
- Mohammad, D. Badii H, Landeros J, Cerna E. 2007. Manejo sustentable de plagas: Un apoyo al desarrollo sustentable. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey. Año 4. N° 23. Noviembre.
- Molina J L, Herrera B, Coletto F, Zamorano F, Rodríguez J, García J. 2017. Técnicas de cultivo. Plagas y enfermedades del olivo. Sevilla.
- Montserrat P, Villar L. Los agroecosistemas. 1995. Instituto Pirenaico de Ecología. Historia natural. Huesca. 157 – 168 p.
- Moreno, I. 1997. Principales métodos biotécnicos empleados en el control de plagas. Bol SEA, 20, 127 – 140 p.
- Morris, T. Campos, M. 1999. Entomofauna depredadora del suelo del olivar. Zoológica Baética, 10: 149 – 160 p.
- Nicholls, C. I. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Volumen 2. Universidad de Antioquia.
- Organización Mundial De La Salud (OMS). 1992. Consecuencias Sanitarias del Empleo de Plaguicidas en la Agricultura. Ginebra, Suiza. Pesticides for use with biological control. Agric. Ecosystems. 128 p

- Paredes, D.; Batuecas, I.; Cayuela, L. Campos, M. 2014. *Anthocoris nemoralis*: Un nuevo aliado en el control biológico por conservación de la generación antófaga de la plaga del olivo *Prays oleae*. *Agroecología*, 9. 79 – 84 p.

- Pastor, M. Castro, J. Humanes, M. Muñoz, J. 2001. a. Sistemas de cultivo con cubiertas en olivar en Andalucía I. *Vida Rural*. Marzo: 1, 58– 62 p.

- Pastor, M. Castro, J. Humanes, M. Muñoz, J. 2001 b. Sistemas de cultivo con cubiertas en olivar en Andalucía II. *Vida Rural*. Abril: 1, 46 – 50 p.

- Reyes, F. Villanueva, M. Garza, H. 1992. Efecto de las concentraciones subletales de abate sobre algunos parámetros biológicos en *Aedes aegypti*. *Salud pública*. México. 34: 406 – 412 p.

- Rodríguez, J. Chávez, E. Fuentes, Y. Flores, J. 2021. Efectos subletales y costos de la resistencia a abamectina en polilla de espalda de diamante (*Plutella xylostella*) (Lepidóptera: Plutellidae). *Revista colombiana de entomología*. Volumen 47. N° 2.

- Rosset, P. 1990. Aspectos ecológicos del manejo integrado de plagas. *Ciencia Agropecuaria Forestal*. Septiembre, 10 p.

- Sarandón, S. 2002. *El agroecosistema: un sistema natural modificado*. Ed. Científicas americanas. La Plata. Argentina.

- Talebi, K. Kavousi, A. Sabahi, Q. 2008. Impactos de los plaguicidas en los agentes de control biológico de artrópodos. *Tecnología de plagas*. 2. 87 – 97 p.

- Valdés, M. Flores, H. Abreu, J. De Zayas Izagüirre, E. 2009. Insecticidas botánicos como alternativas para el manejo de plagas en sistemas agroforestales. *Agricultura orgánica*. 24 – 26 p.
- Varela, J. González Ruiz, R. 1999a. Estudio sobre la entomofauna de un olivar de la provincia de Granada, durante el periodo de vuelo de la generación antófaga de *Prays oleae* Bern. (Lep., Yponomeutidae). *Phytoma-España*, 111: 42 – 45 p.
- VINSON, S. 1977. Productos químicos del comportamiento en el aumento de enemigos naturales. En *Control biológico por aumento de enemigos naturales*. Springer, Boston, MA. 237 – 279 p.
-