



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

Efectos del uso de cultivos de cobertura vegetal en viñas para mejorar el control biológico: Revisión bibliográfica.

MEMORIA DE TÍTULO

LUCIANO ARIEL HIDALGO ANDÍA

TALCA, CHILE

2022

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2022



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

Efectos del uso de cultivos de cobertura vegetal en viñas para mejorar el control biológico: Revisión bibliográfica.

Por

LUCIANO ARIEL HIDALGO ANDÍA

MEMORIA DE TÍTULO

Presentada a la Universidad de Talca como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO AGRÓNOMO

TALCA, CHILE

2022

APROBACIÓN



Profesor Guía: Ing. Agr. M Sc. Dr. Blas Lavanderos

Profesor

Instituto de Ciencias Biológicas

Universidad de Talca



Profesor Informante: Ing. Agr. M. Sc. Dr. Felipe Laurie

Profesor Escuela de Agronomía

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad de Talca

Fecha Defensa de Memoria de Título: jueves 12 de mayo de 2022.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, dar las gracias a mi familia, mis padres, mis abuelos y mi hermano, por su incondicional apoyo, por siempre enseñarme los valores de la vida, por incentivar me el amor al campo y al trabajo. También agradecer a mi compañera de vida, por su infinito amor y por constantemente impulsarme la admiración a la naturaleza y a los detalles esenciales de la vida. Finalmente, agradecer a los profesores Blas Lavanderos y Felipe Laurie, de la Universidad de Talca, por su disposición, apoyo y orientación para poder realizar esta investigación.

ABSTRACT

Biological conservation control contemplates habitat manipulation and seeks to increase biodiversity within the agroecosystem to promote increased biological control of pests. The use of cover crops is a technique that can be an important strategy within the vineyards, since it provides resources such as pollen, nectar, refuges and alternative prey that attract the natural enemies of pests. In addition, these cover crops have multiple benefits in other ecosystem services for agricultural production, such as pollination, maintenance of soil structure and fertility, nutrient cycling, hydrological services, among others. However, this research focused on determining the effects of the use of cover crops on the biological control of the main grapevine pests. For this, an exhaustive search and critical review of the literature was carried out. As a result, most articles attribute positive results on biological control regarding the use of plant covers in vineyards (85.7% of all studies), reporting an increase in parasitism and/or predation of the pests studied. On the other hand, only 5 investigations reported a neutral effect (14.3% of all investigations) and no negative effects were demonstrated. In this way, it is evident that the use of cover crops attracts the main natural enemies of pests in vineyards and the effects of their implementation are mostly positive, because cover crops in vineyards and natural spaces nearby, benefit natural enemies. In this way, this study allows a better understanding of the complex interaction between habitat management, the diversity of natural enemies and pest control in the vineyard agroecosystem. However, research related to the use of plant covers and their effect on biological control is still incipient in Chile.

RESUMEN

El control biológico de conservación contempla la manipulación del hábitat y busca incrementar la biodiversidad dentro del agroecosistema para promover un aumento del control biológico de plagas. El uso de cultivos de cobertura es una técnica que puede ser una estrategia importante dentro de los viñedos, ya que, provee de recursos como polen, néctar, refugios y presas alternativas que atraen a los enemigos naturales de las plagas. Además, estos cultivos de cobertura tienen múltiples beneficios en otros servicios ecosistémicos para la producción agrícola, como polinización, mantenimiento de la estructura y fertilidad del suelo, el ciclo de nutrientes, servicios hidrológicos, entre otros. Sin embargo, esta investigación se enfocó en determinar los efectos del uso de cultivos de cobertura sobre el control biológico de las principales plagas de la vid. Para ello, se realizó una búsqueda exhaustiva y revisión crítica de literatura. Como resultado, la mayoría de los artículos atribuyen resultados positivos sobre el control biológico con respecto al uso de las cubiertas vegetales en viñedos (85,7 % del total de los estudios), reportando un aumento del parasitismo y/o depredación de las plagas estudiadas. Por otro lado, solo 5 investigaciones reportaron un efecto neutro (14,3 % del total de las investigaciones) y no se demuestran efectos negativos. De esta manera, se evidenció que el uso de cultivos de cobertura atrae a los principales enemigos naturales de plagas en viñedos y los efectos de su implementación son positivos en su mayoría, debido a que las plantas herbáceas dentro de los viñedos y en los espacios naturales cercanos, benefician a los enemigos naturales. De esta manera, este estudio permite un mejor entendimiento de la interacción compleja entre la gestión del hábitat, la diversidad de enemigos naturales y el control de plagas en el agroecosistema de las viñas. Sin embargo, en Chile aún es incipiente la investigación relacionada al uso de cubiertas vegetales y su efecto sobre el control biológico.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Hipótesis	2
1.2. Objetivo general	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Viñedos en Chile	3
2.2 Principales plagas	4
2.3 Agroecología	5
2.4 Biodiversidad	7
2.5 Servicios ecosistémicos	8
2.6 Control biológico	9
2.7 Control biológico de conservación	10
2.8 Cubiertas vegetales en viñedos	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS	14
4. RESULTADOS	15
5. DISCUSIÓN	26
6. CONCLUSIÓN	28
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1. INTRODUCCIÓN

Dentro de los cultivos con mayor importancia en Chile se encuentra la vid (*Vitis vinifera* L.). Según el catastro vitivinícola 2020 realizado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), la superficie vitícola nacional es de 145.320 hectáreas que se concentra en la región del Maule con 53.546 hectáreas y la región del Libertador Bernardo O'Higgins con 45.080 hectáreas. Dada la relevancia de la vid en la agricultura nacional, así como en el resto del mundo y el impacto generado por los manejos convencionales, se deben hacer los esfuerzos por buscar un manejo sustentable de estos cultivos, donde el uso de cubiertas vegetales en la zona de entre hileras, se está implementando cada vez más debido a su aporte al control biológico de plagas y enfermedades, así como sus aportes a un mejoramiento del suelo (Altieri, 1999). El uso de cultivos de cobertura en entre hilera de viñedos, es una técnica utilizada en diversas regiones productoras de vinos finos del mundo, como California, Australia, Italia, Francia y otros (Masson y Bertoni, 1996; Nieddu et al., 2000; Masson y Gintzburger, 2000). Sin embargo, en Chile existen escasos estudios que evidencien los efectos de las cubiertas entre hileras en el cultivo de la vid.

El uso de cultivos de cobertura es una técnica que consiste en sembrar semillas de herbáceas perennes o anuales en cultivos puros o mezclados para cubrir el suelo durante todo o parte del año (Altieri, 1995). Últimamente, cada vez son más los viñedos que utilizan cultivos de cobertura en entre hilera como una estrategia de manejo del suelo, los cuales superan en beneficios los posibles inconvenientes que pueda tener (Steenwerth y Guerra, 2012). Incluso, Martínez (2020) evidencia que los cultivos de cobertura, cuando se seleccionan cuidadosamente, pueden ser una importante herramienta para una estrategia de manejo integrado de plagas. Los sistemas de producción en viticultura sustentable tienen el desafío de aumentar la sostenibilidad y estabilidad de los sistemas agrícolas, además la producción del viñedo y la conservación de la naturaleza, para preservar el patrimonio biológico, como la flora y fauna presente en las regiones vitivinícolas (Belda, 2017).

Las posibilidades de un incremento en las poblaciones de controladores biológicos serían mayores en hábitat que proveen recursos alimenticios dentro y fuera de los cultivos, por eso, pequeños cambios en las prácticas agrícolas pueden causar sustanciales incrementos en las poblaciones de enemigos naturales (Servicio Agrícola y Ganadero, 2013). Sin embargo, en la actualidad es insuficiente la información disponible para que los productores tomen decisiones informadas sobre la selección y manejo de cultivos de cobertura y su uso potencial como herramienta de manejo de plagas (Martínez, 2020). Es por esto por lo que se necesita mostrar

evidencias críticas sobre mejores técnicas de manejo ecológicos de plagas adaptables para pequeños y medianos productores vitivinícolas en Chile. En la siguiente investigación, se revisarán estudios nacionales e internacionales de literatura relacionada al tema de cubiertas vegetales sobre el control de plagas, abordando temas como las principales plagas de la vid, control biológico de conservación e implementación de cubiertas vegetales.

1.1. Hipótesis

Un aumento de la biodiversidad vegetal en viñedos mediante el uso de cubiertas vegetales favorece el control biológico de las plagas de la vid.

1.2. Objetivo general

Determinar los efectos del uso de cultivos de cobertura y los principales enemigos naturales de plagas, sobre el control biológico en viñedos mediante una búsqueda exhaustiva y revisión crítica de literatura.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Viñedos en Chile

Según el catastro vitivinícola nacional del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) 2020 la superficie de vides para vinificación alcanzó las 145.320 hectáreas de las cuales el 73,6% corresponde a variedades tintas y el 26,4% a variedades blancas. En cuanto a la distribución de la producción, esta se concentra principalmente entre las regiones de Valparaíso y Ñuble, siendo las regiones de O'Higgins y el Maule las de mayor participación, concentrando aproximadamente el 70% de la superficie nacional de este cultivo. Según la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), la cadena productiva del sector vitivinícola está conformada por viñedos de tamaño muy diverso, que poseen una o más variedades, distribuyéndose desde el norte hasta el sur de nuestro país, los cuales requieren importantes innovaciones en temas asociados a calidad, eficiencia productiva, sustentabilidad y gestión comercial" (FIA, 2019).

La actividad vitivinícola en una de las más representativas de las tradiciones productivas de Chile, logrando posicionar al país como uno de los principales productores a nivel mundial, siendo el cuarto exportador de acuerdo con las cifras del año 2021 por la Organización Internacional del Vino y la Viña (OIV). Sin embargo, el volumen de exportación de Chile experimentó una caída del 2 % en comparación con 2019, llegando a 8,5 millones de hectolitros en 2020 (OIV, 2021). En Chile existe un crecimiento importante de la superficie de viñas orgánicas las cuales son destinadas a la producción de vino orgánico, debido a que tiene un importante mercado externo que avala su crecimiento (SAG, 2013). De hecho, las áreas dedicadas a la producción de uva orgánica aumentaron significativamente durante las últimas dos décadas, particularmente en España e Italia, cada uno con más de 100.000 hectáreas y Francia con más de 78.000 hectáreas, siendo éstos los países que producen las mayores áreas de uva orgánica (Willer y Lernoud, 2016; Provost y Pedneault, 2016).

Las operaciones de laboreo del suelo (siembra directa, labranza, empleo de maquinaria e instrumentos) son aspectos esenciales en el manejo integrado de agroecosistemas que influyen a favor de las mejoras del control de plagas y enfermedades (Sarandón et al. 2010). En las últimas décadas, la mayoría de los viñedos a nivel mundial han sufrido un manejo intensivo liderado por una alta mecanización en las labores (incluida la labranza frecuente) y/o el uso excesivo de productos fitosanitarios, con los cuales, varios servicios ecosistémicos son afectados, causando la

degradación del suelo y su fertilidad, contaminación de aguas subterráneas, alta incidencia de plagas y altos niveles de insumos agrícolas (Zaller et al., 2015).

2.2 Principales plagas

A lo largo de la historia, los viñedos de Chile y el mundo han convivido con diversidad de insectos que habitan el agroecosistema. El uso de productos fitosanitarios ha sido durante largo tiempo un factor clave para aumentar y estabilizar el rendimiento y calidad de la producción en la mayoría de los agroecosistemas vitícolas, pero el uso irracional de esta práctica no sólo ha conseguido reducir la presencia de plagas en el cultivo, sino que, en muchas ocasiones, ha generado un aumento de éstas (Gutiérrez et al., 2012).

Según el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), 2007, entre los principales problemas fitosanitarios en la producción de vides en Chile, y específicamente en la Región del Maule, se encuentran: falsa araña roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*), chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus viburni*) y el burrito de la vid (*Naupactus xanthographus*). Por otro lado, están los nematodos del género *Meloidogyne* y *Xiphinema*, o nematodos daga, causantes de problemas radicales y virales. Otra de las plagas importantes es la polilla del racimo de la vid (*Lobesia botrana*), especie originaria de Europa mediterránea donde se le considera una de las plagas relevantes de la vid y que representa un grave riesgo para este cultivo en Chile. Su larva provoca un daño directo al alimentarse de las bayas, favoreciendo una pudrición producto del desarrollo de *Botrytis cinerea* y otros hongos secundarios, así como su deshidratación, situación que afecta la calidad de la fruta y hace disminuir los rendimientos de las viñas (INIA, 2007).

La falsa araña roja de la vid (*B. chilensis*) corresponde a un acaro, con una amplia gama de hospederos de producción frutícola, plantas ornamentales y malezas asociadas al cultivo de la vid. Este acaro inverna en la corteza, e inicia su desarrollo llegando la primavera, cuando comienza la brotación de las yemas, donde se alimentan y colonizan, causando ataques severos en brotes, hojas y racimos, pudiendo observarse en condiciones de campo el desarrollo de cinco a seis generaciones durante la temporada agrícola, siendo su biorregulador más exitoso el fitoseido *Typhlodromus pyri*, el cual es un depredador generalista capaz de alimentarse de ácaros, insectos y polen (INIA, 2007).

En el caso del chanchito blanco de la vid (*P. viburni*) asociado a cultivos frutícolas, plantas ornamentales y algunas malezas comunes, su ciclo de vida comienza como huevo, para luego

pasar por tres estadios ninfales, preadulto y adulto. Este se ubica generalmente protegido bajo la corteza y genera daños directos a la planta al alimentarse de la savia, incluso en sectores muy colonizados genera mielecilla y fumagina en hojas y frutos. Además, esta plaga es responsable de la transmisión del virus del enrollamiento de la hoja (GLRaV-3) el cual afecta el vigor y producción de las vides (INIA, 2007).

Para el burrito de la vid (*N. xanthographus*), también se encuentra asociada a cultivos frutícolas y algunas malezas, y es de suma importancia económica, ya que es una plaga cuarentenaria, que ocasiona severos daños en el sistema radicular de los cultivos. Posee estados de huevo, larva, pupa y adulto, donde el daño más severo lo causa la larva, ya que consume raíces y raicillas, disminuyendo la absorción de agua y nutrientes, y con ello, el vigor y rendimiento (INIA, 2007).

Por otro lado, en agricultura convencional, tradicionalmente el control de los nematodos fitopatógenos se ha basado en el uso de nematicidas químicos, productos actualmente muy cuestionados por sus efectos adversos a los seres vivos y agroecosistemas, además de su alto costo económico (Aballay, 2001). Por lo tanto, se ha indagado otras alternativas de control y manejo que sean ecológicamente sanas y sustentables. Una de estas alternativas está basada en la actividad alelopática que presentan algunas plantas, lo que ha suscitado un creciente interés en la agricultura (Hasan, 1992). Varias especies de plantas liberan compuestos alelopáticos a través de la volatilización, la exudación de las raíces, o de la disolución y descomposición de las plantas o residuos. Numerosos de estos compuestos son nematotóxicos o nematostáticos sobre distintas especies de nemátodos fitoparásitos (Aballay, 2007).

2.3 Agroecología

La agroecología, es una ciencia fundamental para orientar la conversión de sistemas convencionales, mediante la utilización de principios ecológicos que favorecen procesos naturales e interacciones biológicas que equilibren los agroecosistemas de modo tal que la agrobiodiversidad sea capaz de subsidiar por sí misma procesos claves tales como la acumulación de materia orgánica, fertilidad del suelo, mecanismos de regulación biótica de plagas y la productividad de los cultivos (Gliessman, 1998). A diferencia de esta, los agroecosistemas convencionales son ecológicamente simplificados, y por ende resultan ser altamente dependientes de insumos externos (productos agrícolas, pesticidas y otros), además de poseer alta huella de carbono, que perjudica la sostenibilidad del planeta y la salud de las personas (Kim et al., 2017; Mancini et al., 2019).

Según Funes (2004) el término de sustentabilidad en los agroecosistemas considera el sistema como una unidad global, donde los sistemas se basan no solo en la racionalidad biológica de funcionamiento del suelo, plantas y macro o microorganismos, sino que relaciona al ser humano y su entorno social, económico y político, capaz de desarrollar una agricultura en armonía con el medio ambiente. De esta manera, mejorar la biodiversidad funcional en los agroecosistemas es una estrategia ecológica clave para mantener la sostenibilidad de la producción, garantizando la protección de los cultivos y la fertilidad del suelo (Altieri, 1999). Para conseguir este objetivo, los cultivos intercalados, policultivos, cubiertas vegetales, entre otras contribuyen al aumento de la diversidad específica, vertical, estructural y funcional de los agroecosistemas (Gliessman, 2001) presentando como beneficios un mejor comportamiento ante la presencia de adversidades (enfermedades, malezas y plagas) y/o una mayor eficiencia en el uso de los recursos (Sarandón y Moreno, 2002; Sarandón y Chamorro, 2003). Esta estrategia está basada en diseñar un agroecosistema que “imite” la estructura y función de los ecosistemas naturales locales, es decir, un sistema con una alta diversidad de especies y un suelo biológicamente activo, que promueva el control natural de plagas, el reciclaje de nutrientes y una alta cobertura del suelo que prevenga las pérdidas de recursos edáficos (Altieri, 2002).

2.4 Biodiversidad

En los sistemas agrícolas multifuncionales, la biodiversidad proporciona importantes servicios, como un regulador de las funciones del agroecosistema, no solo en el contexto biológico de la producción agrícola, sino también en la satisfacción de una variedad de necesidades del agricultor y de la sociedad en general. Los gestores de los ecosistemas agrícolas, incluidos los agricultores, pueden aprovechar, mejorar y gestionar los servicios ecosistémicos esenciales que proporciona la diversidad biológica para trabajar hacia una producción agrícola sostenible (OIV, 2018). Las prácticas agrícolas adecuadas y la planificación de los agroecosistemas pueden desempeñar un papel fundamental en la mejora funcional de la biodiversidad (Terres, 2006). Según Böller, 2004, la biodiversidad funcional puede definirse como la utilización íntegra de la biodiversidad, beneficiándose directamente el agricultor, por ejemplo, con el control biológico de conservación de plagas que proveen los servicios de regulación. El enfoque de biodiversidad funcional busca integrar infraestructuras ecológicas como cubiertas del suelo, setos vivos, bosques, corredores biológicos, muros de piedra, entre otros, capaces de mejorar la funcionalidad en el viñedo, los cuales, apoyando su manejo y gestión, aumentan la calidad de la producción, manteniendo la conservación de los paisajes (OIV, 2018). Es por esto, que existe un acuerdo general que la intensificación agrícola tiene un profundo impacto en la biodiversidad con posibles efectos en cascada sobre funciones y prestación de servicios ecosistémicos (Trivellone et al., 2014). De esta manera, existe convincente evidencia de que la agricultura amigable con la vida silvestre y las prácticas encaminadas a reducir los efectos negativos de la agricultura intensiva, como implementar acciones de conservación en paisajes agrícolas, pueden ser eficaces para conservar y restaurar la biodiversidad.

Actualmente, la conservación de la biodiversidad está cada vez más fragmentada por los monocultivos de la agricultura convencional, incluyendo los viñedos. Lo anterior, refuerza la necesidad de propender a una viticultura sustentable donde se conserven los recursos naturales junto con mantener niveles adecuados de producción, siendo uno de los mayores desafíos que deberá enfrentar la humanidad en las próximas décadas. (Sarandón, 2014). Por eso, es fundamental mantener o aumentar la sostenibilidad y estabilidad de los sistemas agrícolas no solo para la producción de cultivos, sino para la conservación de la naturaleza y la preservación del patrimonio biológico, como la flora y fauna presente en las regiones vitivinícolas (Belda et al., 2017).

2.5 Servicios ecosistémicos

Existen diversos tipos de servicios ecosistémicos derivados de la biodiversidad que no solo benefician al sector agrícola, sino al medio ambiente en general, permitiendo un manejo sustentable para la agricultura actual. Según el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) en su informe “Estrategia nacional de biodiversidad, 2017-2030”, se entiende por servicios ecosistémicos a la contribución directa e indirecta de los ecosistemas al bienestar humano.

Estos servicios se clasifican en cuatro componentes (MMA, 2017):

- Servicios de aprovisionamiento: productos o bienes tangibles que se obtienen de los ecosistemas y que en su mayoría presentan un mercado estructurado. Ejemplo de estos bienes son: alimentos, agua, combustibles, fibras, materias primas, recursos genéticos, bioquímicos, entre otros.
- Servicios de regulación: servicios relacionados con los procesos ecosistémicos y con su aporte a la regulación del sistema natural. Ejemplo de ellos son: la regulación climática, la purificación del agua, la polinización, la regulación de enfermedades, el control biológico, la protección contra riesgos naturales, regulación de la erosión, entre otros.
- Servicios de soporte: servicios necesarios para el funcionamiento del ecosistema y la adecuada producción de servicios ecosistémicos. Su efecto sobre el bienestar de las personas y la sociedad se manifiesta en el largo plazo a través del impacto en la provisión de otros bienes y servicios ecosistémicos. Ejemplos de este tipo de servicio son: la producción primaria, provisión de hábitats, ciclo de nutrientes, ciclo del agua, entre otros.
- Servicios culturales: servicios no materiales que el ser humano obtiene de los ecosistemas y que están muy ligados a los valores humanos, su identidad y su comportamiento. Ejemplos de este tipo de servicio son el enriquecimiento espiritual, inspiración, desarrollo cognitivo, recreación, valores estéticos, educación, sistemas de conocimiento, entre otros.

De esta forma, en los ecosistemas agrícolas, la biodiversidad proporciona diversos servicios para producción como polinización, control biológico de plagas, mantenimiento de la estructura y fertilidad del suelo, el ciclo de nutrientes y los servicios hidrológicos. Sin embargo, la pérdida de agrobiodiversidad y hábitats naturales de los agroecosistemas circundantes, pueden conducir a la pérdida de múltiples servicios ecosistémicos, incluido el control biológico (Kremen y Miles, 2012).

2.6 Control biológico

La agricultura convencional intensiva asociada a los monocultivos y un alto uso de insumos químicos está generando pérdidas irreparables a la biodiversidad y ecosistemas naturales, ya que muchos insecticidas causan la disminución de especies como polinizadores, enemigos naturales de las plagas, otros organismos benéficos como mariposas y escarabajos, aves y la biota del suelo en los paisajes cultivados, los cuales contribuyen con funciones y servicios ecológicos esenciales para la agricultura (Altieri y Nicholls, 2020).

El control biológico o la manipulación de los enemigos naturales para controlar las plagas, es una de las alternativas que podría reemplazar el uso excesivo de pesticidas para controlar insectos plaga (Debach and Rosen, 1991. Van Driesche and Bellows, 1996). Este incluye tres ejes: (1) control biológico clásico o de importación, donde los enemigos naturales del lugar de origen de la plaga son introducidos a una nueva zona geográfica; (2) control biológico aumentativo (inoculativo o inundativo), donde los enemigos son criados en masa y luego liberados de una manera programada, y (3) control biológico de conservación, donde el cultivo y el ambiente son manipulados con el objetivo de aumentar la sobrevivencia y establecimiento de los enemigos naturales, y así aumentar su impacto en el control de la plaga. Generalmente, el control biológico clásico y el aumentativo se enfocan en una sola interacción entre la plaga y su parasitoide o depredador, en cambio el control biológico de conservación se encarga del mantenimiento o mejoramiento de una diversidad de grupos de enemigos naturales principales (Heimpel y Mills, 2017; Van Driesche y Hoddle, 2009).

En los últimos años, se ha centrado cada vez más la atención en el control biológico de conservación, ya que a través de la manipulación del hábitat y el manejo selectivo de pesticidas es capaz de promover la supresión de plagas, ya que, manejando la infraestructura ecológica y la selección de variedades de cultivos, existe la oportunidad de promover las variaciones intraespecíficas para mejorar el impacto de los enemigos naturales (Böller, 2004). A nivel de hábitat, mantener la diversidad de la vegetación en los paisajes manejados como, por ejemplo: plantando policultivos, eliminación de la labranza, la incorporación de bordes de plantas nativas, incorporando cultivos entre hileras, entre otros, los cuales, en la mayoría de los casos minimizan los problemas asociados a las plagas, ya que los enemigos naturales se acumulan y persisten en dichos hábitats (Landis et al. 2000, Gurr et al. 2006, Shrewsbury and Raupp 2006).

2.7 Control biológico de conservación

El control biológico de conservación es aquel que implica el manejo del ambiente, para mejorar la supervivencia, la fecundidad, la longevidad y el comportamiento de los enemigos naturales para que de esta forma sean más efectivos. Existen dos ejes principales en el control biológico de conservación: La mortalidad asociada a pesticidas y el manejo del hábitat (Landis et al., 2000). Este último, es la utilización de la infraestructura ecológica destinada a favorecer a los enemigos naturales en los sistemas, cuyo objetivo es crear un ambiente equilibrado dentro del paisaje agrícola para otorgar recursos tales como alimento para los enemigos naturales adultos, presas alternativas, hospederos y refugio en condiciones hostiles como lo es un suelo erosionado y descubierto. Dados los servicios ecológicos que proporciona la biodiversidad del suelo, los organismos del suelo son cruciales para la sostenibilidad de los agroecosistemas. Por tanto, es importante definir y fomentar las prácticas agrícolas que aumentan la abundancia y diversidad de organismos del suelo mejorando las condiciones del hábitat o la disponibilidad de recursos (Altieri, 1999).

Las medidas para aumentar la abundancia y diversidad de la vegetación al interior y alrededor de las parcelas agrícolas se aplican con frecuencia para fomentar los enemigos naturales de las plagas que afectan al cultivo. Estos incluyen la conservación de la vegetación nativa y herbáceas que componen el hábitat natural cercano, cultivos intercalados, cultivos de cobertura anuales o plantas acompañantes en los márgenes de las parcelas agrícolas. Por ejemplo, Shapira et al. (2018), en un estudio sobre el uso del hábitat para atraer enemigos naturales de plagas en viñedos, comprobaron que los enemigos naturales asociados a las flores y la vegetación herbácea natural lograron un mejor establecimiento con respecto a las plagas, y la composición de su comunidad difería entre los hábitats naturales y los viñedos. De igual forma, estudios similares basados en otros agroecosistemas de viñedos, sugieren que la vegetación herbácea no cultivada ayuda a mantener a los depredadores de artrópodos y parasitoides (Loni et al., 2014; Shapira et al., 2017). De esta forma, para sustentar toda la diversidad de artrópodos beneficiosos, la vegetación herbácea no cultivada tanto alrededor como dentro de los viñedos debe ser conservada, ya que para el abastecimiento del hábitat los insectos benéficos requieren precisamente de recursos vegetales, es decir, plantas que sirven como huéspedes alternativos para los controladores biológicos o enemigos naturales (Landis et al., 2000).

Los servicios de control natural de plagas están determinados por procesos que actúan a múltiples niveles de escala y dependen de las relaciones de las especies presentes, las características del paisaje y las principales plagas de la vid (por ejemplo, polillas de la vid), y su control biológico mediante diferentes enemigos naturales (Sage et al., 2015).

En control biológico de conservación, el agricultor maneja inteligentemente las infraestructuras ecológicas para aumentar la densidad de los enemigos y mejorar su impacto sobre las plagas. El éxito de estas prácticas, están fuertemente vinculada a la disponibilidad y calidad de la infraestructura ecológica dentro y fuera de los límites del agroecosistema (dentro de un radio del orden de 100 o 200 m) (OIV, 2018). Así mismo, Böller, (2004), describe las infraestructuras ecológicas, como cualquier infraestructura en el campo, huerto frutal o viñedo como: bordes, pastizales, franjas de flores, áreas silvestres de conservación de flora y fauna, entre otros, presentes en un radio entre 100 y 200 metros que tengan un valor ecológico para la plantación agrícola. Esta infraestructura finalmente aumenta la biodiversidad funcional del campo y también se desempeñan como áreas de compensaciones ecológicas, que actúan como las herramientas más importantes para utilizar al máximo los servicios de biodiversidad funcional (Böller, 2004).

Aun así, el implementar un control biológico de conservación resulta generalmente mente difícil sabiendo que en la actualidad la mayoría de los predios agrícolas son manejados de forma convencional, es decir, los agroecosistemas con predominio de monocultivos en donde la biodiversidad se encuentra fuertemente afectada, provocando inestabilidad en el sistema, que se manifiestan, precisamente, con la aparición de plagas y enfermedades (Andorno et al., 2015). Es por esto, que, el desarrollo de estrategias agroecológicas que enfatizan la conservación y regeneración de la biodiversidad y otros recursos se necesita con urgencia para satisfacer los crecientes desafíos socioeconómicos y ambientales para conseguir la sustentabilidad de la producción (Altieri, 1999).

2.8 Cubiertas vegetales en viñedos

El uso de cultivos de cobertura es una técnica que consiste en sembrar semillas de plantas herbáceas perennes o anuales en cultivos puros o mezclados para cubrir el suelo durante todo o parte del año (Altieri, 1995). La cobertura del suelo basada en la vegetación puede ser diversa y valiosa funcionalmente. Su presencia depende, fundamentalmente de su adaptación a las condiciones locales como suelo, clima, entre otras. En este contexto Altieri (1999), indica que los cultivos de cobertura utilizados en plantaciones perennes son capaces de transformar los huertos y viñedos en agroecosistemas de creciente diversidad y estabilidad ecológica. De hecho, los cultivos de cobertura funcionan de manera multifuncional, porque activan e influyen en los procesos y componentes claves del agroecosistema como la provisión de hábitat para insectos benéficos, activación de la biología del suelo, adición de materia orgánica, fijación de N, modificación del microclima, etc. En algunos casos específicos como, por ejemplo, la acumulación de herbicidas, dominación de malezas, compactación del suelo, pH del suelo, control de vigor, u otras, las cubiertas se pueden instalar o cambiar, teniendo en cuenta requisitos relacionados con: niveles de nitrógeno del suelo, producción de materia orgánica, temporada de floración y demanda de agua (OIV, 2018).

Por otro lado, varios estudios muestran que los cultivos de cobertura pueden interferir con el consumo de agua del viñedo y aumentar así el estrés hídrico (principalmente a principios de la primavera). Mientras que, en otros estudios, se ha demostrado que los viñedos con cultivos de cobertura no siempre generan estrés hídrico, en comparación con viñedos a suelo desnudo, esto, incluso en viñas ubicadas en lugares con climas cálidos (Linares et al., 2014; Steenwerth et al., 2016).

Es por esto, que, para la elección de especies, se deben considerar las condiciones hídricas y edafoclimáticas, ya que, por ejemplo, en condiciones de secano y de suelos poco fértiles y profundos, se desarrollan bien las mezclas de trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum L.*) con trébol balanza (*Trifolium michelianum*) o hualputra (*Medicago polymorpha L.*) con ballica italiana (*Lolium multiflorum*) (Céspedes, 2007).

La elección de especies a establecer es importante según el objetivo que se quiere conseguir, por ejemplo, para el caso de cubiertas vegetales con efectos nematocidas, las plantas antagónicas más estudiadas en los sistemas de cultivos son: especies del género *Tagetes* y otras asteráceas, también, especies de cosmos, gaillardias, zinnias y del grupo de las crucíferas (Brassicaceae)

como raps (*Brassica napus L.*), mostaza (*Sinapis alba L.*), rábano forrajero (*Raphanus sativus L.*) (Winoto,1969; Gommers, 1973; Bano et al.,1986). De igual forma, hay investigaciones sobre el control de otras especies de nemátodos del género *Xiphinema* en viñas usando como cultivos de cobertera raps (*Brassica napus L.*) y *Tagetes spp.* (Halbrendt, 1992; 1993); *Festuca arundinacea L.* (Kotcon et al., 1991); *Dactylis glomerata L.* cv. Berber (Wolpert et al., 1993), todas contra *Xiphinema americanum*; además, el cultivo de *Raphanus oleiferus M.* y *Thymus serpyllum L.*, contra *Xiphinema vuittenezi* (Dechet, 1991).

Al elegir plantas con flores para atraer insectos benéficos, es importante tener en cuenta el tamaño y la forma de las flores, ya que de estas dependen qué insectos podrán acceder a polen y néctar de las flores, donde las más útiles deben ser pequeñas y relativamente abiertas, como las plantas de la familia Compositae y Umbelliferae que son especialmente útiles para atraer parasitoides (Nicholls, 2008).

Sin embargo, para muchos viñedos, no hay alternativas efectivas y económicamente viables para el control de plagas que les permitan dispensar de los pesticidas convencionales disponibles en el mercado agrícola. Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar estrategias de manejo integrado de plagas (MIP) que permitan reducir significativamente la dependencia del uso de pesticidas convencionales por parte de los agricultores, mientras mantienen el rendimiento y la rentabilidad de sus cultivos (Lamichane, 2016).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio busca evidenciar los beneficios del uso de cubiertas vegetales para cumplir con el objetivo de “Determinar los efectos del uso de cultivos de cobertura y los principales enemigos naturales de plagas, sobre el control biológico en viñedos mediante una búsqueda exhaustiva y revisión crítica de literatura”.

Una revisión sistemática puede incluir: una pregunta de investigación, fuentes en las que se buscó con una estrategia de búsqueda reproducible (denominación de bases de datos, denominación de plataformas / motores de búsqueda, fecha de búsqueda y estrategia de búsqueda completa), criterios de inclusión y exclusión, y (4) métodos de selección. Como tal, las principales características de la revisión sistemática que realizamos sobre la implicación de los cultivos de cobertura en los viñedos se resumen a continuación.

Para llevar a cabo este trabajo, se efectuó una búsqueda exhaustiva y sistemática de información en las bases de datos Web of Science, SCIELO (Scientific electronic library online) y Frontiers in environmental science. Las palabras claves para la búsqueda fueron: “cover crops”; “intercrops”; “biological control”; “integrate pest management (IPM); “biodiversity” “vineyards”; “grapevine”; “ecosystem services”; “soil management”; “natural enemies”; “ecological infrastructure”; entre otros conceptos referentes al tema. Se dio énfasis en seleccionar investigaciones relacionadas a “servicios ecosistémicos”, “control biológico en viñedos”, “biodiversidad en viñedos” y “cultivos de cubiertas en viñas” o similares como “cubiertas vegetales”.

Sin embargo, algunas investigaciones con frecuencia estudian uno o más servicios ecosistémicos sin utilizar específicamente y en estricto rigor este término. Una investigación puede, por ejemplo, examinar el efecto del manejo integrado de plagas (servicio de regulación y/o provisión), sin hacer referencia a los servicios del ecosistema. En el mismo sentido aparecen los “servicios ocultos” o indirectos, que no son el principal objetivo de estudio, pero que, si generan otros beneficios como retención de agua, purificación de agua y aire, mantenimiento de la fertilidad del suelo, aumento de la disponibilidad de nutrientes, mejora de la calidad nutricional del forraje, efecto nematocida, entre otros (Böller et al., 2004; Dechet, 1991; Bano 1986; Halbrendt, 1992).

4. RESULTADOS

La mayor parte de los artículos revisados en el presente documento evalúan la importancia del control biológico como servicio ecosistémico en viñedos mediante la utilización de cubiertas vegetales que sean diversas y valiosas funcionalmente.

Se encontraron en las plataformas de búsqueda (Scielo, Web of Science, y Frontiers in Environmental Science) con respecto a “cultivos de cubiertas” los siguientes números de investigaciones:

- Scielo: 730 investigaciones de las cuales 25 artículos estaban relacionados a “viñedos”, y de estos, solo dos estaban relacionadas con “control biológico”.
- Web of Science: 27.593 documentos, donde 530 estaban relacionados a “viñas”, y de los cuales 44 se relacionaban al “control biológico”.
- Frontiers in Environmental Science: 144 artículos, de los cuales 115 estaban relacionados a “viñedos” y 75 se relacionaban con “control biológico”.

En cuanto a lo encontrado en la literatura con respecto al control biológico, es evidente que se ve influenciado por la composición de los paisajes que rodean los campos agrícolas, en donde paisajes complejos proveen una mayor efectividad en el control biológico comparado con paisajes simples (Chaplin-Kramer et al., 2011). El control biológico a través de la importación, aumento y conservación de los enemigos naturales puede constituirse en una significativa y permanente regulación de plagas, si a su vez se incorporan otras estrategias o prácticas culturales que favorezcan la acción de estos controladores en los agroecosistemas (SAG, 2013).

Con respecto al control biológico de conservación, este se define como un modelo que estudia la manipulación ambiental y busca favorecer las condiciones para los enemigos naturales en los ecosistemas, y en paralelo disminuir la mortalidad de estos asociados al uso de pesticidas (Gurr y Wratten, 2000). Además, este modelo favorece la intensificación ecológica para mejorar y promover la sustentabilidad de los cultivos en todos los sentidos (Gurr, 2017). Este modelo busca incrementar la biodiversidad dentro del agroecosistema, para promover un aumento del control biológico, ya que la pérdida de la biodiversidad puede conducir a la pérdida de múltiples servicios ecosistémicos, incluido el control biológico (Miles, 2012). Sin embargo, es necesario que el

incremento de biodiversidad sea funcional, es decir, que las plantas y presas subsidiarias a los cultivos sirvan como hábitat y alimento alternativo (néctar, polen y presas) para los enemigos naturales (Cortesero et al., 2000). Sumado a esto, la manipulación del ambiente debe permitir a los enemigos naturales poder migrar hacia el cultivo desde los refugios y al revés, cuando existen perturbaciones (Lavandero et al., 2004).

El control biológico de conservación se ha implementado en diferentes sistemas agrícolas de cultivos anuales como hortalizas (Smith et al., 2008) y en cultivos perennes, como huertos frutales y viñedos (English-Loeb et al., 2003; Simon et al., 2010) y se estima que el control biológico de plagas por enemigos naturales lleva a un ahorro de 4.49 billones de dólares al año en los Estados Unidos (Demestihias, 2017), lo cual es una cifra bastante significativa, pensando el potencial del beneficio a los productores y al medio ambiente, ya que para controlar las plagas, se aplican alrededor de 2.300 millones de kilogramos de pesticidas cada año, de los cuales menos del 1% alcanza las plagas objetivo e incluso la mayoría de los pesticidas termina en los sistemas de suelo, aire y agua, causando daños ambientales y en la salud de las personas estimados en más de 10 mil millones de dólares al año solo en los Estados Unidos (Altieri y Nicholls, 2020).

En general, se encontraron investigaciones que evidencian más efectos positivos, y esto puede explicarse posiblemente porque los efectos del uso de cubiertas vegetales en viñedos brindan mejores condiciones para el control biológico de plagas, ya que mejoran la biodiversidad en el agroecosistema, brindan refugio a los enemigos naturales o plantas hospederas de presas alternativas, aumentando la abundancia y riqueza de enemigos naturales. Los resultados de las investigaciones con efecto neutro pueden explicarse porque la presencia de cubiertas vegetales incrementó la presencia de enemigos naturales, pero no redujo la plaga o no se evidenciaron disminuciones de la plaga tan significativas (Morales et al., 2018; Wilson et al., 2017; De Villiers et al., 2010; Reiff et al., 2021; Daane y Costello. 1998). Por otro lado, se observa que no se reportan efectos negativos en las investigaciones estudiadas.

Según el instituto de la vid y el vino, la OIV (2018), se evidencia que algunas ventajas del uso de cubiertas vegetales son que mejora el control de plagas; ya que, aumenta la abundancia de enemigos naturales de las plagas (depredadores y parasitoides), al proporcionar recursos como polen, néctar, presas alternativas, refugio y agua; reduce el riesgo de erosión y pérdida del suelo, mejoran la fertilidad del suelo al aumentar los niveles de materia orgánica; mejora las propiedades físicas como estructura, infiltración y capacidad de almacenar agua en el suelo y

por último mejora las comunidades de microorganismos benéficos, como hongos de micorrizas, que juegan un rol clave en la nutrición de viñedo (OIV, 2018). Además, otras ventajas que se mencionan en las investigaciones realizadas son que los cultivos de cobertura se pueden adaptar a muchos climas y suelos, y tienen el potencial de mejorar la salud del suelo y de las plantas de vid, teniendo efectos directos en el vigor de las plantas, ajustando parámetros como el aumento de los sólidos solubles del jugo, las antocianinas y otros componentes fenólicos y disminuyendo los valores de acidez titulable y pH (Guerra y Steenwerth 2012). Diversos trabajos experimentales han evidenciado que el manejo inapropiado del suelo afecta las características fisicoquímicas, lo cual afecta la productividad de la viña y la composición del mosto (OIV, 2018). Por otra parte, la OIV, menciona que se puede determinar la calidad ecológica del agroecosistema del viñedo por la calidad de la cubierta verde y la infraestructura ecológica de los campos vecinos. Algunos indicadores, como el número y tipos de individuos de fauna y flora (enfoque taxonómico) y también, plantas indicadoras, insectos y árboles (frutales, arbolados, etc.) y otras especies arbustivas son parámetros utilizados en este sistema de evaluación. (Böller et al., 2014).

Según la IOBC (Organización Internacional para el Control Biológico), los lineamientos para la producción integrada de uva consideran que la infraestructura ecológica (como cubiertas vegetales) en los agroecosistemas debe ser preservada y potenciada (Malavolta y Böller, 2009). Además, una infraestructura ecológica adecuada es esencial para el desarrollo y eficiencia de importantes insectos benéficos (enemigos naturales de plagas), debido a que proporcionan refugios, sitios de hibernación, presas alternativas para las etapas juveniles de los depredadores, alimentos como néctar y polen para la maduración y reproducción de parasitoides, depredadores y polinizadores (Böller et al. 2004). Áreas de elementos lineales (por ejemplo, franjas o bordes de flores, setos, paredes de piedras) y elementos no lineales (por ejemplo, grupos de árboles, humedales, etc.) presentes en el viñedo, deben ser combinados de manera que se obtengan continuidad espaciales y temporales como requisito previo para la mejora de biodiversidad y para el mantenimiento de una diversidad de paisaje (OIV, 2018). Estas prácticas del manejo del hábitat pueden proporcionar muchos "servicios ocultos" o indirectos, como la retención y purificación del agua y el aire, el mantenimiento de la fertilidad del suelo, el aumento de la disponibilidad de nutrientes, la mejora de la calidad nutricional de los forrajes, entre otros beneficios. (Böller et al., 2004). Sin embargo, algunos aspectos agronómicos negativos que mencionan algunas investigaciones son la competencia por los recursos hídricos entre la cubierta y el viñedo. Como indica el estudio por Medrano et al. (2015), sin embargo, los resultados que mencionan la competencia de los cultivos de cobertura sobre los viñedos son ambiguos, ya que, varios estudios muestran que los cultivos de cobertura interfieren con el uso del agua de la vid por disminuir el

estado hídrico del suelo y, por lo tanto, aumentan el estrés hídrico principalmente a principios de la primavera. Mientras que, en otros estudios, se ha demostrado que los viñedos con cultivos de cobertura no siempre exhiben mayores niveles de estrés hídrico, en comparación con aquellos a suelo desnudo, incluso en clima cálido (Linares et al., 2014; Steenwerth et al., 2016).

Diversos estudios han comparado especies para su uso como cultivos de cobertura en viñedos orgánicos en California (Bugg et al. 1996, McGourty et al. 2006, 2008). Algunas especies estudiadas fueron: vicia común (*Vicia sativa* L.), ballica italiana o raigrás (*Lolium multiflorum* Lamarck), avena (*Avena fatua* L.), y el trébol (*Trifolium alexandrinum*), el cual mostró el mayor porcentaje de cobertura de suelo. Mientras que los siguientes fueron altamente calificados para la regeneración del suelo: cebadilla (*Bromus hordeacens* L.), bromo de California (*Bromus carinatus* Hooker & Arnott), centeno silvestre azul (*Elymus glaucus* Buckley), avena (*A. fatua*), centeno (*S. cereale*), trébol carmesí (*T. incarnatum*), trébol subterráneo (*T. subterraneum*) y trébol de fresa (*T. fragiferum* L.) (Bugg et al. 1996). Los mejores entre los tréboles son: trébol carmesí (*T. incarnatum* L.) que posee buena adaptación a climas fríos y húmedos), trébol subterráneo (*T. subterraneum* L. Antas) de buena adaptación a diferentes condiciones, gran productor de semillas y de rápida cobertura del suelo, y trébol balanza (*T. micheliaunum*) con un amplio periodo de floración (McGourty et al. 2006, 2008). Varios estudios indican que la abundancia y diversidad de enemigos naturales dentro de un campo dependen de la composición de especies de la vegetación circundante, que influye sobre la abundancia de enemigos naturales, y que también, está determinada por la distancia a la que los enemigos naturales se dispersan en el cultivo (Landis et al. 2000). También se demostró que la abundancia y la riqueza de especies de enemigos naturales en viñedos que no se manejan convencionalmente son tan altas como en los hábitats naturales y que estos, varían en sus requerimientos de hábitat (Gaigher et al., 2016).

Para el control de una de las plagas más importantes en Chile, como la falsa arañita roja de la vid (*Brevipalpus chilensis*) el enemigo natural más exitoso corresponde al fitoseido *Typhlodromus pyri*, el cual es un depredador generalista capaz de alimentarse de ácaros, insectos y polen. Según INIA 2007, liberaciones de *T. pyri* en viñedos de Casablanca han reducido poblaciones de *B. chilensis* hasta en un 70%, donde también se menciona que las principales vegetaciones que proveen de polen (alimento alternativo) y refugio para el buen desarrollo de *T. pyri* corresponde a vinagrillo (*Oxalis pes caprae* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.) y mostacilla (*Hirschfeldia incana* L.). En el caso del chanchito blanco (*Pseudococcus viburni*) algunos de los enemigos naturales de esta plaga son los parasitoides *Leptomastix epona* y

Pseudaphycus flavidulus y algunos depredadores como *Sympherobius maculipennis*, *Chrysoperla* spp. y *Leucopis* spp. (INIA, 2007). Además, INIA Quilamapu, ha desarrollado investigaciones con hongos entomopatógenos cuyo uso está en aumento, donde *Metarhizium anisopliae* logra reducir altas densidades poblacionales y con ello, la severidad de los daños asociados a esta. Para controlar otra plaga importante en Chile como el burrito de la vid, (*Naupactus xanthographus*) sus enemigos naturales son el parasitoide de huevos *Fidiobia asina* L., los depredadores *Gryllus fulvipennis*, *Megatoma* sp. y los hongos entomopatógenos *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*. El parasitoide *F. asina*, corresponde a una microavispa que parasita huevos y cuyo parasitismo puede llegar hasta un 30%. Por otro lado, *Megatoma* sp. es un coleóptero cuya larva depreda huevos de burritos de la vid (*N. xanthographus*) y *G. fulvipennis*, corresponde a un grillo omnívoro que depreda adultos recién emergidos de *N. xanthographus* (INIA, 2007).

Otra de las plagas que se menciona en las investigaciones estudiadas son los nemátodos, del género *Meloidiogyne* y *Xiphinema*, donde según Aballay (2002), en una investigación realizada con diferentes tipos de cubiertas como raps (*Brassica napus* L.), caléndula (*Calendula officinalis* L.), cosmos (*Cosmos bipinnatus*), gaillardia (*Gaillardia picta* L.), lupino (*Lupinus albus* L.), entre otros, el mejor resultado se obtuvo con el establecimiento e incorporación de raps (*Brassica napus*), incluso comparado el testigo con el tratamiento químico, donde las plantas de raps redujeron significativamente las poblaciones de *Xiphinema index*, el cual es un nemátodo ectoparásito que causa daños importantes en la vid (*Vitis vinifera* L.) en Chile, como patógeno de las raíces y como vector del "virus de la hoja en abanico" (GFLV) (Aballay, 2002).

Por otra parte, están los lepidópteros de la familia Tortricidae que atacan los racimos de la vid como la polilla *Eupoecilia ambiguella* y la polilla europea de la vid *Lobesia botrana*, las cuales son responsables por daños significativos y ataques a los racimos de uva, favoreciendo el desarrollo de varios hongos, como *Botrytis cinerea*, *Aspergillus carbonarius* y *Aspergillus niger* (Delbac y Thiéry 2016, Thiéry et al. 2018). El control biológico de estas dos plagas ha sido tradicionalmente realizado por el parasitoide *Trichogramma* spp. (Himenópteros: Trichogrammatidae) (Vogelweith et al. 2014, Thiéry et al. 2018). Durante las últimas décadas, el parasitoide larval *Campoplex capitator* (Hymenoptera: Ichneumonidae) ha llamado más atención (Moreau, 2019). Este parasitoide es cosmopolita, muy adaptable en sus requerimientos ecológicos y es muy eficiente en la regulación de las poblaciones de plagas de la vid con un nivel de tasa de parasitismo a veces de hasta el 90% en *L. botrana* (Vogelweith et al. 2014).

Un aspecto para destacar en el control biológico por parasitoides es que como señala Araj y Wraten (2015), agregar recursos florales a los agroecosistemas mejora la supervivencia, la carga de huevos, y la tasa de parasitismo de insectos parasitoides. Incluso, este es un método ampliamente utilizado para mejorar el control biológico de plagas en la agricultura, de tal forma, que el adicionar plantas con néctar disponible como fuente de alimento para los parasitoides puede mejorar su longevidad y supervivencia (Jado et al., 2019).

En el siguiente cuadro, se resumen las investigaciones revisadas en diversas zonas vitivinícolas del mundo como California, Australia, Francia, España Italia, entre otras, donde las principales plagas son *Lobesia spp.*, *Erythroneura elegantula*, *Frankliniella occidentalis*, *Epiphyas postvittana*, *Tetranychus urticae*, *Pseudococcus spp* y nemátodos como *Xylella fastidiosa* y *Xiphinema spp.*

De las cubiertas vegetales que más se mencionan en las investigaciones revisadas son en primer lugar gramíneas de las familias Poaceae principalmente como *Fagopyrum esculentum*, *Avena spp.* *Lolium spp.* *Hordeum vulgare*, *Bromus spp.* *Phalaris spp.* En segundo lugar, leguminosas de la familia Fabaceae principalmente como *Vicia sativa*, *Vicia faba*, varios tréboles del género *Trifolium*, y algunas del género *Medicago*. Un tercer tipo de cultivos de cobertura, menos común, consiste en plantas herbáceas de hoja ancha, que incluyen una amplia variedad de familias de plantas Brassicaceae como *Brassica rapa var. rapa*, *Lobularia marítima*, *Raphanus spp.* *Sinapis alba L.* y Asteraceae como *Helianthus annuus*, *Taraxacum officinale* y por último de las familias Boraginaceae como *Phacelia spp.* *Borago officinalis.* y flores de las familias Umbelliferae como *Ammi majus* y *Daucus carota*.

Los enemigos naturales que más se mencionan en las investigaciones revisadas son parasitoides como *Trichogramma spp.*, *Anagyrus vladimiri*, *Anagrus erythroneurae* y *Anagrus daanei*, además de arañas depredadoras como *Trachelas pacificus*, *Cheiracanthium inclusum*, *Oxyopes spp.*; ácaros depredadores como *Typhlodromus pyri* y otros enemigos naturales de algunas familias como Chysopidae, Carabidae Formicidae, Anthocoridae, Coccinellidae, entre otros. Se evidencia que la mayor parte de los artículos relatan que los efectos positivos de la implementación de cubiertas vegetales para mejorar el control bilógico, debido a aumento de controladores biológicos que puedan ejercer parasitismo y/o depredación, debido a que el ambiente alrededor y debajo del viñedo provee recursos, como polen, néctar, presas alternativas; y hábitats de refugios para los enemigos naturales.

Cuadro N° 1: Cuadro resumen de las investigaciones que evaluaron el control biológico en viñedos mediante la utilización de cubiertas vegetales.

Numero	Investigación	Plaga	Enemigo natural	Especies de cubierta vegetal	Efecto	Observacion
1	Begum et al. 2006	<i>Epiphyas postvittana</i>	<i>Trichogramma carverae</i>	<i>Brassica juncea</i> , <i>Borage officinalis</i> , <i>C. sativum</i> , <i>F. esculentum</i> y <i>L. maritima</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo
2	Daane et al. 2018	<i>Erythroneura elegantula</i> y <i>Erythroneura variabilis</i>	<i>Anagrus erythroneurae</i> y <i>Anagrus daanei</i>	<i>Elymus glaucus</i> , <i>Hordeum brachyantherum</i> y <i>Bromus carinatus</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo
3	Nicholls et al. 2000	<i>Frankliniella occidentalis</i> y <i>Erythroneura elegantula</i>	<i>Anagrus epos</i> y <i>Hippodamia convergens</i> , <i>Nabis sp.</i> , <i>Orius sp.</i> , <i>Geocoris sp.</i> , <i>Coccinellidea</i> y <i>Chrysoperla sp.</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i> y <i>Helianthus annuus</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
4	Morales 2018.	<i>Tetranychus urticae</i> y <i>Typhlodromus phialatus</i>	Familia Mimaridae	<i>Anagallis arvensis L.</i> y <i>Lotus ornithopodioides L.</i>	Neutro	
5	Irvin et al., 2014	<i>Homalodisca vitripennis</i>	<i>Gonatocerus ashmeadi</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i> y <i>Vicia sativa L.</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo
6	Segoli et al. 2020	<i>Erythroneura elegantula</i>	<i>Aphelinoidea sp.</i> y <i>Lymaenon litoralis</i>	Vegetación espontanea	Positivo	Aumentó el parasitismo
7	Wilson et al. 2017	<i>Erythroneura elegantula</i>	<i>Anagrus erythroneurae S.</i> y <i>Anagrus daanei</i>	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth., <i>Ammi majus L.</i> y <i>Daucus carota L.</i>	Neutro	
8	De Villiers et al. 2010	<i>Tetranychus urticae</i>	<i>Euseius rubicolus</i> , <i>Neoseiulus californicus</i> y <i>Typhlodromus</i>	Vegetación espontanea	Neutro	
9	Parrilli, M. 2021	<i>Lobesia botrana</i> , <i>Planococcus ficus</i> y <i>Pseudococcus spp.</i>	<i>Anagrus vladimiri</i> y <i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	Vegetación espontanea	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
10	Reiff, J. 2021	<i>Lobesia botrana</i>	Forficulidae, grillos arbustivos (Tettigoniidae) y hormigas (Formicidae).	Mix de flores	Neutro	
11	Thomson et al. 2009	<i>Lobesia spp.</i> , escamas (Coccidae) y chanchitos blancos (<i>Pseudococcus spp.</i>)	<i>Trichogramma</i> y <i>Danthonia spp.</i>	<i>Austrodanthonia richardsonii</i> ; <i>Chloris spp.</i> ; <i>Atriplex semibaccata</i> y <i>A. suberecta</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
12	Danne et al., 2010	<i>Epiphyas postvittana</i> ,	<i>Forficula auricularia</i> , <i>Desmothrips sp.</i> , <i>Scelionidae sp.</i> , <i>Pteromalidae sp.</i> Y <i>Eulophidae sp.</i>	<i>Austrodanthonia richardsonii</i> , <i>Chloris truncata</i> , <i>Atriplex semibaccata</i> y <i>A. suberecta</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación

13	English-Loeb et al. 2003	<i>Erythroneura</i> spp.	<i>Anagrus</i> spp.	<i>Fagopyrum esculentum</i> , <i>Trifolium repens</i> L. y <i>Dactylis glomerata</i> L.	Positivo	Aumentó el parasitismo
14	Centinari et al. 2015	<i>Erythroneura</i> spp	<i>Anagrus epos</i>	<i>Lolium multiflorum</i> , <i>Fagopyrum esculentum</i> y <i>Brassica rapa</i> var. <i>rapa</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo
15	Altieri et al. 2010	<i>Erythroneura elegantula</i>	<i>Nabis</i> sp., <i>Orius</i> sp., <i>Geocoris</i> sp., <i>Coccinellidae</i> , <i>Chrysoperla</i> sp. <i>Anagrus epos</i>	<i>Foeniculum vulgare</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Phacelia tanacetifolia</i> , <i>Erigeron annuus</i> y <i>Buddleja</i> spp.	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
16	Somaggio et al. 2018	<i>Frankliniella occidentalis</i> y <i>Erythroneura elegantula</i>	Carabidae, Araneae y Staphylinidae	<i>Fagopyrum esculentum</i> , <i>Lobularia maritima</i> , <i>Phacelia</i> sp., <i>Vicia faba</i> y <i>Vicia sativa</i> L.	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
17	Sáenz-Romo, et al. 2019	<i>Lobesia botrana</i> , <i>Eotetranychus carpini</i>	Formicidae, Carabidae, Scelionidae and Encyrtidae	<i>Veronica hederifolia</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Bromus tectorum</i> , <i>Stellaria media</i> , y <i>Hordeum murinum</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
18	Hoffman et al. 2017	<i>Lobesia botrana</i> , <i>Epitrimerus vitis</i> , <i>Eriophyes vitis</i>	Parasitoides (<i>Itopectis alternans</i> , <i>Trichogramma</i> spp. Depredadores (<i>Chysopidae</i> , <i>Formicidae</i> , <i>Anthocoridae</i>) y <i>Typhlodromus pyri</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i> y <i>Phacelia tanacetifolia</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
19	Blaise et al. 2021	<i>Lobesia botrana</i> y <i>Scaphoideus titanus</i>	<i>Cataglyphis cursor</i> , <i>Crematogaster scutellaris</i> y <i>Camponotus vagus</i>	Vegetación espontaneam predominan: <i>Lolium rigidum</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Avena sterilis</i> , <i>Bromus hordeaceus</i> y <i>Vicia sativa</i>	Positivo	Mayor abundancia de depredadores
20	Blaise et al. 2022	<i>Scaphoideus titanus</i>	Mordellidae, Buprestidae, Carabidae y Staphylinidae	Vegetación espontanea con especies de Poaceae, Fabaceae y mix de flores	Positivo	Mayor abundancia de depredadores
21	Costello et al. 1998	<i>Harrisina brillians</i> y <i>Platynota stultana</i> .	<i>Trachelas pacificus</i> , <i>Cheiracanthium inclusum</i> , <i>Oxyopes</i> spp., <i>Metaphidippus vitis</i> , <i>Hololena nedra</i> , y <i>Neoscona oaxacensis</i>	<i>Echinochloa</i> spp., <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Setaria gracilis</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Vicia fava</i> , <i>Vicia sativa</i> , <i>Vicia benghalensis</i> y <i>Hordeum vulgare</i>)	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
22	Irvin et al. 2018	Nemátodos (<i>Xylella fastidiosa</i>). Hemiptera: Cicadellidae, Acari: Tetranychidae y trips (Thysanoptera: Thripidae)	<i>Gonatocerus</i> spp., <i>Anagrus erythroneurae</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo
23	Daane y Costello. 1998	<i>Erythroneura elegantula</i> y <i>Erythroneura variabilis</i>	Parasitoides como <i>Anagrus</i> spp., y depredadores como arañas como <i>Trachelas pacificus</i> , <i>Cheiracanthium inclusum</i> , <i>Oxyopes</i> spp.	<i>Eriochloa gracilis</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Setaria gracilis</i> , <i>Vicia benghalensis</i> y <i>Hordeum vulgare</i>	Neutro	
24	Smith et al. 2014	<i>Epiphyas postvittana</i> ,	Braconidae como <i>Dolichogenidea tasmanica</i> , <i>Eriborus epiphyas</i> y <i>Ascogaster</i> spp. Bethyidae como <i>Goniozus</i> y otras como <i>Trichogrammatida</i>	<i>Dactylis glomerata</i> , <i>Anthoxanthum odoratum</i> , <i>Themeda triandra</i> y <i>Microlaena stipoides</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación

25	Wilson et al. 2017	<i>Lobesia botrana</i> y <i>Erythroneura elegantula</i>	<i>Anagrus erythroneurae</i> y <i>Anagrus daanei</i> .	<i>Phacelia tanacetifolia</i> , <i>Ammi majus</i> y <i>Daucus carota</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo
26	Nicholls et al. 2008	<i>Erythroneura elegantula</i> y <i>Frankliniella occidentalis</i>	<i>Anagrus epos</i> y <i>Nabis</i> sp., <i>Orius</i> sp., <i>Geocoris</i> sp., <i>Coccinellidae</i> and <i>Chrysoperla</i> spp.	<i>Fagopyrum esculentum</i> y <i>Helianthus annuus</i> . <i>Foeniculum vulgare</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Erigeron annuus</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
27	Vogelweith et al. 2017	<i>Plasmopara viticola</i> , <i>Uncinula necator</i> y <i>Guignardia bidwellii</i>	<i>Panonychus ulmi</i> , <i>Orthotydeus lambi</i> , <i>Typhlodromus pyri</i> , <i>Scaphoideus titanus</i> y <i>Phalangium opilio</i>	Vegetación espontanea	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
28	Irvin et al. 2016	<i>Erythroneura elegantula</i> , <i>E. variabilis</i> , <i>Homalodisca vitripennis</i> , <i>H. liturata</i> , <i>Nvsius raphanus</i>	<i>Anagrus erythroneurae</i>	<i>Fagopyrum esculentum</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo
29	Muscas et al. 2017	<i>Planococcus ficus</i>	No específica	<i>Bromus hordeaceus</i> L., <i>Avena sterilis</i> , <i>Vulpia myuros</i> L., <i>Medicago polymorpha</i> y <i>Trifolium</i> spp., <i>Dactylis glomerata</i> y <i>Lolium rigidum</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
30	Thomson et al., 2013	<i>Epiphyas postvittana</i>	<i>Trichogramma</i> spp.	<i>Lolium perenne</i> , <i>Phalaris</i> sp., <i>Arctotheca calendula</i> y <i>Trifolium repens</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo
31	Thomson et al., 2010	<i>Epiphyas postvittana</i>	<i>Trichogramma</i> spp., <i>Micromus tasmaniae</i> y <i>Mallada signata</i> .	Vegetación adyacente	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
32	Pétremand et al., 2017	<i>Scaphoideus titanus</i> , <i>Eupoecilia ambiguella</i> y <i>Lobesia botrana</i>	Sírfidos como <i>Melanostoma mellinum</i> , <i>Chrysotoxum vemale</i> , <i>Xanthogramma pedissequum</i> y <i>Paragus</i> spp.	<i>Trifolium repens</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Cerastium fontanum</i> , <i>Picris hieracioides</i> y <i>Taraxacum officinalis</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo y la depredación
33	Trivellone et al., 2013	<i>Scaphoideus titanus</i>	<i>Xanthogramma pedissequum</i>	<i>Taraxacum officinalis</i> , <i>Trifolium repens</i> y <i>Ranunculus repens</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo
34	Murphy et al., 1996	<i>Erythroneura elegantula</i>	<i>Anagrus epos</i>	Vegetación adyacente	Positivo	Aumentó el parasitismo
35	Wilson et al., 2016	<i>Erythroneura elegantula</i>	<i>Anagrus erythroneurae</i> y <i>Anagrus daanei</i>	<i>B. pilularis</i> , <i>A. californica</i> , <i>Vinca major</i> L., <i>Umbellularia californica</i>	Positivo	Aumentó el parasitismo
36	Shapira et al., 2018	<i>Lobesia</i> spp. y <i>Pseudococcus</i> spp.	<i>Anagrus</i> sp. nr. <i>Pseudococci</i> , <i>Neochrysocharis formosus</i> y <i>Cirrospilus</i> sp.	Vegetación espontánea y flores.	Positivo	Aumentó el parasitismo

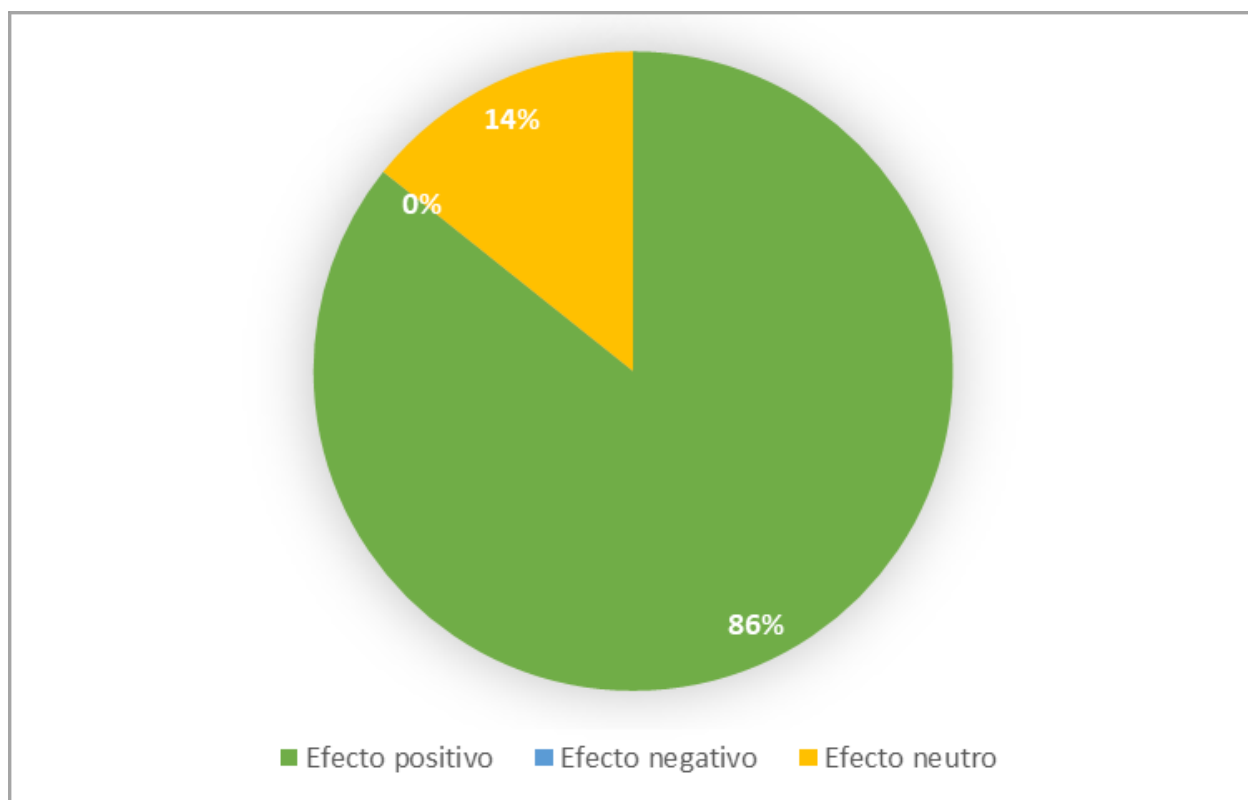


Figura N° 1: Efecto del uso de cubiertas vegetales en viñedos.

La mayoría de los artículos atribuyen resultados positivos (85,7 % del total de los estudios) con respecto al uso de las cubiertas vegetales en viñedos. Sólo 5 investigaciones reportaron un efecto neutro (14,3 % del total de las investigaciones) y se excluyeron las investigaciones realizadas en laboratorio (cuadro 1). Varios estudios demostraron los efectos positivos de la vegetación espontánea sobre los enemigos naturales en viñedos, confirmando que la proximidad de sectores naturales en el viñedo y la vegetación seminatural aumentan las poblaciones de parasitoides y proporcionan a algunas especies un hábitat de hibernación o refugio (Gaigher et al., 2015; Smith et al., 2014; Thomson y Hoffmann, 2013). Comúnmente, solemos llamar “maleza” a muchas plantas que poseen propiedades beneficiosas para los agroecosistemas. Por ejemplo, algunas de ellas atraen insectos beneficiosos que a su vez pueden proteger los cultivos de plagas dañinas (Segoli, 2020; Parrilli 2021). De hecho, estudios han concluido que, para un mejor control biológico, el manejo de las especies de malezas existentes en los huertos frutales o viñas puede ser más viable que agregar nuevos recursos florales (Araj and Wratten, 2015). En este sentido, entre otros de los servicios ecológicos que brinda la vegetación espontánea se pueden mencionar son la prevención de la erosión del suelo, fijación de carbono, control del microclima local, regulación de procesos hidrológicos y de reducción de organismos indeseables, atracción de insectos fuera del cultivo, captura y acumulación de nutrientes disminuyendo la posibilidad de lixiviación de los mismos y mantenimiento de la diversidad genética in situ (Altieri, 1992; Aldrich y Kremer, 1997).

Los sistemas agrícolas basados en el monocultivo son reconocidos como entornos difíciles para los enemigos naturales, por ello a escala de predios, la diversidad de la vegetación y su arquitectura pueden apoyar el establecimiento, actividad, abundancia y diversidad de enemigos naturales (Gurr. 2003). Por ejemplo, existen investigaciones que han demostrado que depredadores alcanzan mayores abundancias en policultivos que en monocultivos, y también en los que tienen malezas comparados con los cultivos sin malezas (Balfour y Rypstra, 1998; Mensah, 1999). Por otra parte, un metaanálisis del efecto de la complejidad estructural del hábitat sobre la densidad de enemigos naturales, demostraron una relación significativamente positiva, lo que se explicaría por el acceso de los enemigos naturales a los recursos alternativos, como presas, polen y néctar, y la existencia de refugios, la depredación intragremio y la captura más efectiva de las presas (Langellotto y Denno, 2004). Por lo tanto, la composición de la comunidad, tanto para plagas como enemigos naturales, se ve afectada por el tipo de vegetación que rodea o que se está utilizando como cultivo de cobertura en el viñedo. Varios estudios demuestran que los enemigos naturales pueden estar influenciados por la diversidad de la vegetación a escala de predio (campo o potrero) y de paisaje (Thies y Tscharntke 1999; Denno et al., 2005; Gardiner et al., 2009; Gardiner et al., 2009; Tscharntke et al., 2005; Tscharntke et al., 2005). Por ejemplo, para viñedos de la zona de Berisso en Argentina se observó que la estructura y densidad de la cobertura vegetal determina las condiciones de temperatura y humedad del suelo y, en consecuencia, la abundancia y diversidad de los organismos edáficos de hábito predador que favorecen la regulación de plagas (Paleologos, 2012).

Como señalan Gurr (2003), hay una serie de etapas que abordan relación al control biológico que se pueden obtener a partir de la manipulación del hábitat. Estas etapas tienen jerarquías que incorporan pasos cada vez más difíciles de lograr. Las etapas son:

1. Los enemigos naturales llegan a las flores (polen y/o provisión de néctar, refugio, etc.)
2. La aptitud (fecundidad, longevidad, comportamiento, etc.) de los enemigos naturales individuales aumenta.
3. Aumenta la tasa de parasitismo/depredación.
4. Las poblaciones de presas/huéspedes se reducen.
5. Las poblaciones de presas/huéspedes se reducen por debajo del nivel de daño económico.

5. DISCUSIÓN

Muchos agricultores manejan la vegetación espontánea o plantan cultivos de cobertura como manejo del hábitat con el fin de potenciar la presencia de enemigos naturales, de tal forma que, se han evidenciado reducciones de las poblaciones de plagas importantes como ácaros, polillas, chanchitos blancos y chicharritas de la vid (Daane et al. 1998; 2018; Murphy et al. 1996; Wilson et al. 2016; 2017; Irvin et al. 2016; Thomson et al. 2010; 2013; English-Loeb 2013; Nicholls et al. 2000; 2008). Sin embargo, en muchos casos tal supresión biológica no ha sido suficiente desde un punto de vista económico (Daane y Costello 1998; English-Loeb et al. 2003).

Los cultivos de cobertura, la vegetación adyacente y los corredores biológicos pueden ser una estrategia importante en el manejo integrado de plagas dentro de los viñedos, ya que generan condiciones favorables para el establecimiento de controladores biológicos. Para promover la diversidad de estos, se debe conservar la vegetación herbácea cultivada o espontánea, tanto alrededor como dentro de los viñedos, ya que la conservación de los hábitats naturales dentro de los agroecosistemas, en la mayoría de los casos, mejora la abundancia y diversidad de especies de enemigos naturales, como artrópodos depredadores y parasitoides de plagas importantes (Daane et al. 1998; 2018; Murphy et al. 1996; Wilson et al. 2016; 2017; Irvin et al. 2016; Thomson et al. 2010; 2013; English-Loeb 2013; Nicholls et al. 2000; 2008). En este sentido, es clave desarrollar un plan agrícola de manejo que busque como conectar la vegetación circundante al viñedo con la cubierta vegetal para maximizar los objetivos del control biológico.

Al implementar plantas que sirven para atraer a los controladores biológicos, se debe tener conocimiento de los recursos que proveen, y estos recursos deben estar integrados en el paisaje de tal manera que sea espacial y temporalmente favorable para los enemigos naturales y que al mismo tiempo sea práctico para que los productores lo implementen en sus viñas (Landis, 2000).

Sin embargo, se requieren más estudio para determinar si el cultivo de cobertura vegetal modifica algunas condiciones como el consumo hídrico de la cubierta, el estado nutricional del viñedo y si influye en la dinámica de la plaga. Otra necesidad importante es cómo manejar la composición de especies y manejos comunes como la siega o corte y la labranza, para saber cómo afectan las comunidades y el movimiento de los enemigos naturales.

Además, implementar recursos vegetales en los sistemas agrícolas para mejorar la presencia de enemigos naturales puede ser inútil si los pesticidas siguen siendo utilizados como una alternativa para el control de plagas, ya que, numerosos estudios han demostrado el efecto negativo de los pesticidas sobre los enemigos naturales (Vargas y Ubillo, 2001), de tal manera, que, se ha evidenciado que el uso generalizado e intensivo de pesticidas convencionales, especialmente de insecticidas, generan un gran daño para los enemigos naturales de las plagas que son particularmente susceptibles a estas aplicaciones, siendo capaces de dejar residuos tóxicos que pueden perdurar en los sistemas agrícolas durante varios días (Roubos et al., 2014, Anjum and Wright, 2016).

Por otra parte, otra limitante en la implementación de cualquier práctica de manejo de plagas es que los administradores o dueños de terrenos agrícolas, generalmente, requieren que la inversión se retribuya de manera más directa en términos de reducción del uso de pesticidas, mano de obra, o mayor rendimiento y calidad o mejores mercados para sus productos (Landis y Wratten, 2008).

Estos hallazgos ayudan a nuestra comprensión de la interacción compleja entre la gestión del hábitat, la diversidad de enemigos naturales y el control de plagas de los cultivos, ya que el enfoque principal del manejo ecológico de plagas es aumentar la biodiversidad y complejidad de los agroecosistemas, como base para establecer interacciones beneficiosas que mantienen a las poblaciones de plagas bajo control.

Por último, de acuerdo con la información encontrada en esta revisión de literatura, se puede interpretar que en Chile no existe suficiente investigación relacionada a cubiertas vegetales y su efecto sobre el control biológico, en comparación con los estudios realizados en este ámbito en zonas vitivinícolas como California, Australia, Nueva Zelanda, Francia, Italia y España, por lo que en Chile, futuras investigaciones deberían abordar a profundidad este tema para el desarrollo de tecnologías y sistemas agroecológicos que enfatizan la conservación y regeneración de la biodiversidad, suelo y agua.

6. CONCLUSIÓN

En un contexto de creciente interés por el manejo sostenible y ambientalmente ecológico de los cultivos, se demuestra que el uso de la cubierta vegetal es una herramienta válida y útil para manejar los agroecosistemas vitivinícolas y así darles condiciones necesarias a los enemigos naturales presentes para mantener las plagas por debajo del umbral de daño económico.

En base a lo estudiado en la presente investigación se puede concluir que los cultivos de cobertura en viñedos generan en su mayoría efectos positivos sobre el control biológico de plagas como el aumento de la depredación y/o parasitismo, ya que se evidencia que el implementar este tipo de prácticas incrementan la riqueza y abundancia de enemigos naturales, depredadores y parasitoides, como *Trichogramma spp.*, *Campoplex capitator*, *Anagrus vladimiri*, *Anagrus erythroneuræ* y *Anagrus daanei*, además de arañas depredadoras como *Trachelas pacificus*, *Cheiracanthium inclusum*, *Oxyopes spp.*; ácaros depredadores como *Typhlodromus pyri*; otros depredadores como *Fidiobia asina* L., *Gryllus fulvipennis*, *Megatoma sp.* y otros enemigos naturales de algunas familias como Chrysopidae (*Chrysoperla spp.*), Carabidae, Formicidae, Anthocoridae, Coccinellidae, entre otros.

Además, se evidencia que el uso de vegetación espontánea, propia de cada lugar, puede emplearse como cubierta vegetal en el entre hileras del viñedo, y esta opción puede ser una buena y económica alternativa para pequeños y medianos productores vitivinícolas que no siempre tienen acceso económico a maquinaria o semillas para establecer cultivos de cobertura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aballay, E., Flores, P., and Insunza, V. 2001. Efecto nematocida de ocho especies vegetales sobre *Xiphinema americanum sensu lato*, en *Vitis vinifera* L. var. Cabernet Sauvignon en Chile. *Nematrópica* 31:95-102.
2. Aldrich, R. and Kremer, R. 1997. Principles in weed management. Iowa State University Press/Ames. 445 pp.
3. Altieri, M. 1992. El rol ecológico de la biodiversidad en agroecosistemas. *Agroecología y Desarrollo*.
4. Altieri, M. 1994. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystems. Haworth Press, New York, 185 pp.
5. Altieri, M. and Rosset, P. 1995. Agroecology and the conversion of large-scale conventional systems to sustainable management. *International Journal of Environmental Studies* 50: 165-185.
6. Altieri, M. and Letourneau, D. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection* 1, 405–430.
7. Altieri, M. and Letourneau, D. 1984. Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences* 2, 131–169.
8. Altieri, M. 2002. *Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables*.
9. Altieri, M., Ponti, L. and Nicholls, C. 2005. Manipulating vineyard biodiversity for improved insect pest management: case studies from northern California. *The International Journal of Biodiversity Science and Management*, 1(4), 191-203.
10. Altieri, M., and Nicholls, C. 2020. La Agroecología en tiempos del COVID-19. *Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas (CELIA)*, 35(5), 1-7.

11. Andorno, A., Botto, E., Rossa, L., Ruben, F., and Mohle, R. 2015. Control biológico de áfidos por métodos conservativos en cultivos hortícolas y aromáticas.
12. Araj, S., and Wratten, S. 2015. Comparing existing weeds and commonly used insectary plants as floral resources for a parasitoid. *Biological Control*, 81, 15-20.
13. Bano, M., Anver, S. Tiyagi, and Alam, M. 1986. Evaluation of nematicidal properties of some members of the family Compositae. *Int. Nematol. Network Newsl.* 3:10.
14. Barbosa, P. 1998. *Conservation biological control*. Elsevier.
15. Bastin, G., Ludwig, J., Eager, R., Chewings, V., and Liedloff, A. 2002. Indicators of landscape function: Comparing patchiness metrics using remotely-sensed data from rangelands. *Ecological Indicators*, 1(4), 247-260.
16. Balfour, R., and Rypstra, A. 1998. The influence of habitat structure on spider density in a no-till soybean agroecosystem. *Journal of Arachnology*, 26(2), 221-226.
17. Begum, M., Gurr, G., Wratten, S., Hedberg, P., and Nicol, H. (2006). Using selective food plants to maximize biological control of vineyard pests. *Journal of Applied Ecology*, 43(3), 547–554.
18. Belda, I., Palacios, A., Fresno, J., Ortega, H., and Acedo, A. (2017). WineSeq®: A new tool for the study of the functional biodiversity of soils, and its use as a biomarker and guide for vitiviniculture practices. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 9, p. 01012). EDP Sciences.
19. Blaise, C., Mazzia, C., Bischoff, A., Millon, A., Ponel, P., & Blight, O. (2021). The key role of inter-row vegetation and ants on predation in Mediterranean organic vineyards. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 311, 107327.
20. Blaise, C., Mazzia, C., Bischoff, A. *et al.* (2022) Vegetation increases abundances of ground and canopy arthropods in Mediterranean vineyards. *Sci Rep* 12, 3680.
21. Böller, E., Häni, F. and Poehling, H. (Eds). 2004. *Ecological infrastructures: Ideabook on functional biodiversity at the farm level. Temperate zones of Europe*. Swiss Centre for Agricultural Extension and Rural Development, Switzerland, 212 p.

22. Bugg, R., McGourty, G., Sarrantonio, M., Lanini, W., and Bartolucci, R. 1996. Comparison of 32 cover crops in an organic vineyard on the north coast of California. *Biological Agriculture & Horticulture*, 13(1), 63-81.
23. Céspedes, C. y Fernández, F. 2007. Estrategia de nutrición de un viñedo orgánico. Villa Alegre: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 168.
24. Céspedes, C., Fernández, F., Labra, E., Díaz, I., Olivares, N., Vargas, R., y Pino, C. 2007. Agricultura orgánica: producción orgánica de uvas para la elaboración de vino. Boletín INIA- Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
25. Centinari, M., Vanden Heuvel, J., Goebel, M., Smith, M. and Bauerle, T. 2015. Root-zone management practices impact above and belowground growth in Cabernet Franc grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 22(1), 137–148.
26. Chaplin-Kramer, R., O'Rourke, M., Blitzer, E., and Kremen, C. 2011. A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecology letters*, 14(9), 922-932
27. Costello, M., and , K. 1998. Influence of ground cover on spider populations in a table grape vineyard. *Ecological Entomology*, 23(1), 33–40.
28. Daane, K., Hogg, B., Wilson, H. and Yokota, G. 2018. Native grass ground covers provide multiple ecosystem services in Californian vineyards. *Journal of Applied Ecology*, 55(5), 2473–2483.
29. Danne, A., Thomson, L., Sharley, D., Penfold, C., and Hoffmann, A. 2010. Effects of Native Grass Cover Crops on Beneficial and Pest Invertebrates in Australian Vineyards. *Environmental Entomology*, 39(3), 970–978.
30. Daane K. and Costello M. 1998. Can cover crops reduce leafhopper abundance in vineyards?. *California Agriculture*. 52(5):27-33.
31. Debach, P., and Rosen, D. 1991. Biological control by natural enemies.
32. Dechet, F. 1991. Untersuchungen zur Wirkung von Pflanzen und Pflanzeninhaltsstoffen auf *Xiphinema index* Thorne & Allen, 1950 (Nematoda: Dorylaimida). 118 p.

33. Delbac, L., and Thiéry, D. 2016. Damage to grape flowers and berries by *Lobesia botrana* larvae (Denis & Schiffenüller) (Lepidoptera: Tortricidae), and relation to larval age. *Aust J Grape Wine Res* 22(2):256–261
34. Denno, R., Finke, D., and Langellotto, G. 2005. Direct and indirect effects of vegetation structure and habitat complexity on predator-prey and predator-predator interactions. *Ecology of predator-prey interactions*, 211-239.
35. Demestihias, C., Plénet, D., Génard, M., Raynal, C., and Lescourret, F. 2017. Ecosystem services in orchards. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(2), 1-21.
36. English-Loeb, G., Rhainds, M., Martinson, T., and Ugine, T. 2003. Influence of flowering cover crops on *Anagrus* parasitoids (Hymenoptera: Mymaridae) and *Erythroneura* leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) in New York vineyards. *Agricultural and Forest Entomology*, 5(2), 173-181.
37. Fundación para la Innovación Agraria, Ministerio de agricultura. 2019. Agenda de innovación agraria Vitivinícola. Chile.
38. Gaigher, R., Pryke, J. and Samways, M., 2015. High parasitoid diversity in remnant natural vegetation, but limited spillover into the agricultural matrix in South African vineyard agroecosystems. *Biol. Cons.* 186, 69–74.
39. Gardiner, M., Landis, D., Gratton, C., DiFonzo, C., O’Neal, M., Chacon, J. and Heimpel, G. 2009. Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA. *Ecological Applications*, 19(1), 143-154.
40. Gardiner, M., Landis, D., Gratton, C., Schmidt, N., O’Neal, M., Mueller, E. and DiFonzo, C. 2009. Landscape composition influences patterns of native and exotic lady beetle abundance. *Diversity and Distributions*, 15(4), 554-564.
41. Gommers, F. 1973. Nematicidal principles in Compositae. 71 p. Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen, The Netherlands.
42. Gliessman, S. 1995. Sustainable agriculture: an agroecological perspective. *Advances in Plant Pathology* 11, 45–57.

43. Gliessman, S. 2001. Agroecologia. Procesos ecológicos en agricultura sustentable. Universidad Federal do Río Grande do Sul. Segunda Edición.
44. Gutierrez, A., Ponti, L., Cooper, M., Gilioli, G., Baumgärtner, J., and Duso, C. 2012. Prospective analysis of the invasive potential of the European grapevine moth *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) in California. *Agricultural and Forest Entomology*, 14(3), 225-238.
45. Gurr, G., and Wratten, S. 2000. *Biological Control: Measures of Success*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
46. Gurr, G., Wratten, S. and Altieri, M. 2004. *Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods*: Wallingford UK: CABI Publishing.
47. Hasan, A. 1992. Allelopathy in the management of root-knot nematodes. p. 413-441. In S.J.H Rizvi and V. Rizvi (eds.). *Allelopathy: basic and applied aspects*. Chapman & Hall, London, UK.
48. Halbrendt, J. 1992. Evaluation of selected cover crops and green manures to control nematodes and improve replant sites. *Pennsylvania Fruit News* 73:62-66.
49. Halbrendt, J. 1993. Evaluation of rotational crops for nematode management in orchards. *Pennsylvania Fruit News* 73:62-66.
50. Halbrendt, J. 1996. Allelopathy in the management of plant-parasitic nematodes. *Journal of Nematology* 28:8-14.
51. Heimpel, G., and Mills, N. 2017. *Biological Control: ecology and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
52. Irvin, N., Pinckard, T., Perring, T., and Hoddle, M. 2014. Evaluating the potential of buckwheat and cahaba vetch as nectar producing cover crops for enhancing biological control of *Homalodisca vitripennis* in California vineyards. *Biological Control*, 76, 10–18.

53. Irvin, N., Bistline-East, A., and Hoddle, M. 2016. The effect of an irrigated buckwheat cover crop on grape vine productivity, and beneficial insect and grape pest abundance in southern California. *Biological Control*, 93, 72–83.
54. Irvin, N., Hagler, J., and Hoddle, M. 2018. Measuring natural enemy dispersal from cover crops in a California vineyard. *Biological Control*, 126, 15–25.
55. International Organisation of vine and wine (OIV). 2018. Functional biodiversity in the vineyard. Francia.
56. International Organisation of vine and wine (OIV). 2021. Actualidad de la coyuntura del sector vitivinícola mundial en 2020.
57. Jado, R., Araj, S., Abu-Irmaileh, B., Shields, M., and Wratten, S. (2019). Floral resources to enhance the potential of the parasitoid *Aphidius colemani* for biological control of the aphid *Myzus persicae*. *Journal of Applied Entomology*, 143 (1-2), 34-42.
58. Jonsson, M., Wratten, S., Landis, D., and Gurr, G. 2008. Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. *Biological Control*, 45(2), 172-175.
59. Kim, K., Kabir, E., and Jahan, S. 2017. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of the Total Environment*, 575, 525–535.
60. Kliewer, W. 1991. Methods for determining the nitrogenous status of vineyards. p. 133-147. Proc. Int. Symp. on Nitrogen in Grapes and Wines, Seattle. 18-19 June. American Society for Enology and Viticulture (ASEV), Seattle, Washington, USA.
61. Kremen, C., and A. Miles. 2012. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. *Ecol Soc* 17.
62. Kotcon, J., Baugher, T., Sexstone, A., Biggs, A., Hogmire, H., and Collins, A. 1991. Alternative processing apple production systems impacts on ground water quality. *Pennsylvania Fruit News*, 72(2), 25-29.

63. Lamichhane, J., Dachbrodt-Saaydeh, S., Kudsk, P., and Messéan, A. 2016. Toward a Reduced Reliance on Conventional Pesticides in European Agriculture. *Plant Disease*, 100(1), 10–24.
64. Landis, D., Wratten, S., and Gurr, G. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agricultura. *Annual review of entomology*, 45, 175-201.
65. Langellotto, G., y Denno, R. 2004. Responses of invertebrate natural enemies to complexstructured habitats: A meta-analytical synthesis. *Oecologia*, 139(1), 1-10.
66. Lavandero, B., Wratten, S., Hagler, J. and Jervis, M. 2004. The need for effective marking and tracking techniques for monitoring the movements of insect predators and parasitoids. *International Journal of Pest Management*, 50(3), 147-151.
67. Linares, R., De la Fuente M., Junquera, P., Lissarrague, J. and Baeza, P. 2014. Effects of soil management in vineyard on soil physical and chemical characteristics. *BIO Web of Conferences*. 3. 10.1051/bioconf/20140301008.
68. Loni, A., Canovai, R., Gandini, L. and Lucchi, A. 2014. “Aphidophagous insects in differently managed vineyards”. *Integrated protection and production in Viticulture. IOBC-WPRS Bulletin*, 105, 245-248.
69. Malavolta, C., and Boller, E. 2009. Guidelines for integrated production of grapes. *IOBCWPRS Bulletin Vol. 46*, 2009
70. Mancini, F., Woodcock, B., and Isaac, N. 2019. Agrochemicals in the wild: Identifying links between pesticide use and declines of nontarget organisms. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 11, 53–58.
71. Martinez, L., Soti, P., Kaur, J., Racelis, A., and Kariyat, R. 2020. Impact of Cover Crops on Insect Community Dynamics in Organic Farming. *Agriculture*, 10(6), 209.
72. Masson, P., et G. Bertoni. 1996. Essai d'enherbement d'un vignoble méridional á base de trèfle souterrain: synthèse de six années d'expérimentation. *Sud Tyrol, Italie*. p. 140-142.

73. Masson, P., and G. Gintzburger. 2000. Les légumineuses fourragères dans les systèmes de production méditerranéens: utilisations alternatives. Cahiers Options Méditerranéennes 45:395-406.

74. McGourty, G., Tylicki, S. Price J. and Nosera, J. 2006. Performance of 18 cover crop species in new high elevation North Coast vineyard. Prac. Winery Vineyard Sept/Oct:11-19.

75. McGourty, G. and Reganold, J. 2005. Managing vineyard soil organic matter with cover crops. In Proceedings of the Soil Environment and Vine Mineral Nutrition Symposium. P. Christensen and D.R. Smart (eds.), pp. 145-151. Am. Society for Enology and Viticulture, Davis.

76. McGourty, G. 2008. Choosing cover crops. Vineyard Winery Manag. Sep/Oct:71-75.

77. Mensah, R. 1999. Habitat diversity: Implications for the conservation and use of predatory insects of *Helicoverpa* spp. in cotton systems in Australia. International Journal of Pest Management, 45(2), 91-100.

78. Morales Sánchez, J. 2018. Incremento del Control Biológico de plagas en viña (*Vitis vinifera* L.) ecológica mediante el manejo de la biodiversidad en El Poble Nou de Benitatxell y Teulada (Alicante).

79. Moreau, J., Buffenoir, N., Thiéry, D., and Vogelweith, F. 2019. *Lobesia botrana* as a preferred host of *Campoplex capitator*, the most occurring larval parasitoid in European vineyards. Entomologia Generalis, 39(3-4), 307-312.

80. Murisier, F., Maigre, e Spring. J. 1999. Gestione del suolo nella viticoltura svizzera. Esperienze con varie tecniche di inerbimento e riflessi sulla qualità del vino. Notiziario Tecnico CRPV 58:1-17.

81. Murisier, F., et Zufferey, V. 1997. Rapport feuille –fruit de la vigne et qualité du raisin. Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 29:355-362.

82. Muscas, E., Cocco, A., Mercenaro, L., Cabras, M., Lentini, A., Porqueddu, C., and Nieddu, G. (2017). Effects of vineyard floor cover crops on grapevine vigor, yield, and fruit quality, and the development of the vine mealybug under a Mediterranean climate. Agriculture, Ecosystems & Environment, 237, 203–212.

83. Murphy, B., Rosenheim, J., and Granett, J. 1996. Habitat Diversification for Improving Biological Control: Abundance of *Anagrus epos* (Hymenoptera: Mymaridae) in Grape Vineyards . *Environmental Entomology*, 25(2), 495–504.

84. Nicholls, C., Parrella, M., and Altieri, M. 2000. Reducing the abundance of leafhoppers and thrips in a northern California organic vineyard through maintenance of full season floral diversity with summer cover crops. *Agricultural and Forest Entomology*, 2(2), 107–113.

85. Nicholls, C., Altieri, M., and Ponti, L. 2008. Enhancing plant diversity for improved insect pest management in northern California organic vineyard. *Acta Horticulturae*, (785), 263–278.

86. Nieddu, G., Graviano O., Lostia A., and C. Porqueddu. 2000. Effects of *Medicago polymorpha* cover cropping in Sardinia vineyards. *Cahiers Options Méditerranéennes* 45:449-452.

87. Ovalle, C., Del Pozo, A., Lavin, A., Hirzel, J. 2007. Cubiertas Vegetales en Viñedos: Comportamiento de mezclas de Leguminosas Forrajeras Anuales y Efectos sobre la Fertilidad del Suelo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.

88. Parrilli, M. 2021. The Use of Habitat Management, Elicitors and Augmentation to Improve Biological Control in Vineyard.

89. Paleologos, M. 2012. Los carábidos como componentes clave de la agrobiodiversidad. Su rol en la sustentabilidad de los agroecosistemas de vid de la costa de Berisso, provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP.

90. Pétremand, G., Speight, M., Fleury, D., Castella, E., and Delabays, N. 2017. Hoverfly diversity supported by vineyards and the importance of ground cover management. *Bulletin of Insectology*, 70(1), 147 - 155.

91. Provost, C. and Pedneault, K. 2016. The organic vineyard as a balanced ecosystem: improved organic grape management and impacts on wine quality. *Sci. Hortic. Amsterdam*.

92. Ruiz, C. 2020. Vitivinicultura de Ñuble: tradición agrícola para proyectar el futuro. p. 307-328. En J. González U. (ed) Agricultura de la nueva Región de Ñuble: una caracterización sectorial. Libro N° 39. INIA, Chillán, Chile.

93. Reiff, J., Kolb, S., Entling, M., Herndl, T., Möth, S., Walzer, A. and Winter, S. 2021. Organic Farming and Cover-Crop Management Reduce Pest Predation in Austrian Vineyards. *Insects*, 12(3), 220.

94. Sarandón, S. and Moreno, L. 2002. El uso de policultivos en una agricultura sustentable. En "Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable". Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Argentina.

95. Sarandón, S. and Chamorro, A. 2003. Los policultivos en los sistemas de producción de granos. En "Producción de Cultivos de Granos: Bases funcionales para su manejo". Editorial Facultad de Agronomía, UBA.

96. Sarandón, S. 2010. Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable. Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica. León Sicard, TE y Altieri, M., Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones, edit. Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), Medellín, Colombia, 105-129.

97. Sarandón, S., and Flores, C. 2014. Agroecología. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).

98. Sáenz-Romo, M., Veas-Bernal, A., Martínez-García, H., Campos-Herrera, R., Ibáñez-Pascual, S., Martínez-Villar, E. and Marco-Mancebón, V. 2019. Ground cover management in a Mediterranean vineyard: Impact on insect abundance and diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 283, 106571.

99. Segoli, M., Kishinevsky, M., Rozenberg, T., and Hoffmann, I. 2020. Parasitoid Abundance and Community Composition in Desert Vineyards and Their Adjacent Natural Habitats.

100. Servicio agrícola y ganadero (SAG). 2020. Catastro vitícola nacional. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile.

101. Shapira, I., Gavish-Regev, E., Sharon, R., Harari, A., Kishinevsky, M., and Keasar, T. 2018. Habitat use by crop pests and natural enemies in a Mediterranean vineyard agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 267, 109–118.
102. Shrewsbury, P., and Raupp, M. 2006. Do top-down or bottom-up forces determine *Stephanitis pyrioides* abundance in urban landscapes?. *Ecological Applications*, 16(1), 262-272.
103. Sicher, L., A. Dorigoni, and G. Stringari. 1995. Soil management effects on nutritional status and grapevine performances. Second International Symposium on Diagnosis of Nutritional Status of Deciduous Fruit Orchards. *Acta Hort.* 383:73-82.
104. Simon, S., Bouvier, J., Debras, J., and Sauphanor, B. 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(1), 139-152.
105. Smith, H., Chaney, W., and Bensen, T. 2008. Role of syrphid larvae and other predators in suppressing aphid infestations in organic lettuce on California's central coast. *Journal of Economic Entomology*, 101(5), 1526-1532.
106. Smith, I., Hoffmann, A., and Thomson, L. 2014. Ground cover and floral resources in shelterbelts increase the abundance of beneficial hymenopteran families. *Agricultural and Forest Entomology*, 17(2), 120–128.
107. Sommaggio, D., Peretti, E., and Burgio, G. 2018. The effect of cover plants management on soil invertebrate fauna in vineyard in Northern Italy. *BioControl*.
108. Steenwerth, K., and Guerra, B. 2012. Influence of floor management technique on grapevine growth, disease pressure, and juice and wine composition: A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63(2), 149–164.
109. Terres, J. 2006. "Biodiversity serving agriculture. The example of Conservation Biological Control (CBC)".
110. Thies, C., and Tscharntke, T. (1999). Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science*, 285, 893-895.

111. Thiéry, D., and Desneux, N. 2018. Host plants of the polyphagous grape berry moth *Lobesia botrana* during larval stage modulate moth egg quality and subsequent parasitism by the parasitoid *Trichogramma cacoeciae*. *Entomol Gen*, 38, 47-59.
112. Tschamtkke, T., Klein, A., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., and Thies, C. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - Ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8(8), 857-874.
113. Tschamtkke, T., Rand, T., and Bianchi, F. 2005. The landscape context of trophic interactions: insect spillover across the crop-noncrop interface. *Annales Zoologici Fennici*, 42(4), 421-432.
114. Thomson, L. and Hoffmann, A. 2009. Vegetation increases the abundance of natural enemies in vineyards. *Biological Control*, 259-269.
115. Thomson, L. and Hoffmann, A. 2010. Natural enemy responses and pest control: Importance of local vegetation. *Biological Control*, 52(2), 160–166.
116. Thomson, L., and Hoffmann, A. 2013. Spatial scale of benefits from adjacent woody vegetation on natural enemies within vineyards. *Biological Control*, 64(1), 57–65.
117. Trivellone V., Schoenenberger, N., Bellosi, B., Jermini M., de Bello F., Mitchell, E. and Moretti. M. 2014. Indicators for taxonomic and functional aspects of biodiversity in the vineyard agroecosystem of Southern Switzerland, *Biological Conservation*, Volume 170.
118. Trivellone V., Jeremini M., Linder C., Cara C., Delabays N. and Baumgärtner J., 2013. Rôle de la flore du vignoble sur la distribution de *Scaphoideus titanus*.- *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture*, 45 (4): 222-228.
119. Van Driesche, R. and Bellows, T. 1996. Biology of arthropod parasitoids and predators. In *Biological control* (pp. 309-336). Springer, Boston, MA.
120. Van Driesche, R., and Hoddle, M. 2009. Control of pests and weeds by natural enemies: an introduction to biological control. Oxford: Blackwell Publishers.
121. Vargas, M., Robinson A. and Ubillo F., 2001. Toxicidad de pesticidas sobre enemigos naturales de plagas agrícolas. *Agric. Téc.* 2001, vol.61, n.1, pp.35-41.

122. Vogelweith, F., Thiéry D., Moret Y., Colin E., Motreuil S., and Moreau J. 2014. Defense strategies used by two sympatric vineyard moth pests. *J Insect Physiol* 64:54–61.
123. Vogelweith, F., and Thiéry, D. 2017. Cover crop differentially affects arthropods, but not diseases, occurring on grape leaves in vineyards. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 23(3), 426–431.
124. Winoto, S. 1969. Studies on the effects of *Tagetes* species on plant parasitic nematodes. 133 p.
125. Willer, H. and Lernoud, J. 2016. The world of organic agriculture: statistics & emerging trends 2016. Research. Institute of organic agricultura (FiBL), Frick and IFOAM Organics International. *Switzerland*
126. Wilson, H., Miles, A., Daane, K. and Altieri, M. 2016. Host Plant Associations of *Anagrus* spp. (Hymenoptera: Mymaridae) and *Erythroneura elegantula* (Hemiptera: Cicadellidae) in Northern California. *Environmental Entomology*, 45(3), 602–615.
127. Wilson, H., Miles, A., Daane, K., and Altieri, M. 2017. Landscape diversity and crop vigor outweigh influence of local diversification on biological control of a vineyard pest.
128. Wilson, H., and Daane, K. 2017. Review of Ecologically-Based Pest Management in California Vineyards. *Insects*, 8(4), 108.
129. Wolpert, J., Phillips P., Striegler R., Mc Kenry M., and Foot. J.1993. Berber orchardgrass tested as cover in commercial vineyard. *California Agriculture* 47:23-25.
130. Zaller, J., Winter, S., Strauss, P., Querner, P., Kriechbaum, M., Pachinger, B., and Bergmann, H. 2015. BiodivERsA project VineDivers: Analysing interlinkages between soil biota and biodiversity-based ecosystem services in vineyards across Europe. In EGU General Assembly Conference Abstracts (p. 7272).