

# Capítulo 6

## Biodiversidad y manejo de hábitats como método conservacionista para control de plagas agrícolas

**Claudio Salas F.**

En el marco de lo que se ha definido como Agricultura Sostenible o Conservacionista, el manejo de plagas se ha venido redefiniendo y en este esquema los objetivos que se buscan son reducir gradualmente los problemas asociados al uso de plaguicidas, obteniendo rendimiento y calidad aceptable, y paralelamente minimizar los daños al ambiente y a la salud humana. Es evidente que para lograr lo anterior se requiere, desde nuestro punto de vista, avanzar simultáneamente en tres sentidos que son complementarios: 1) promover la biodiversificación de los agroecosistemas, 2) sustituir plaguicidas químicos por productos alternativos, e 3) implantar un Manejo Agroecológico de las Plagas (concepto diferente al conocido como "Manejo Integrado de Plagas") (Bahena, 1999).

El manejo del hábitat, constituye una alternativa para el manejo de plagas que se destaca por ser compatible y sustentable en términos del cuidado ambiental. Sus principios se basan en modificar la biodiversidad de estos agroecosistemas, mejorando sustancialmente las interacciones entre los distintos niveles tróficos (planta - herbívoro - enemigo natural). Una consecuencia directa del manejo apropiado del hábitat es, por ejemplo, la regulación de la abundancia de los organismos perjudiciales por sus enemigos naturales (Altieri, 1995).

El presente capítulo pretende entregar pautas de un manejo menos agresivo donde la biodiversidad dentro del campo, juegue un papel principal y disminuya los costos en agroquímicos así como también la acumulación de éstos en los productos finales, además de mejorar la calidad visual del campo y evitar procesos erosivos del suelo y contaminantes de napas freáticas, manteniendo un agroecosistema en equilibrio.

## **6.1. Elementos que conforman la biodiversidad del agroecosistema**

### **6.1.1. Interacción entre los actores de un agroecosistema**

De acuerdo a Altieri (1992), cuando hablamos de agricultura ecológica, hablamos de biodiversidad, de respeto hacia la naturaleza, de conservación y de compromiso a mantener una serie de factores que han existido desde hace muchos años, y que con la mano del hombre principalmente han sido alterados negativamente.

Surge entonces la necesidad de garantizar la pervivencia del medio agrícola, lo que ha estimulado en las últimas décadas el desarrollo de formas de agricultura más respetuosas con el ambiente, como la agricultura de conservación, la ecológica o la integrada.

Si bien, en Chile existen casos de manejo conservativo que implementa y maneja cultivos auxiliares y que realiza manejo del hábitat, con la finalidad de preservar y/o recuperar la biodiversidad propia del agroecosistema donde se encuentre el cultivo, este enfoque aún se encuentra en fase de estudios y experimentación. De estos estudios aquellos que han sido publicados por universidades y otros organismos de índole investigativa, han obtenido resultados bastante favorables, con una disminución de aplicación de pesticidas, un efectivo control de plagas agrícolas por enemigos naturales y buenos rendimientos de los cultivos.

Es una necesidad entonces conocer a cabalidad como funciona y cómo interactúan los diversos actores de un agroecosistema, para mantener su biodiversidad e implementar esto en nuestros campos y cultivos. Primeramente debemos saber que la biodiversidad de un agroecosistema no simplificado, siempre será menor que la de un ecosistema natural, aunque puede llegar a ser muy elevada. No siempre se es consciente de la cantidad y sobre todo, la variedad de especies que pueden y deben convivir en un ambiente agrícola funcionalmente sano (Carrera & de Torres, 2009).

### **6.1.2. Recurso suelo y biodiversidad**

Otro factor de relevancia es el suelo y su fertilidad, un actor más en el manejo de los hábitats y la biodiversidad. De acuerdo a Carrera & de Torres (2009), la fertilidad del suelo está muy relacionada con su estabilidad ya que las complejas interacciones que se producen entre los seres vivos y elementos químicos son fácilmente alterables por el uso de maquinaria agrícola y el aporte de insumos energéticos. Pensando en un predio y en todos los organismos que pueden habitar

en él, se puede imaginar la cantidad de seres vivos que se encuentran realizando este ciclo sin fin, reciclando los elementos una y otra vez. Debido a que cada ser vivo procesa los nutrientes de una forma concreta, se produce una gran variedad de sustancias y de microambientes. Este enriquecimiento favorecerá la intervención de más actores que irán mejorando las propiedades del suelo.

Por ello es fundamental evitar excesivos laboreos, como es el paso de arados de vertedera que invierten el perfil del suelo exponiendo la microfauna con lo que se impide que se realicen las labores de reciclaje de los elementos del suelo y formación de materia orgánica estable. El tránsito de maquinaria pesada compacta y sella los poros dificultando la infiltración del agua y el paso del aire. También la aplicación exógena y excesiva de abonos minerales interfieren en las rutas bioquímicas de la microfauna del suelo, lo que finalmente termina en un desequilibrio y pérdida de estos organismos, provocando una esterilidad de suelo, lo que lleva a los agricultores a intervenir una y otra vez el suelo con el paso de arados y aplicación de abonos para incrementar la producción del cultivo, todo esto en forma de un círculo vicioso, que empobrece cada vez más la fertilidad natural del suelo.

### **6.1.3. Polinización y biodiversidad**

Un punto que debemos considerar al pensar en implementar setos florales en nuestros cultivos comerciales, es la influencia que tienen en la polinización. La polinización es un factor clave para los servicios ecosistémicos, ya que alrededor de un tercio de la producción de alimentos depende de los polinizadores Rose et al., 2016.

Se sabe que las abejas se benefician de la mayor cobertura y diversidad de flora en especial flora arvense en cultivos de cereales, evidenciando que la presencia de abejas es 7 veces mayor que en campos convencionales, lo cual mantiene y mejora la polinización de todas las plantas de flor en todas las zonas periféricas en los campos de cultivo.

No obstante, por el mal uso y degradación de los recursos naturales, se han generado impactos negativos donde el 60% de los servicios de los ecosistemas están siendo degradados y no se regeneran a la velocidad necesaria para satisfacer esta demanda Rose et al., 2016.

¿Cómo subsanar este vital proceso? Manteniendo una agrodiversidad de setos florales que sean atractivos a las abejas y otros insectos polinizadores, el girasol, es una planta muy visitada por abejas, abejorros y otros efectivos polinizadores.

Si nuestros cultivos requieren de abejas u otros agentes polinizadores, hoy en día este servicio es caro y escaso, pero mantener setos florales que favorezcan el acercamiento de abejas y abejorros nos facilita la tarea de la polinización y además contribuimos a perpetuar tanto la diversidad genética y las producciones de nuestros cultivos, como a mantener la población de polinizadores. Estudios internacionales, avalan que, cultivos con setos auxiliares o bandas de flores atraen tanto a abejas nativas y otros polinizadores, así como a enemigos naturales generalistas y específicos, lo cual se traduce en cosechas un 60% más productivas. Por lo tanto, dentro de los manejos de hábitat, tendientes a mejorar o recuperar la biodiversidad, los setos florales juegan un rol de vital importancia.

## **6.2. Biodiversidad y manejo de setos auxiliares para favorecer la presencia de enemigos naturales y un control eficiente de artrópodos fitófagos plaga**

Sabemos que tratando de poner remedio a la aparición de una plaga usamos en forma reiterada la aplicación de pesticidas, sin embargo, se pone en peligro la supervivencia de otros seres vivos (bacterias, insectos, aves, etc) que forman parte del agroecosistema y que en principio no perjudican al cultivo, y lo que es peor, a especies necesarias, bien porque regulan las poblaciones de las plagas potenciales o porque son agentes polinizadores.

Para contrarrestar la aparición de plagas y otros competidores, con aplicaciones sucesivas y sistematizadas de agroquímicos se debe avanzar hacia un manejo de la biodiversidad del predio, para ello se puede integrar al plan de manejo los cultivos auxiliares, setos florales, plantas refugio, policultivos, rotaciones de cultivo, entre otras, que son una parte integral de un sistema vegetal sostenible. Los efectos del manejo de los hábitats mediante introducción de este tipo de cultivos y prácticas pueden resultar en mejoras en el manejo de insectos. Sin embargo, la manipulación de cultivos auxiliares en el control de plagas de insectos es un desafío complejo. Nunca es tan simple atraer insectos beneficiosos y repeler insectos plaga.

Numerosos estudios han sido realizados a nivel mundial sobre esta alternativa de Manejo Integrado Conservativo tendiente a realizar controles de insectos plagas. Sin embargo aún hay mucho por investigar dado que cada cultivo es único por su ubicación geográfica, tipo de suelo, microfauna, microclima, macroclima, tipo de recursos hídricos, tipo de vegetación autóctona, entomofauna, fauna propia de la zona, entre otros factores, con los cuales cada campo o predio en el planeta se hace único.

### **6.2.1. ¿Qué es un cultivo auxiliar o seto?**

Los setos son hileras de árboles, arbustos florales y/o plantas herbáceas (donde también crecen hierbas silvestres), generalmente situados en los bordes de las parcelas de cultivo, en los terraplenes y/o siguiendo los cursos de agua que atraviesan el campo ya sea esté con cultivos anuales, invernaderos o frutales (Guzmán y Alonso, 2000).

La presencia de esos setos o de vegetación silvestre alrededor de las parcelas de cultivo permite el desarrollo de enemigos naturales de las plagas, que luego se desplazan hacia los cultivos para seguir creciendo.

Diferentes plantas asociadas en pequeña cantidad con cultivos en formación de setos auxiliares o en franjas ejercen variados efectos que ayudan al control de insectos fitófagos dañinos.

### **6.2.2. ¿Cómo actúan estos setos auxiliares en la atracción de insectos benéficos?**

Generalmente los compuestos que generan estos vegetales se basan en crear impulsos, olores que resulten atractivos a la entomofauna existente, ofreciendo néctar, polen, lugares de anidamiento, refugio y desarrollo del ciclo biológico de parasitoides y depredadores. Muchos enemigos naturales que afectan a las plagas de los cultivos requieren de carbohidratos y proteínas para el crecimiento, el metabolismo básico y la reproducción. Si el cultivo no proporciona estos materiales, los enemigos naturales buscarán fuera del cultivo el néctar, polen o presas. Esos enemigos naturales pueden no encontrar su camino de regreso al cultivo, reduciendo de esta forma el control de las plagas (Van Driesche et al., 2008).

Así, en las plantas, los enemigos naturales no sólo encuentran refugio frente a condiciones climatológicas adversas y/o frente a depredadores, también encuentran presas y huéspedes alternativos, especialmente cuando éstos escasean en los campos de cultivo. Además, la mayor parte de los enemigos naturales de las plagas no son depredadores estrictos, sino que presentan un alto grado de omnivoría. Así, en algún momento de su ciclo biológico, ya sea como larva, como adulto, o en ambos casos, dependen de los recursos alimenticios que las plantas les ofrecen en forma de néctar (floral o extrafloral), polen, semillas, jugos, o melaza producida por los insectos fitófagos. Consecuentemente, las plantas juegan un papel determinante en la conservación de los insectos auxiliares en los agroecosistemas.

**Figura 6.1.** Cultivos insectario para atracción de enemigos naturales. Parcela Experimental Pan de Azúcar, INIA Intihuasi, Región de Coquimbo. A) Utilización de Cilantro (*Coriandrum sativum*) en floración como atrayente de adultos de sírfidos (Diptera: Syrphidae) depredadores de áfidos. B) Adulto de sírfido *Allograpta pulchra* alimentándose de néctar y polen de flor de cilantro. C) Larva de sírfido *A. pulchra* en cultivo de lechuga en busca de áfidos para depredar. Proyecto: Programa de reducción de uso y riesgo de plaguicidas en la producción comercial de hortalizas para la pequeña y mediana agricultura.



La teoría agroecológica predice que una mayor diversidad de plantas implica una mayor diversidad de herbívoros, y esto a su vez, determina una mayor diversidad de depredadores y parasitoides, lo que resulta en cadenas tróficas complejas. En general, una biodiversidad total mayor, puede asegurar la optimización de procesos ecológicos claves, y el funcionamiento de los agroecosistemas, y por lo tanto, una mejor regulación natural de las plagas (Rodríguez y González, 2014).

Según el enfoque agroecológico, los agroecosistemas que contienen mayor cantidad y calidad de hábitats naturales tienen una mayor abundancia y diversidad de insectos beneficiosos que los que están intensamente cultivados (monocultivos). Como resultado, se espera que el control biológico natural de plagas sea mayor en los paisajes agrícolas diversos que en los simplificados. Así una mayor biodiversidad puede reducir considerablemente el uso de productos químicos o plaguicidas para el control de las plagas que se presentan en nuestros cultivos (Rodríguez y González, 2014).

### **6.2.3. ¿Qué factores debo considerar al manejar un sistema de manejo con setos auxiliares?**

Debemos considerar que pueden haber interacciones positivas y negativas, que hay que tener en cuenta al momento de determinar la especie vegetal auxiliar a utilizar: cómo será su cultivo, su disposición dentro del campo, traslape de floración, cultivo comercial a establecer y cuáles son sus principales plagas y principales controladores biológicos. Considerar además de factores ambientales que influyen en la diversidad, abundancia y actividad de parasitoides y depredadores en los agroecosistemas: condiciones microclimáticas, disponibilidad de alimentos (agua, néctar, polen, presas, etc.), recursos del hábitat (sitios de reproducción, refugio, etc.), competencia interespecífica y presencia de otros organismos (hiperparásitos, depredadores, humanos). Los efectos de cada uno de estos factores variarán de acuerdo al arreglo espacio-temporal de cultivos y a la intensidad de manejo, ya que estos atributos afectan la heterogeneidad ambiental de los agroecosistemas. Se describen algunas interacciones a considerar:

#### **Las interacciones positivas incluyen:**

- El cultivo de auxiliar es más atractivo para las plagas que el cultivo comercial (denominado cultivo trampa).
- El cultivo auxiliar es atractivo para los depredadores de plagas de insectos, proporcionando néctar u otra fuente de alimento que mantiene al depredador cuando no está presente el insecto plaga, lo que permite una mayor población del depredador.



### Las interacciones negativas incluyen:

- El cultivo auxiliar proporciona un hábitat o una fuente de alimento para los insectos plaga en un momento en que el cultivo comercial no puede dar soporte a la población de plagas
- El cultivo auxiliar atrae a los insectos depredadores lejos del cultivo comercial.

A pesar de los factores de complicación, se pueden recomendar algunas estrategias generales. **La estrategia más simple es proporcionar una variedad diversa de vegetación para que el hábitat de los insectos sea lo más variado posible.** Esto puede incluir seleccionar un conjunto de coberturas y cultivos comerciales para que siempre haya algo floreciendo en el predio.

#### 6.2.4. ¿Qué parámetros debemos considerar al momento de hacer la elección de especies vegetales que componen estos setos auxiliares?

Un primer paso de vital importancia es la adecuada selección de plantas que componen estas infraestructuras ecológicas. De acuerdo con Rodríguez y González (2014) los criterios de selección más importantes utilizados para identificar qué plantas pueden ser potencialmente útiles para atraer y mantener a los enemigos naturales clave de las plagas agrícolas, se describen a continuación, pero debemos considerar que cada campo (agroecosistema) es único, por tanto, debemos ir determinando en cada cultivo la mejor combinación de flora auxiliar.

- **Seleccionar especies adaptables a la zona**, cuya viabilidad sea factible, es decir, su supervivencia, repoblación y que su establecimiento se realice en el menor tiempo posible. Que estas plantas estén perfectamente adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona en cuestión, que no sean invasoras, y presenten un manejo simple.
- **Utilizar plantas que no sean reservorio de enfermedades víricas**, por ello se deben conocer las plantas autóctonas y alóctonas de cada zona como vector de las enfermedades causadas por virus.
- **Usar plantas que ofrecen recursos alimenticios, es otro parámetro que se debe manejar.** Un seto especialmente diseñado para atraer a los enemigos naturales de las plagas debe estar compuesto por especies vegetales que ofrezcan alimento en forma de polen y/o néctar. El polen es un alimento de alto grado de importancia y es más accesible que el néctar; posee entre 16 a 30 % de proteína, 1 a 7 % de almidón, de 0 a 15% de azúcares libres y 3 a 10 % de grasas, trazas de vitaminas, sales inorgánicas y colorantes. Finalmente,



una planta puede contener mucho néctar, pero resultar poco accesible a los enemigos naturales y por lo tanto no ser útil desde el punto de vista del control biológico. Además de la producción de néctar, se debe considerar la arquitectura floral de la planta y la situación del nectario dentro de la flor, escondido, poco profundo, o expuesto (Rodríguez y González, 2014).

- **Plantas que ofrecen refugio y/o que portan nectarios extra florales.** Hay determinados aspectos de la morfología de una planta, como son por ejemplo los nectarios extra florales, o la presencia de tricomas en las hojas, que pueden influir mucho sobre los insectos fitófagos, los enemigos naturales que atraen y sus interacciones. El néctar extra floral, constituye una importante fuente de alimento, independiente de la floración, dentro de los agroecosistemas y también para el resto de los enemigos naturales con importancia en el control biológico de plagas como son: crisopas, fitoseídos, parasitoides o moscas depredadores. Se ha comprobado que la presencia de plantas con nectarios extra-florales dentro de los campos de cultivo puede resultar ventajosa para el control biológico. La presencia de tricomas en las hojas favorece, por ejemplo, la instalación de poblaciones de ácaros fitoseídos. Varias son las razones que explican esta relación, entre ellas que actúan como refugio para evitar condiciones abióticas adversas o para esconderse de los depredadores, también facilitan el aumento de la captura de polen y su uso posterior como una fuente de alimento.
- **Establecer una cascada de flores.** Una de las condiciones indispensables a la hora de diseñar una plantación para el control biológico, es que esté compuesta por especies vegetales que florezcan secuencialmente a lo largo de todo el año. Con esto se persigue que haya continuidad en los recursos alimenticios, manteniendo cerca de los cultivos a los enemigos naturales. Es importante seleccionar plantas que florezcan durante el invierno, cuando hay escasez de plantas en flor en los campos de cultivo.
- **Utilizar plantas arbustivas.** Desde el punto de vista del control biológico, se sabe que la arquitectura de la planta condiciona la diversidad de especies y la abundancia relativa de los individuos. Comparados con otros tipos hábitats, los setos arbustivos son los que ofrecen mayor cantidad de recursos a los enemigos naturales de las plagas, y hay evidencias de que mejoran el control biológico en los campos de cultivo adyacentes.
- **Follaje y color:** Con el fin de maximizar el control biológico, se deben evitar setos de vegetación monoespecíficos y monocromáticos. Los setos más útiles para albergar entomofauna auxiliar útil son precisamente los que tienen una

arquitectura compleja mezclando diferentes tipos de arbustos y con variedad en el color de sus flores. Es conocido que los arbustos de follaje denso y las plantas perennes sostienen un mayor número de especies de insectos que las plantas de follaje escaso o con hojas pequeñas, así como las plantas caducifolias.

- **Bajo porte** (baja estatura de la planta) y por lo tanto tolerantes al corte reiterado (3–4 veces al año).
- **Una primera floración temprana** para sustentar a los enemigos naturales más precoces y limitar la infestación de pulgones.
- **Especies gramíneas** se incluyen para estabilizar la comunidad de plantas de la franja de flores, pero no deben predominar limitándose al 80% del peso total.

#### **6.2.4.1. Período de siembra de las franjas florales**

Las condiciones climáticas justo después de la siembra tienen una gran importancia sobre el resultado. Realizar la siembra entre finales de septiembre y principios de diciembre, permite la germinación de parte de las semillas antes del verano. Más semillas germinarán en años posteriores. En regiones con periodos secos frecuentes es posible posponer o realizar la siembra de primavera en otoño para incrementar la posibilidad de disponer de un periodo húmedo que induzca una tasa de germinación apropiada. Una siembra tardía también permite el laboreo del suelo durante el verano reduciendo las malas hierbas perennes y el rebrote de gramíneas.

#### **6.2.4.2. Preparación del suelo**

la preparación de la cama de semillas debe orientarse a favorecer una óptima germinación y reducir la resiembra posterior, así como evitar competencia con malezas al menos por un mes. ¿Cómo proceder a realizar la preparación de suelo?:

- Labrar cuando el suelo se encuentre totalmente seco.
- Preparar una cama de semilla relativamente fina, sin llegar a ser tan fino que cause anegamiento con las lluvias.
- Asegurar que haya un buen contacto semilla/suelo, para una correcta germinación.

### 6.2.4.3. Diseño de plantación

En general, como referencia el mejor diseño para este tipo de seto, de acuerdo a su objetivo, es el de bosque isla, el cual se define como masas no lineales de vegetación situadas en terrenos no cultivados y que están rodeadas en todo su perímetro por terrenos cultivados. La superficie mínima de cada uno de estos bosques islas es de 150 m<sup>2</sup> y la superficie máxima de 1.500 m<sup>2</sup>.

### 6.2.4.4. Siembra

- Orientativamente la dosis de semilla a utilizar de acuerdo al tipo de plantas a utilizar podría ser de 2 a 5 gramos/m<sup>2</sup>. Esta cantidad varía de acuerdo a si la mezcla incluye gramíneas, en mezclas sólo de flores, la cantidad a utilizar es 2 gramos/m<sup>2</sup>, mezclas con gramíneas sería 5 gramos/m<sup>2</sup>, con un 20% de las semillas correspondiente a plantas con flores y el 80% a gramíneas.
- De preferencia mezclar las semillas con vermiculita o arena de río, para una distribución adecuada de ellas sobre la superficie del suelo.
- Esparcir la semilla, no enterrarla en el suelo.
- Posterior a la siembra, pasar un rodillo o similar, para asegurar un buen contacto semilla/suelo.
- No es recomendable fertilizar las franjas de flores.
- Controlar moluscos si el sector de siembra es muy húmedo o hay presencia de babosas.

### 6.2.4.5. Manejo de los setos auxiliares

Posterior a la siembra y establecimiento del seto auxiliar, se debería realizar algunos manejos tendientes a favorecer la germinación de la mezcla, para ello posterior al desarrollo de estos setos, se deberían efectuar algunos cortes, para iluminar el seto.

- Primer corte: se considera que un corte podrá dejar los setos a una altura de 30 a 40 cm, retirando los rastrojos.
- Segundo corte: 6 a 8 semanas después del primer corte
- Tercer corte: después del verano
- Cuarto corte: en abril - mayo, antes del invierno.

Todos estos manejos son orientativos y deben adaptarse a cada cultivo y seto auxiliar utilizado, zona geográfica, entre otros factores.

### 6.2.5. Setos auxiliares con plantas de acción repelente

Difunden en el ambiente sustancias que ahuyentan a especies animales más o menos concretas. Estas sustancias pueden ser excretadas a través de las hojas, el tallo, las raíces o bien pueden ser compuestos que se generan una vez que la planta se ha secado. Estas sustancias son de diferentes tipos y actúan de diferente manera. Con frecuencia las toxinas actúan más como repelentes alimentarios, puesto que los insectos advierten una señal de aviso ya sea visual u olfativa permanentemente para movilizarse en el sistema. Esto se hace más efectivo cuando las plantas están asociadas y producen un sinergismo, creando una señal más grande en los insectos y de esa manera los repele.

**Figura 6.2.** Uso de *Calendula officinalis* como cultivo insectario y planta repelente en la producción comercial de tomates. Canto del Agua, región de Atacama. Proyecto: Aplicación de Sistemas de Detección Temprana y Control de Bajo Impacto Ambiental en Plagas y Enfermedades de Hortalizas para la Obtención de Productos Saludables.



Entre las flores más comunes se encuentran las de la familia asteráceas. La *Calendula officinalis* que actúa como antialimentario de insectos. El *Tagetes patula* tiene efectos antivíricos. Este género se caracteriza fundamentalmente por su efecto nematocida. El género *Artemisia* actúa como anti-vírico, insecticida en extracto, también como repelente de algunos géneros, altera el metabolismo de los insectos y tienen efectos herbicidas. El género *Chrysanthemum*, en especial *C. cinerariaefolium*, conocido como piretro, controla bien a los pulgones, es repelente, altera el metabolismo y es antialimentario (acción de repelencia del artrópodo evitando que se alimente) en distintos órdenes de insectos.

### 6.3. Control de plagas mediante rotaciones y policultivos

Otro método de manejo del hábitat para preservar o restablecer la biodiversidad y generar un control sobre los insectos fitófagos, es a través de realizar rotaciones y policultivos. Se entiende por rotación de cultivos el establecimiento reiterado de una ordenada sucesión de especies cultivadas en la misma parcela a través del tiempo, es importante alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutricionales distintas en un mismo lugar durante diferentes ciclos. A su vez el policultivo es la siembra de dos o más especies en el mismo tiempo y en la misma parcela, coincidiendo todo, o al menos durante parte del ciclo, es la expresión más alta de la biodiversidad, en los sistemas alternativos de producción agrícola (Guzmán y Alonso, 2000).

**Figura 6.3.** Producción sustentable de hortalizas de hoja a través de la incorporación de plantas insectario y policultivos. Pan de Azúcar, región de Coquimbo. Proyecto: Programa de reducción de uso y riesgo de plaguicidas en la producción comercial de hortalizas para la pequeña y mediana agricultura.



De acuerdo a Guzmán y Alonso (2000), si definiéramos los tipos de interferencia que producen las asociaciones de cultivos en los comportamientos y dinámicas de las poblaciones de insectos, de forma que se pueda dar una solución no química a la lucha contra las plagas, se podría concluir que los menores daños de las plagas en los policultivos pueden deberse a que éstos sean menos atractivos para ellas porque:

- La plaga no encuentra al cultivo del cual suele alimentarse. Ello es debido a que el cultivo acompañante altera las condiciones físicas (microambiente, patrón de reflectancia de la luz, etc.) o químicas, (difusión de la atracción, enmascaramiento de olores, repelencia, etc.) que normalmente indican a la plaga que el cultivo está presente lo que disminuye la probabilidad de encontrarlo.
- En otros casos, la plaga coloniza menos el policultivo y, además, la tasa de migración hacia otros sitios es mucho mayor que cuando ésta encuentra una parcela de monocultivo. Esto parece deberse a que la plaga tiene que invertir mayor cantidad de energía para desplazarse y alimentarse sobre el policultivo por lo que no le resulta tan “rentable” como el monocultivo.
- La menor atracción o menor desarrollo de la plaga en el policultivo se debe, a veces, a la distinta “calidad” de la planta huésped, que es por ello menos estimada por la plaga. Esto puede ocurrir porque en el policultivo hay una competencia por los nutrientes entre los cultivos implicados, lo que disminuye la extracción realizada por cada uno de ellos.
- En otras ocasiones la menor presencia de plaga sobre las plantas del cultivo principal se deben a que ésta ha preferido situarse sobre el cultivo acompañante, que hace así de cultivo trampa.
- Hipótesis de los enemigos naturales. Al pasar de un monocultivo a un policultivo, aumenta la presencia de depredadores de las plagas y su efectividad. Ello se debe, entre otras razones, a que:
  - a) En los policultivos encuentran otros insectos de los que se pueden alimentar cuando la plaga no está presente. De esta manera sobreviven, y cuando aparece el insecto plaga pueden controlarlo.
  - b) Encuentran otras fuentes de alimentación (polen y néctar) que al igual que antes les permite sobrevivir.
  - c) Encuentran más fácilmente refugios para pasar el invierno, para reproducirse, etc.



**Figura 6.4.** Utilización de berenjena como cultivo trampa para atracción de mosquita blanca de los invernaderos, en la producción comercial de tomate Cherry. Pan de Azúcar, región de Coquimbo. Proyecto: Programa de reducción de uso y riesgo de plaguicidas en la producción comercial de hortalizas para la pequeña y mediana agricultura.





### **6.3.1. ¿Cuáles podrían ser los criterios para realizar rotaciones y policultivos**

A la hora de decidir qué cultivo sucede al anterior nos podemos guiar por varias reglas, pero como en la vida, cumplir con todas ellas resulta algo complicado. Según la experiencia práctica, de menor a mayor dificultad estos serían los criterios a seguir:

- No repetir cultivos de la misma especie o familia: Los cultivos de la misma especie o familia van a consumir el mismo tipo de nutrientes y aquellos que se encuentren en la misma profundidad del suelo, ya que sus raíces alcanzarán el mismo rango de suelo al ser de longitudes similares. Además, al repetir un cultivo favorecemos la instalación de plagas específicas ya que le ofrecemos un paraíso de alimento y refugio.
- Alternar cultivos en función de su exigencia de nutrientes: Colocar plantas que mejoren las condiciones del suelo seguidas en las temporadas posteriores por plantas muy exigentes.

### **6.3.2. ¿Cómo mantener la biodiversidad en los agroecosistemas para favorecer un efectivo manejo de plagas?**

Los manejos a continuación descritos, deben ir realizándose en forma paulatina en el transcurso de las temporadas, cabe destacar que éstos manejos se realizan a nivel de huertos agroecológicos a nivel mundial (Pfiffner y Balmer, 2011), y en Chile se ha ido implementando y adaptando a nuestra realidad.

- Mantener márgenes florales funcionales (márgenes herbáceos, matorrales, árboles dispersos en hilera (incluso los muertos, etc.). Si hay que reducir vegetación en los márgenes, es mejor distribuir la actuación en diferentes años y actuar en diferentes fases, para no dejar un año la fauna sin refugio y permitir la regeneración natural de la vegetación a partir de los sectores cercanos.
- Mantener sectores no cultivados, con hábitats naturales o seminaturales, que actúen como reservorio para la fauna útil.
- Mantener y potenciar la vegetación de bordes de canal y pequeños cursos de agua que puedan existir en el campo.
- Conservar las zonas húmedas y puntos de agua natural o artificial, vigilando que no se conviertan en una trampa para la fauna.
- Trabajar en parcelas pequeñas, que favorecen la presencia de márgenes y permiten controlar mejor el agua de escorrentía.

- Mantener barbechos (rotativos, que estén 1 o 2 años en reposo), sin labrarlos hasta la época en que tengan que volver a ser sembrados.
- Mantener la cubierta vegetal en cultivos perennes.
- Practicar la rotación, si puede ser de un mínimo de 4-5 años, y la diversificación de cultivos, con especies de características complementarias.
- Distribuir los tipos de cultivo de forma que los menos intensivos y más favorables a la fauna (cereales, leguminosas, etc.) estén en contacto con la vegetación natural del entorno.
- Favorecer la existencia de zonas de transición entre los hábitats naturales y los cultivos.
- Minimizar el trabajo del suelo con maquinaria pesada, para favorecer el mantenimiento de la estructura del suelo y la fauna edáfica.
- Evitar un excesivo trabajo del suelo o un trabajo demasiado agresivo o profundo, con el fin de mantener la estructura del suelo y conservar la fauna edáfica.
- Mantener los restos orgánicos (residuos de cosechas, raíces, rastrojo, paja, etc.) en el campo, dejados en superficie o incorporados a los primeros 5-10 cm.
- Introducir infraestructuras ecológicas en la explotación con el fin de favorecer la riqueza y diversificación de los agroecosistemas, así como para favorecer el control biológico de determinadas plagas.

### **Literatura consultada**

Altieri MA. 1994. Biodiversity and pest management in agroecosystems. Haworth Press, New York

Altieri MA, Nicholls CI. 2004. Biodiversity and pest management in agroecosystems: Binghamton USA: Food Products Press

Altieri, M y Nicholls, C. 2002. Biodiversidad y diseño agroecológico: un estudio de caso de manejo de plagas en viñedos. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). 65: 50-64

Altieri, M.A.; Whitcomb, W.H. 1979. The potential use of weeds in the manipulation of beneficial insects. HortScience (Estados Unidos) v.14 no.1, p.12-17.

Alomar Kurz, Óscar & Albajes García, Ramón. 2005. Control Biológico de Plagas: Biodiversidad Funcional y Gestión del Agroecosistema. IRTA. Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. <http://hdl.handle.net/2072/4643>.

- Arias Roda, F. 2012. Refugios para enemigos naturales de plagas insectiles: Selección inicial de plantas para condiciones de El Zamorano. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1094/1/T3384.pdf>.
- Bahena, J.F. 1999. El manejo de plagas en una agricultura sostenible. Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México. Pesticide Action Network. Boletín, 27 (sept.-dic.): 3-5.
- Carrera, A. & de Torres Jesús. 2009. Biodiversidad, control de plagas y sostenibilidad agraria. Colección Cuadernos Didácticos. Editores Excm. Diputación de Valladolid.
- Galaz, F. & Navarro D. 2018. Efecto De La Incorporación De Recursos Florales en la Abundancia De Enemigos Naturales En Huertos De Palto En La Localidad De Quillota, Región De Valparaíso. Trabajo Final Para Optar Al Magíster En Producción Vegetal. Universidad Mayor Facultad De Ciencias Escuela De Agronomía. Santiago - Chile.
- Guzmán, G. y Alonso, A. 2000. Los setos en el manejo de plagas en Agricultura ecológica. Hoja divulgativa 4.3/00. Comité Andaluz de Agricultura ecológica.
- Jervis, M. A. & Heimpel, G. E. 2005: "Phytopagy". En: Insect as natural enemies. A practical perspective. Edited by M. A. Jervis. Springer.
- Koptur, S. 2013: "Nectar as fuel for plant protectors". En: Plant-Provided Food and Herbivore-Carnivore Interactions. Editado por F. L. Wäkers, P. C. J. van Rijn, J. Bruin. Cambridge University Press.
- Nicholls C. 2006. Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. Agroecología. 1: 37- 48
- Paleologos MF, CC Flores, SJ Sarandon, SA Stupino & MM Bonicatto .2008. Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. Revista Brasileira de Agroecología 3 (1):28-40.
- Pfiffner, L., Balmer, O. 2011. "Factsheet Organic Agriculture and Biodiversity" Ficha Técnica PAE 21. Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, España.
- Rose, T., Kremen, C., Thrupp, A., Gemmill-Herren, B., Graub, B., Azzu, N. 2016. Policy analysis paper: mainstreaming of biodiversity and ecosystem services with a focus on pollination. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

- Rodríguez, Estefanía & González, Mónica. 2014. Vegetación Autóctona Y Control Biológico: Diseñando Una Horticultura Intensiva Sostenible.
- van Driesche, M. Hoddle and T. Center. 2008. Control of pests and weeds by natural enemies. An introduction to biological control. An Introduction to Biological Control. Blackwell Publishing, Malden, MA, USA.
- Zúñiga Enrique. 1987. Cómo mejorar el efecto de los enemigos naturales en el campo: Medidas prácticas para facilitar la acción de estos extraordinarios controladores de plagas. IPA La Platina N° 44. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR05659.pdf>