

MANUAL DE PROTOCOLO DE MANEJO DE INSECTOS

Sistemas de producción de
tomate bajo invernadero



Danitz Milovic | Marta Albornoz | Gustavo Briones | Eugenio López | Francisco Carvallo

MANUAL DE PROTOCOLO DE MANEJO DE INSECTOS

Sistemas de producción de tomate bajo invernadero





Este documento debe ser citado como:

Milovic D., Albornoz M.V., Briones G., López E., Carvallo F. 2018. Manual de protocolo de manejo de insectos en sistemas de producción de tomate bajo invernadero. Programa Manejo Territorial de Insectos (MTI). Centro Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso. Ceres- PUCV. 37 pp. Quillota. Chile.

DISEÑO
Gabriela Barrientos.

FOTOGRAFÍAS
Equipo MTI.

VERSIÓN DIGITAL
www.ceresmti.cl

FINANCIAMIENTO

Esta publicación se enmarca en el proyecto “Diseño y construcción de un modelo predictivo multifactorial de la dinámica poblacional de la mosquita blanca de los invernaderos como estrategia regional de manejo sustentable” PYT/2015/0151, desarrollada entre los años 2015-2018. Con el apoyo financiero de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).



**Fundación para la
Innovación Agraria**

MINISTERIO DE AGRICULTURA

A nivel mundial, existe más conciencia y evidencias científicas de los efectos secundarios negativos del actual modelo de producción “revolución verde” y de la carencia de un enfoque sistémico: destrucción de la vida del suelo, crecientes desequilibrios a nivel de poblaciones de insectos y microorganismos, contaminación global con plásticos, inquietante cambio climático, la extinción de especies de animales, entre muchos otros, son todos indicadores de estos efectos.

En la agricultura, el uso desmedido de agroquímicos está siendo actualmente rechazado por consumidores mundiales y los mercados son cada vez más exigentes, dadas las evidencias de los efectos negativos sobre la salud humana y de los ecosistemas. En este contexto la comunidad europea ya ha tomado la avanzada en la gestión de procesos sustentables e impone condiciones a la producción y el comercio de alimentos.

El año 2011 surge en la región de Valparaíso, el Centro Ceres, con la expresa misión de contribuir al desarrollo de la agricultura de la región y el país. Su foco fue definido como el fortalecimiento de la sustentabilidad agrícola, contribuyendo al bienestar y a la alimentación sana de sus habitantes y de los consumidores. El año 2014 nace el programa Manejo Territorial de Insectos, MTI, con el propósito específico de generar conocimiento científico e innovaciones, que aceleren la recuperación de la resiliencia de nuestros agro-ecosistemas y así la salud de los cultivos, mediante la mejora de los equilibrios de poblaciones de insectos. El enfoque territorial del MTI integra a diferentes escalas de análisis, diseño y operación, las dimensiones prediales, humanas y de paisaje, generando además una Red de Monitoreo de Insectos. En MTI nos imponemos como deber, el cautelar la sostenibilidad socio-económica y nutrir la sostenibilidad cultural de su entorno de acción.

Invitamos a todos a hacerse parte de este proceso. A los agricultores, asesores, técnicos, proveedores, profesionales de instituciones públicas y privadas, a investigadores y comunidad a integrar y nutrir nuestra red, implementar y mejorar protocolos como este y avanzar decididamente en lo que llamamos desde hoy “Manejo Territorial de la Biodiversidad Funcional 1.0”. Los invitamos a que juntos construyamos y ejecutemos un plan maestro que aborde las múltiples brechas que nos esperan.

El éxito de esta misión, se hará realidad cuando, como sociedad, hayamos puesto en conciencia-acción el valor de la dimensión colaborativa del quehacer humano. ¡Cuando eso ocurra ya no hablaremos de colaboración, estaremos integrados!



Gustavo Briones Busch
Director Programa MTI.

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción - 5

Componentes del protocolo de manejo integrado de insectos plagas - 7

1. Medidas preventivas - 8

Uso de malla anti-insectos - 8

Cámara de Ingreso/salida - 10

2. Medidas culturales - 12

Manejo de restos vegetales del cultivo - 12

Uso de trampas - 13

Deshoje plantas - 15

3. Monitoreo - 17

Metodologías de monitoreo - 18

4. Uso de pesticidas de origen natural - 20

5. Control Biológico - 24

Control biológico inundativo - 24

Control biológico por conservación - 26

6. Trabajo colaborativo - 29

Califica tu protocolo - 32

Evalúa tu manejo predial para el simulador MTI - 33

Profesionales del proyecto - 34

Profesionales que han sido parte de este proyecto - 35

Estaciones de monitoreo que han sido parte de este proyecto - 36

Bibliografía - 37

INTRODUCCIÓN

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) surgió a principios de 1970, en respuesta a las preocupaciones sobre los impactos de los plaguicidas en el medio ambiente, al proporcionar una alternativa al uso de productos químicos. Se esperaba que el MIP pudiera cambiar la filosofía de la protección de cultivos a una comprensión más integral de la ecología de los insectos y de los cultivos. Sin embargo, el MIP ha sido lento en proporcionar un entendimiento profundo que ayude a los agricultores a ir más allá de los métodos de producción actual. Las estrategias del MIP han estado durante mucho tiempo, dominadas por la idea de controlar brotes específicos de plagas, sin abordar las causas ecológicas de estos problemas (Nicholls C., 2010).

El programa Manejo Territorial de Insectos MTI, perteneciente al Centro Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso, Ceres PUCV, con el objetivo de contribuir a la sustentabilidad de los actuales sistemas productivos, desarrolló el proyecto PYT-2015-

0151, **“Diseño y construcción de un modelo predictivo multifactorial de la dinámica poblacional de la mosquita blanca de los invernaderos como estrategia territorial de manejo sustentable para: i) detener el incremento de la plaga en la zona de Quillota y ii) como tecnología base para la prevención o detención en otras zonas agro-climáticas”**, financiado por la Fundación para la Innovación Agraria- FIA-. Este proyecto ha permitido hacer un primer análisis del proceso productivo, detectando brechas y contribuyendo al desarrollo de herramientas facilitadoras para la instalación del manejo de insectos, trabajando desde la realidad de la agricultura de la Región.

Las herramientas generadas a partir de los resultados del proyecto, apuntan a comprender las dinámicas poblacionales de las plagas, especialmente *Trialeurodes vaporariorum*; a escala predial y territorial, simulando las futuras poblaciones. Estas además, permiten actuar de forma preventiva gracias a

sistemas de alertas tempranas e implementar manejos prediales que reduzcan la presión de plagas en los cultivos. Los resultados de este proyecto son: **Modelo predictivo multifactorial territorial** de la fluctuación poblacional de la mosquita blanca de los invernaderos; **Plataforma digital MTI** que contiene la georreferenciación de estaciones y puntos de monitoreo, registro poblacional como resultado de la toma de datos y generación de curvas poblacionales históricas con reportes didácticos para la comprensión del comportamiento de los insectos; **Sistema de Alerta Temprana** que notifica a los productores en caso de que la población de insectos sobrepase los umbrales de acción; **Cursos E-learning** que tienen como objetivo transferir conocimientos en torno a estas materias y **El Manual de Protocolos de Manejo de Insectos.**

El Manual de Protocolos de Manejo de Insectos, tiene por

objetivo describir las actividades que debe realizar el agricultor en sus invernaderos para mejorar su proceso productivo, convirtiéndose en una herramienta de diagnóstico y autoevaluación que le permita transitar hacia una agricultura económica, social y ambientalmente sustentable. Este manual, a su vez está conectado con el Simulador MTI, herramienta predictiva de la población de mosquita blanca de los invernaderos.

El manual de protocolo fue construido en conjunto con agricultores, investigadores y asesores, en base al monitoreo y seguimiento de 29 estaciones, distribuidas en el Valle de Quillota, durante los años 2015 al 2018, mediante visitas de terreno, pasantías, conversaciones y revisiones bibliográficas.

COMPONENTES DEL PROTOCOLO DE MANEJO INTEGRADO DE INSECTOS PLAGAS



1. MEDIDAS PREVENTIVAS

El protocolo de manejo de insectos, desarrollados por el programa MTI, considera interiorizar en el agricultor el concepto de prevención. Se tiene por costumbre actuar frente al problema de forma curativa, sin embargo este tipo de prácticas son a corto plazo y no entregan una solución que considere los factores que lo causaron. Lo anterior, provoca que el proceso se haga vulnerable, poco eficiente y dependiente de altas cantidades de insumos químicos.

A Uso de Malla anti-insectos

El uso de la malla anti-insectos es una medida preventiva imprescindible en los sistemas de producción intensiva, ya que contribuye a reducir las aplicaciones fitosanitarias y mejora las posibilidades de éxito del control biológico (Pérez *et al.*, 2010).

La implementación y correcto uso de la malla anti-insectos, tiene como objetivo crear invernaderos herméticos, cuya función es crear una barrera física, para bajar la incidencia de las plagas. Esta recomendación de hermeticidad también es válida para el plástico utilizado en techos y paredes laterales.

En el valle de Quillota, se utilizan mallas de densidad 20x10 hilos/cm² o 16x10 hilos/cm². Estas mallas, implementadas en el perímetro de los módulos de producción, ventanas, lucarnas y puertas de entrada, han dado buenos resultados, sin embargo, es importante destacar que su correcto

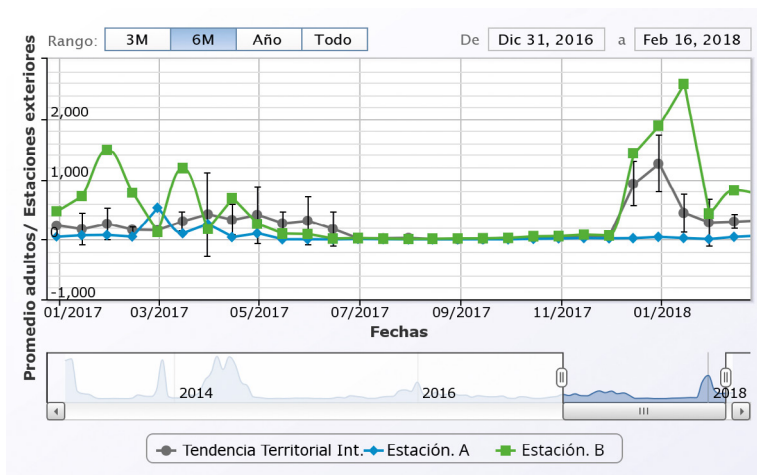
uso determina el éxito o fracaso de su función.

Como muestra el gráfico 1, la estación de monitoreo A (color azul), con implementación de malla anti-insectos, presenta una baja población de mosquita blanca de los invernaderos, durante todo el periodo evaluado y su curva poblacional es semejante a la curva territorial del Valle de Quillota; por otro lado, la estación de monitoreo B (color verde), sin implementación de malla; presenta una mayor población de la plaga, llegando a un peak sobre los 2.000 adultos/trampa.

A lo largo de esta investigación, muchos productores señalaron que utilizaban mallas; sin embargo, se pudo evidenciar que el uso incorrecto genera poblaciones de plagas iguales o mayores a los alcanzados en sistemas productivos que no las utilizaban. Capacitar, concientizar e involucrar a los trabajadores agrícolas en su uso correcto, es fundamental para bajar la incidencia de plagas.

Gráfico 1

Fluctuación poblacional de mosquita blanca de los invernaderos en Estación de monitoreo A (con malla anti-insectos) y B (sin malla anti-insectos), v/s la fluctuación del territorio del Valle de Quillota.



Fuente: Plataforma digital Ceres MTI.

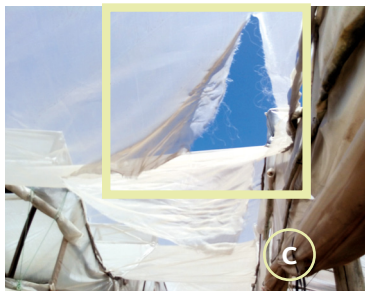


Figura 1:

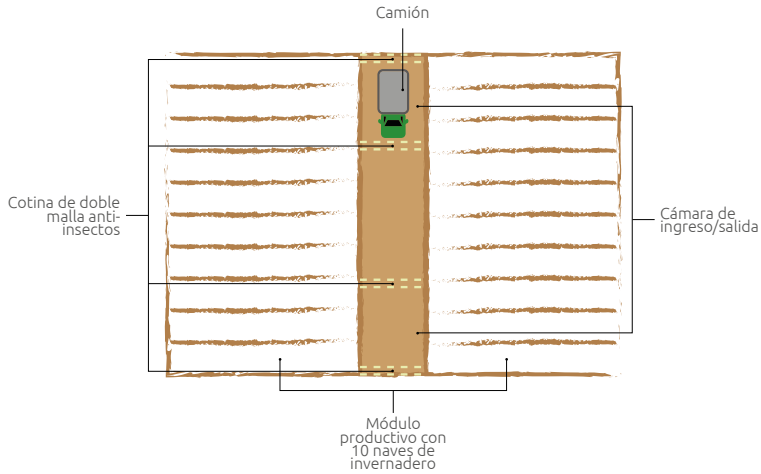
Registro fotográfico del mal uso de malla anti-insectos.
 A) Apertura total de invernaderos en periodo de cosecha.
 B) Módulo de producción sin malla en ventanas y lucarnas.
 C) Módulos de producción con mallas rotas que permiten la entrada de insectos.

Fuente: Equipo MTI.

B Cámara de Ingreso/salida

Para obtener mejores resultados con el uso de malla anti-insectos, se recomienda construir una cámara de ingreso a los módulos de producción. Esta antesala debe tener una puerta en cada extremo, elaborada por una cortina de doble malla, la que permite que al ingresar personas o vehículos, queden en el interior de ella.

Las puertas se deben mantener siempre cerradas para impedir el contacto entre el interior y el exterior del módulo de producción.



Esquema 1: Cámara de ingreso/salida entre dos módulos productivos de 10 naves de invernadero cada uno.

Cada sistema productivo, debe idear manejos simples y eficientes, que ayuden a cumplir con la hermeticidad del módulo de producción; sin entorpecer las labores de los trabajadores.

A modo de ejemplo en la figura 2 se muestra una cortina de doble malla anti-insecto, en donde se instalaron pesos en sus extremos con el objetivo de generar un cierre rápido de la entrada y con ello facilitar y hacer más eficiente el trabajo de campo.

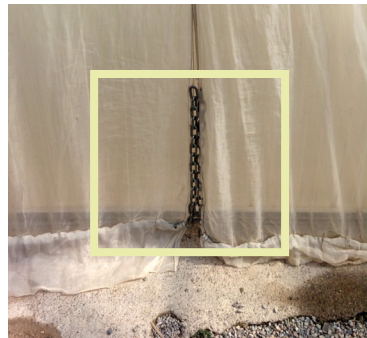


Figura 2: Cortina de doble malla con pesos en sus extremos que obligan un buen cierre.

Fuente: Equipo MTI.

EVALÚATE TU MISMO

En este proceso de transición hacia la sustentabilidad, es muy importante realizar un constante análisis del estado de su sistema productivo. Autoevalúate y detecta las deficiencias de tus invernaderos. Disminuye las brechas de tu producción mejorando las **Medidas Preventivas**.

ESCALA DE EVALUACIÓN

1

No realizan medidas preventivas.

2

Se ha tenido la intención de realizar medidas preventivas.

3

Se ha implementado medidas preventivas sin constancia.

4

Se ha implementado medidas preventivas con buenos avances.

5

Se implementan medidas preventivas con total éxito.

Autoevalúate eligiendo el número que más te represente de la escala de evaluación. Luego registra y grafica este número en el ítem "Califica tu protocolo" (página 32).

AUTO EVALUACIÓN

OBSERVACIONES

2. MEDIDAS CULTURALES

Se entiende como manejo cultural a todas las actividades de mantenimiento o cuidado que se llevan a cabo a lo largo del cultivo. El objetivo principal de estas actividades, es darle al cultivo un ambiente confortable para su desarrollo.

Para bajar la incidencia de insectos plagas y con ello disminuir el número de aplicaciones fitosanitarias, existen labores culturales que se deben implementar en los sistemas productivos, estas son: manejos de restos vegetales del cultivo, uso de trampas de captura de insectos y deshoje de las plantas.

A Manejo de restos vegetales del cultivo

Se ha demostrado que los insectos plagas, mantienen su desarrollo en los restos vegetales del cultivo, entendiendo estos últimos como los desbroses, deshojes o arranque de plantas al término de la producción.

Investigaciones realizadas en mosquita blanca de los invernaderos, han demostrado que el cuarto estado ninfal continúa su desarrollo en restos

vegetales del cultivo de tomate (trabajo no publicado MTI). Algo similar ocurre con la polilla del tomate (*Tuta absoluta*) estudios realizados por Navarro *et al*, (2012) demuestran que la incidencia de este insecto, está altamente relacionado con la gestión de los residuos vegetales y recomiendan mantenerlos tapados al menos 3 semanas, para minimizar la dispersión de la plaga y la colonización de otros cultivos de tomate.



Figura 3:

A) Sistema productivo con restos vegetales del cultivo anterior en pasillo central. Estos restos se mantuvieron 2 meses fuera de los invernaderos y el cultivo nuevo partió con una alta incidencia de polilla del tomate lo cual se ve reflejado en la imagen B).

Fuente: Equipo MTI.

El agricultor debe generar en su sistema productivo un plan de manejo de restos vegetales, esto involucra retirar a tiempo los residuos de plantas, acopiarlos y compostarlos.

En caso de no poder realizar esta última labor, se puede externalizar, sin embargo en el periodo de espera al retiro de los restos vegetales; se deben tapar para así evitar la emigración de la plaga hacia los cultivos.

Figura 4: Contenedor con restos vegetales tapados con malla rashed.

Fuente: Equipo MTI.



B Uso de trampas

Los cultivos de tomate bajo invernadero son altamente susceptibles al ataque de plagas provenientes de otros invernaderos, ya sea de predios aledaños o de módulos productivos del mismo sistema. Es por esto que, el uso de trampas para controlar la incidencia de insectos es fundamental en este proceso.

A continuación se presenta una estación de monitoreo que muestra un aumento poblacional de polilla del tomate en los puntos A y B (color verde y azul respectivamente), durante el mes de noviembre (ver gráfico 2). Esta alza poblacional coincide con el arranque de plantas de tomate realizada en otros módulos de producción del mismo sistema productivo.

Gráfico 2: Fluctuación poblacional de Polilla del Tomate en Estación de monitoreo.



Fuente: Plataforma digital Ceres MTI.

Con el fin de disminuir el ataque de insectos proveniente de otros cultivos, es importante, además de las medidas preventivas, instalar trampas de captura que dificulten su ingreso. Dentro de las trampas más utilizadas tenemos trampas y bandas cromáticas amarillas para mosquita blanca de los invernaderos y trampas de feromona con placas adhesivas o con luz UV, para polilla del tomate (figura 5 y 6).



Figura 5:

Trampas cromáticas amarillas para captura de mosquita blanca de los invernaderos en dos formatos:

A) Bandas cromáticas implementadas entre los postes del módulo y B) Trampas cromáticas individuales colgadas entre los pasillos de plantación.

Fuente: Equipo MTI.

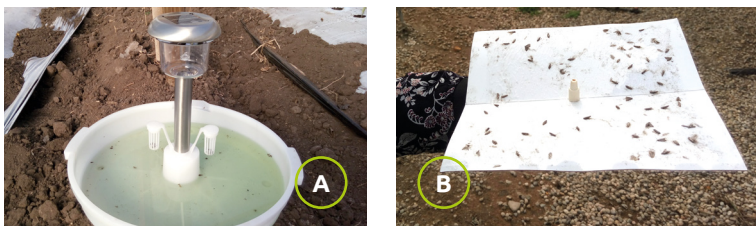


Figura 6:

Trampas de feromona para captura del polilla del tomate en dos formatos. A) Trampa de luz UV con fuente de energía solar fusionada con feromona – captura de hembra y macho-

B) Trampa de feromona en placa adhesiva – captura de machos-

Fuente: Equipo MTI.

Las trampas de captura se establecen una vez que se han terminado las labores de suelo y antes de plantar el siguiente cultivo. Se debe reforzar con una mayor cantidad de ellas en aquellos sectores en donde se observe una mayor presión del insecto. A lo largo del cultivo, las trampas se deben mantener dentro de los módulos de producción siempre chequeando su correcto funcionamiento y eficacia.

Las trampas de control se potencian con las trampas de monitoreo.

Estas últimas gracias a un constante registro, permiten evaluar la fluctuación poblacional de los insectos y los puntos de mayor incidencia de la plaga, esto último es abordado con más detalle en el punto N°3 del manual. A continuación se muestra la tabla 1, que especifica el número de trampas por hectáreas necesarias según el objetivo y la plaga en cuestión.

Tabla 1: Número de trampas/hectárea según uso e insecto plaga dentro del invernadero

Insecto plaga	Nº trampas/hectárea en invernadero	
	Control	Monitoreo
Mosquita Blanca de los Invernaderos	20*	10
Polilla del tomate	8	2

* No se han realizado estudios que especifiquen esta cantidad, ésta es una recomendación que se debe seguir evaluando ya que depende, además del umbral de acción de cada invernadero.

OBSERVACION MTI

Muchos insectos benéficos son atraídos por el color amarillo, al igual que la mosquita blanca de los invernaderos. En caso de observar una gran cantidad de insectos benéficos en trampas y una baja incidencia de la plaga, se puede suspender su uso hasta que el monitoreo indique un aumento poblacional de la plaga.



C Deshoje de plantas

Las alta humedad favorece el desarrollo de *Botrytis sp.*, agente causal de la podredumbre gris. Este hongo, de difícil control, es capaz de afectar plantaciones enteras, por lo general ataca plantas débiles que suelen presentar heridas provocadas por insectos, accidentes mecánicos y/o la cosecha o poda deficiente. También puede pasar del material muerto a los tejidos sanos, otra razón de peso para tener un buen manejo de los restos vegetales. El uso de malla anti-insectos, sin un adecuado manejo de ventilación del invernadero, puede generar predisposición del cultivo ante esta enfermedad.

Eliminar las hojas viejas del cultivo, ayuda a airear la parte baja de la planta generando una buena ventilación,

además elimina estados juveniles de las plagas (Figura 7).

Es importante destacar, que la poda o deshoje de la planta se debe hacer con un cuchillo o tijera afilada, dejando la herida lo más pequeña y lisa posible (Figura 7B). En caso de que halla una infección, ésta se trata con un compuesto de cobre aplicado con una brocha en la herida de la planta; en épocas de mucha humedad se debe controlar semanalmente (Robledo *et al.*, 2009). Es importante que las herramientas utilizadas para realizar el corte, se desinfecten después de su uso para así no seguir propagando la enfermedad.

Figura 7:

- A) Deshoje del tomate a medida que avanza la cosecha
B) Herida sana después del deshoje.

Fuente: Equipo MTI.



EVALÚATE TU MISMO

En este proceso de transición hacia la sustentabilidad, es muy importante realizar un constante análisis del estado de su sistema productivo. Autoevalúate y detecta las deficiencias de tus invernaderos. Disminuye las brechas de tu producción mejorando las Medidas culturales **Medidas Culturales**.

ESCALA DE EVALUACIÓN

1

No se realizan medidas culturales.

2

Se ha tenido la intención de realizar medidas culturales.

3

Se ha implementado medidas culturales sin constancia.

4

Se ha implementado medidas culturales con buenos avances.

5

Se implementan medidas culturales con total éxito.

Autoevalúate eligiendo el número que más te represente de la escala de evaluación. Luego registra y grafica este número en el ítem "Califica tu protocolo" (*página 32*).

AUTO EVALUACIÓN

OBSERVACIONES

3. MONITOREO

El monitoreo de insectos, ya sea plagas o benéficos, es una herramienta fundamental para la toma de decisiones anticipada, certera y eficiente. Gracias al proyecto FIA, en el cual se enmarca este protocolo, se comprobó la importancia de esta herramienta, la cual permitió generar análisis y detectar puntos críticos a solucionar.

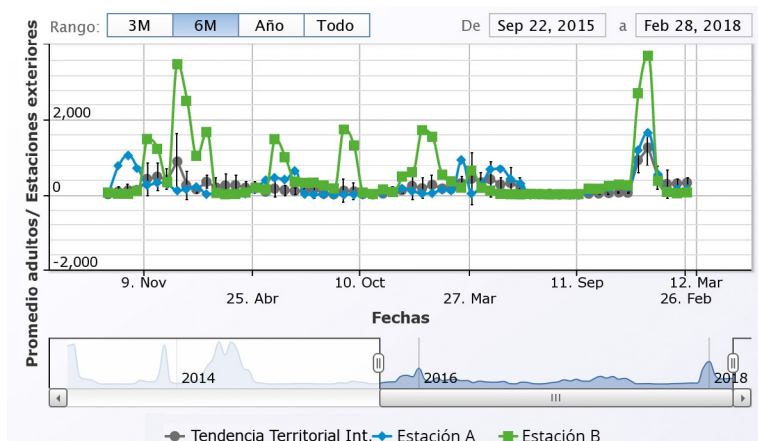
El monitoreo consiste básicamente en la captura de insectos, a través del uso de trampas como se detalla en el punto 2B. Este proceso de captura de insectos debe complementarse con conteo y registros para generar las curvas poblacionales. Con esta herramienta, se puede obtener un historial de la fluctuación poblacional de la plaga, detectar puntos críticos del sistema y visualizar el arribo e ingreso de insectos benéficos al cultivo; facilitando

la comprensión de su comportamiento dentro de la producción.

Dentro de los resultados alcanzados por el programa MTI, en función del proyecto FIA, se ha desarrollado la curva territorial de mosquita blanca de los invernaderos del Valle de Quillota, la que permite al agricultor comparar su estado predial con el comportamiento del territorio (ver gráfico 3).

Gráfico 3

Historial de Fluctuación poblacional de mosquita blanca de los invernaderos en Estación de monitoreo A y B v/s la fluctuación del territorio del Valle de Quillota.



Fuente: Plataforma digital Ceres MTI.

La metodología de monitoreo y las trampas a utilizar, varían según el insecto que se quiera analizar, sin embargo la frecuencia y el punto de toma de datos es algo constante en el tiempo. Esta rigurosidad, hace posible obtener datos en tiempo real y a generar sistemas de alerta temprana que ayuden al agricultor a actuar de forma preventiva. Adicionalmente, este registro permite determinar el sector del sistema productivo con mayor presión de plaga, definir desde dónde está ingresando al cultivo y por lo tanto potencia las medias culturales descritas en el punto N° 2.

Un monitoreo integral contiene la toma de datos tanto en el interior, como en el exterior de los invernadero, y la constancia temporal- espacial del muestreo; esto nos da una visión más completa de lo que puede estar sucediendo en el sistema productivo y por lo tanto permite tomar decisiones certeras y confiables (Figura 8).

El monitoreo es una herramienta fundamental dentro de los sistemas productivos, que permite tomar decisiones tempranas, por lo tanto facilita el uso de plaguicidas más inocuos (etiqueta verde) y/o de origen natural, este tema se desarrolla de forma más detallada en el punto N°4.



Figura 8
 A) Estación de monitoreo con detección de puntos externos que presentan alta presión de plagas (rojos).
 B) Estación de monitoreo con detección de puntos internos con alta presión de plagas (rojos).

Fuente: Plataforma digital Ceres MTI.

A Metodologías de monitoreo

Mosquita Blanca de los invernaderos

La metodología de monitoreo para esta plaga, consiste en dejar las trampas por 24 horas en puntos de monitoreo previamente georreferenciados y fijados desde el inicio, luego se retiran y se cubren con un film plástico, para realizar el conteo de los insectos. El monitoreo se debe realizar con una frecuencia mínima de 15 días. Posteriormente al conteo, el número de individuos por cada trampa debe ser registrado.

En este contexto, el programa MTI ha desarrollado una plataforma digital,

la cual grafica y reporta la fluctuación poblacional del insecto (gráfico 1, 2 y 3).

Polilla del tomate

Su monitoreo se realiza cada 7 días con trampas de luz UV con fuente de energía solar, feromonas o ambas. La elección de los puntos de monitoreo, el conteo y registro siguen la misma metodología propuesta en mosquita blanca de los invernaderos. Se recomienda hacer en cada monitoreo una observación del daño en planta con el objetivo de correlacionar el monitoreo con el daño que produce la plaga.

EVALÚATE TU MISMO

En este proceso de transición hacia la sustentabilidad, es muy importante realizar un constante análisis del estado de su sistema productivo. Autoevalúate y detecta las deficiencias de tus invernaderos. Disminuye las brechas de tu producción mejorando el **Monitoreo**.

ESCALA DE EVALUACIÓN

- 1**
No realiza monitoreo.
- 2**
Se ha tenido la intención de realizar monitoreo.
- 3**
Se ha implementado monitoreo sin constancia.
- 4**
Se ha implementado monitoreo con buenos resultados.
- 5**
Se implementa monitoreo con total éxito.

Autoevalúate eligiendo el número que más te represente de la escala de evaluación. Luego registra y grafica este número en el ítem "Califica tu protocolo" (página 32).

AUTO EVALUACIÓN

OBSERVACIONES

4. — USO DE PLAGUICIDAS DE ORIGEN NATURAL

Actualmente la carga de plaguicidas que tienen los sistemas productivos de tomate bajo invernadero en el Valle de Quillota, está en descontrol. Gran parte de los agricultores, no cuentan con una estrategia de control efectivo frente al ataque de las plagas, obligándolos a realizar este manejo con productos de toxicidad moderada a alta (etiqueta amarilla, azul o roja) y bajo un plan de aplicaciones por calendario, sin análisis de la dinámica poblacional de plagas; ni toma en cuenta su capacidad de manejo predial.

Como se mencionó con anterioridad, la forma de trabajo preventiva no está instalada, haciendo altamente vulnerables a los sistemas productivos. Esta problemática genera soluciones “parches”, que se enfocan en dar cura a un problema específico. Según estudios realizados por el MTI, existen algunos sistemas productivos de tomate bajo invernadero que han llegado a utilizar 24 kg/ha de plaguicidas, en un cultivo de tan solo seis meses. Esta cifra es alarmante ya que, si bien estas producciones de tomates no sobrepasan los límites máximos de residuos y los productores respetan las carencias establecida por el supermercado, de igual forma estamos consumiendo productos con una alta carga de plaguicidas. Por otro lado, hay producciones que se dirigen a mercados en los cuales no hay ningún tipo de exigencia, lo que hace aún más compleja esta situación.

Para realizar un manejo adecuado de insectos, se debe comprender que el

sistema productivo es complejo y todas las medidas a implementar deben ser complementarias entre sí. En ese contexto, la aplicación de plaguicidas naturales no cumplen la función de solucionar el problema fitosanitario, si no que es parte del conjunto de herramientas que este manual plantea. En términos concretos, el agricultor no verá cambios si comienza a experimentar con plaguicidas de origen natural y no ha implementado los manejos preventivos, culturales y el monitoreo descritos con anterioridad. A esto se adiciona, tal como se describirá en el punto N°5, que si no hay una baja en la carga de plaguicidas químicos, el agricultor no obtendrá buenos resultados si quiere realizar un cambio a control biológico.

La tabla 2 entrega, a modo de ejemplo, algunos productos de origen natural para controlar moquita blanca de los invernaderos y polilla del tomate según corresponda.

Tabla 2: Principales ingrediente activo de origen natural disponibles en el mercado.

Ingrediente activo	Grupo químico	Modo de acción	Insectos	Cr*	Re*
Azadirachtina (Aceite de neem).	Extractos de Neem.	Sistémico.	Mosquita blanca de los invernaderos.	0	1
Alicina, thiosulfatos + compuestos azufrados (extracto de ajo y otros vegetales).	Extracto de vegetales.	Sistémico.	Se ha utilizado para control de mosquita blanca de los invernaderos (aves, conejos y otros).	0	0
Limoneno (aceite de toronja/mandarina).	Monoterpenos Monocíclicos.	Contacto.	Mosquita blanca de los invernaderos.	0	4
Éster potásico de ácido graso vegetal.	Tensoactivo.	Contacto.	Estado de larva, estados juveniles y adultos de Mosquita blanca de los invernaderos.	0	0
Saponinas del quillay.	Saponósidos triterpénicos pentacíclicos.	Interrumpe metamorfosis, detergente.	Mosquita blanca de los invernaderos.	0	0
Bacillus thuringiensis.	Biológico.	Ingestión.	Larva de Polilla del Tomate.	0	0
Mezcla de hongos entomopatógenos.	Biológico.	Contacto.	Mosquita blanca de los invernaderos.	0	0

Cr*: Días de carencia.

Re*: Horas de reingreso al lugar tratado.

Al momento de comprar estos productos el agricultor debe consultar sobre la mejor forma de aplicación, dosis correspondiente, entre otros.

Es importante destacar, que la aplicación de productos de origen natural y principalmente aquellos que son de extractos vegetales, siguen siendo plaguicidas, por lo que no se debe descuidar ni abusar de su uso. No hay que olvidar que, algunos de estos productos son igual de dañinos para los controladores biológicos que los pesticidas de origen sintético y es por esto que se destaca que estos elementos, que pueden ser inocuos

a nuestra salud, son una herramienta más para bajar la incidencia de plagas y no buscan ser utilizados como "sustitución de insumos químicos".

Por otro lado, los productos del Grupo Biológico (dos últimas filas tabla 2), son compatibles con los controladores biológicos ya que, al ser en base de bacterias y hongos de naturaleza específica, no los afecta.

Como se observa en la tabla 2 los productos de origen natural presentan días de carencia y tiempo de reingreso al cultivo bajos, siendo muchas veces cero. Esto entrega una ventaja en la logística de producción, ya que hace más eficiente las labores de campo y aumenta la seguridad laboral.

real y su historial, se pueden tomar acciones preventivas; como es la aplicación de productos de origen natural en el instante en el que la población de la plaga comienza a aumentar, tal como indica la flecha roja en los puntos de monitoreo A (color verde) y B (color azul), (ver gráfico 4).

Cuando se conoce la fluctuación poblacional de los insectos en tiempo

Gráfico 4

Fluctuación poblacional de Polilla del Tomate en Estación de monitoreo.



Fuente: Plataforma digital Ceres MTI.

EVALÚATE TU MISMO

En este proceso de transición hacia la sustentabilidad, es muy importante realizar un constante análisis del estado de su sistema productivo. Auto evalúate y detecta las deficiencias de tus invernaderos. Disminuye las brechas de tu producción mejorando las **aplicaciones de plaguicidas de origen natural**.

ESCALA DE EVALUACIÓN

1

No realizan aplicaciones de productos de origen natural.

2

Se ha tenido la intención de realizar aplicaciones de productos de origen natural.

3

Se han aplicado productos de origen natural sin rigurosidad.

4

Se han aplicado productos de origen natural con buenos avances.

5

Se han aplicado productos de origen natural con éxito.

Autoevalúate eligiendo el número que más te represente de la escala de evaluación. Luego registra y grafica este número en el ítem "Califica tu protocolo" (*página 32*).

AUTO EVALUACIÓN

OBSERVACIONES

5. CONTROL BIOLÓGICO

Dentro de la propuesta de manejo insectos, se considera el control biológico como otra herramienta, que debe ser utilizada en la agricultura sustentable. Es importante destacar, que al igual que las aplicaciones de plaguicidas de origen natural, el control biológico no será exitoso en su totalidad, si no están consideradas las otras recomendaciones de este manual. La hermeticidad de los invernaderos, el uso de trampas, el monitoreo, el cese de aplicaciones de plaguicidas de síntesis químicos, son medidas básicas que deben estar implementadas antes de la liberación de fauna auxiliar. Si no se realizan las medidas propuestas el éxito del control biológico no perdurará en el tiempo, constituyendo una pérdida económica para el agricultor.

Cuando hablamos de control biológico, nos referimos preferentemente a dos tipos, el inundativo y el de conservación. El control biológico inundativo, consta de liberaciones periódicas de determinados insectos benéficos para el control de plagas;

por otro lado el control biológico por conservación se enfoca en crear ambientes propicios para el desarrollo de la fauna auxiliar, potenciando la biodiversidad vegetal presente en el entorno de los sistemas productivos.

A Control biológico por inundación

En Chile existe oferta de tres especies de insectos benéficos que controlan las plagas presentes en el cultivo de tomate, estos son: *Trichogrammas nerudaii*, *Trichogramma bactrae*, que controlan de larva de polilla del tomate; *Tupiocoris cucurbitaceus*, que controla todos los estadios de mosquita blanca y además huevos de polilla del tomate.



Figura 9: *Trichogramma*.

Fuente: Biobichos, 2018.



Figura 10: *Tupiocoris cucurbitaceus*.

Fuente: Biobichos, 2018.



Figura 11: *Chrysoperla defreitasi*.

Fuente: Biobichos, 2018.

Trichogramma es una micro avispa que parasita a la polilla del tomate en estado de huevo. La desventaja de este insecto es que a pesar de que en las liberaciones logra controlar, gran parte no es capaz de completar su ciclo de desarrollo, al no poder reproducirse eficientemente en el invernadero. (Agrobio, 2018).

Es por esto que se recomienda, hacer una liberación constante de 3.000 pupas de *Trichogramma* cada 7 días, los primeros 4 meses mientras se establece *Tupiocoris*.

Tupiocoris cucurbitaceus, es un chinche zoofitófago predador de mosquita blanca y huevos de polilla del tomate. En Chile, las liberaciones de este insecto se realizan luego de establecido el cultivo, liberando 2.000 a 3.000 ninfas por hectárea. En cambio, en España, utilizan un insecto similar a *Tupiocoris*, llamado *Nesidiocoris tenuis*, el cual es liberado en forma de adulto en plantinera, siendo este manejo muy exitoso en el control de la plaga.

En Chile se debe evaluar esta metodología, considerando siempre una plantinera que no haga aplicaciones de plaguicidas, de lo contrario el insecto benéfico no se establecerá en el cultivo.

Chrysoperla defreitasi, es un depredador, principalmente de mosquita blanca. Sin embargo su establecimiento en cultivos de tomate es difícil.

Estudios realizados en España indican que no se utiliza *Chrysoperla carnea*, debido a que la larva que cumple con la función depredadora, no presenta buena movilización sobre la superficie de planta del tomate a causa de la gran cantidad de tricomas que este presenta.

En Chile, si bien no es la misma, el comportamiento de *Chrysoperla defreitasi* es similar al de *Chrysoperla carnea* por lo que no recomendamos su uso en campo para cultivo de tomate. Esto último debe ser materia de investigación de las casas productoras de insectos.

B Control biológico por conservación

Conservar y aumentar las poblaciones de insectos benéficos y de preferencia autóctonos, mediante el manejo del hábitat, constituye el objetivo primordial del control biológico por conservación. Los insectos benéficos mejoran su crecimiento, desarrollo, supervivencia y/o fecundidad explorando los recursos vegetales que las plantas ofrecen. En las plantas, la mayor parte de los enemigos naturales no solo encuentran refugio frente a condiciones climatológicas adversas y/o depredadores, también encuentran presas y huéspedes alternativos (Proyecto Recupera 2020a, 2018).

El establecimiento de infraestructuras ecológicas en los alrededores de los invernaderos es una operación destinada a la realización de prácticas más sostenibles en los cultivos hortícolas intensivos. Es conocido que el aislamiento y la pérdida de hábitats semi-naturales reducen la biodiversidad en los paisajes agrícolas con efectos negativos para el control biológico de plagas (Proyecto Recupera 2020b, 2018).

Implementar este tipo de control biológico, no garantiza un control total de las plagas, pero si es una herramienta más para bajar su incidencia en los cultivos. El desarrollo de ambientes propicios, para el desarrollo del control biológico por conservación permite tener mejor respuesta del sistema frente al ataque de insectos plagas provenientes de otros cultivos.

La creación de ambientes propicios, requiere de la elección correcta de las especies vegetales a utilizar, las cuales deben tener las siguientes características:

- Utilizar plantas adaptadas a climas locales, de preferencia autóctonas.
- Usar plantas que no sean reservorios de enfermedades víricas.
- Usar plantas que ofrecen recursos alimenticios, néctar/polen.
- Usar plantas que ofrecen refugio y/o que aportan nectarios extra-florales (glándulas productoras de néctar que físicamente están localizados fuera de la flor).
- Establecer una cascada de floración (especies vegetales que florezcan secuencialmente a lo largo de todo el año).
- Utilizar plantas arbustivas y de preferencia perenne, esto además libera al agricultor de cualquier manejo que se le deba hacer al hábitat.



Figura 12: Unidades de Biodiversidad Funcional, fuera de los invernaderos, Almería, España.

Fuente: Equipo MTI.

El programa MTI, ha establecido Unidades de Biodiversidad Funcional utilizando algunos de los criterios presentados anteriormente. Las plantas utilizadas, se enfocan al uso de especies de la familia de las labiadas y umbelíferas y fueron seleccionadas por la disponibilidad de ellas en los viveros de la zona.

Algunas especies utilizadas son lavandas, tomillo, hinojo, perejil, cilantro, caléndula, romero. El establecimiento de estas especies fue exitoso, atrayendo un gran número de fauna auxiliar fuera de los invernaderos, sin embargo, y tal como lo hemos expuesto en este protocolo, el manejo de insectos es un conjunto de medidas complementarias y en la experiencia realizada no todas ellas fueron implementadas.



Figura 13: Unidades de Biodiversidad Funcional, fuera de los invernaderos, Quillota, Chile.

Fuente: Equipo MTI.



Figura 14: Imagen de distintas plantas utilizadas en Unidad de Biodiversidad Funcional.

Fuente: Equipo MTI.



Figura 15: Diversidad de fauna auxiliar encontrada en Unidad de Biodiversidad Funcional.

Fuente: Equipo MTI.

EVALÚATE TU MISMO

En este proceso de transición hacia la sustentabilidad, es muy importante realizar un constante análisis del estado de su sistema productivo. Autoevalúate y detecta las deficiencias de tus invernaderos. Disminuye las brechas de tu producción mejorando el **control biológico**.

ESCALA DE EVALUACIÓN

1

No realiza control biológico.

2

Se ha tenido la intención de realizar control biológico.

3

Se ha implementado control biológico sin constancia.

4

Se ha implementado control biológico con buenos avances.

5

Se implementan control biológico con total éxito.

Autoevalúate eligiendo el número que más te represente de la escala de evaluación. Luego registra y grafica este número en el ítem "Califica tu protocolo" (página 32).

AUTO EVALUACIÓN

OBSERVACIONES

6. TRABAJO COLABORATIVO

Las recomendaciones abordadas con anterioridad, entregan herramientas concretas para bajar la presión de plagas en el sistema productivo. Sin embargo, esto no se puede llevar a cabo sin considerar a sus actores principales: Los trabajadores agrícolas.

El trabajador agrícola a cargo del cultivo, debiera tener la particularidad que ningún otro trabajador del sistema productivo ha desarrollado, debe conocer con detalle sus plantas y todo lo que sucede en el predio. Es por esto que su labor se debe valorar y potenciar haciéndolo parte de este proceso de transición.

Para ello, el trabajo colaborativo en el sistema productivo es fundamental y el traspaso de información bidireccional entre trabajadores y jefe/trabajador debe ser implementado. Para facilitar esta comunicación, es positivo que en el predio exista un sistemas de cargo, en el que cada trabajador sea responsable de un numero mínimo de 8.000 plantas o ejes por hectárea.

Dentro de las recomendaciones se solicita a los trabajadores que realicen las siguientes actividades para mantener un trabajo colaborativo y eficiente:

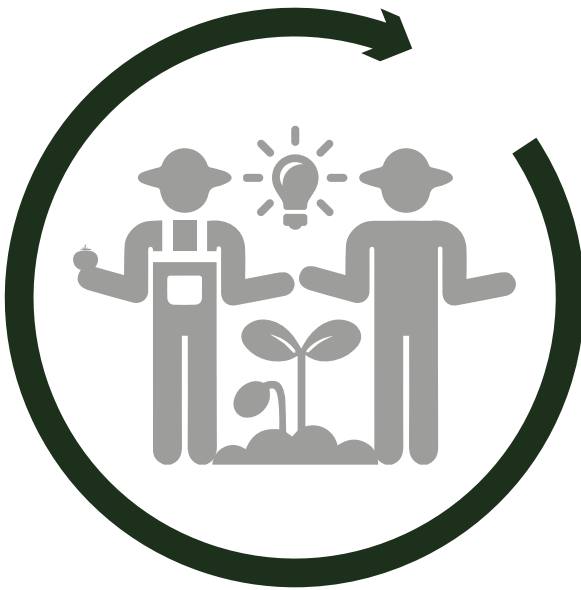
- Capacitación constante del trabajador en reconocimiento de insectos benéficos e insectos plagas.
- Exponer constantemente las curvas de fluctuación poblacional a los trabajadores para que comprendan su importancia y complementen con sus observaciones.
- Establecer un sistema de comunicación eficiente en donde el trabajador pueda informar sobre los eventos que él observa en campo.
- Explicar el objetivo de las medidas preventivas y culturales implementadas, con el motivo de que comprenda el por qué se están utilizando.
- En caso de haber sistema de cuadrilla para la cosecha, capacitar a los trabajadores en la importancia de las medidas preventivas y culturales.
- Informar el uso de productos de origen natural, manifestando la decisión de transición del sistema productivo en post del bienestar laboral y la obtención de productos más inocuos.
- Mantener un cuaderno de campo con registros actualizados de las actividades desarrolladas en el predio.



Figura 16: Capacitación de agricultores en el predio, en donde se muestra la fluctuación poblacional de la mosquita blanca de los invernaderos y que apunta a la comprensión de la importancia de la hermeticidad de la malla anti-insectos.

Fuente: Equipo MTI.

Cada sistema productivo puede crear una metodología eficiente de trabajo colaborativo, a modo de ejemplo, se pueden realizar reuniones de campo de 15 minutos a comienzo de cada semana en donde se conversen estos temas. Las capacitaciones y/o conversaciones deben ser claras, precisas y en tiempo acotado para que no intervengan en la logística y las labores agrícolas.



Esquema 2: Trabajo colaborativo en post de las mejoras del sistema productivo.

EVALÚATE TU MISMO

En este proceso de transición hacia la sustentabilidad, es muy importante realizar un constante análisis del estado de su sistema productivo. Autoevalúate y detecta las deficiencias de tus invernaderos. Disminuye las brechas de tu producción mejorando el **trabajo colaborativo**.

ESCALA DE EVALUACIÓN

1

No existe trabajo colaborativo.

2

Se ha tenido la intención de realizar trabajo colaborativo.

3

Se ha implementado trabajo colaborativo sin rigurosidad.

4

Se ha implementado trabajo colaborativo con buenos avances.

5

Se implementan trabajo colaborativo con total éxito.

Autoevalúate eligiendo el número que más te represente de la escala de evaluación. Luego registra y grafica este número en el ítem "Califica tu protocolo" (*página 32*).

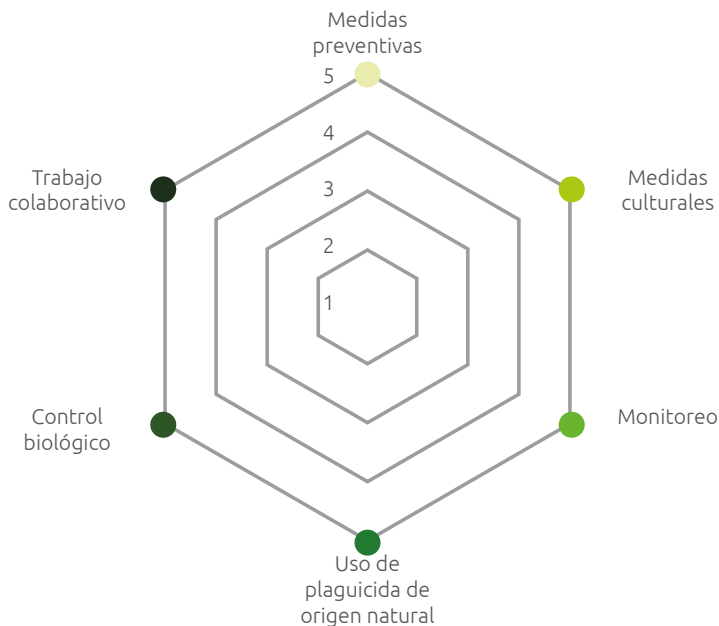
AUTO EVALUACIÓN

OBSERVACIONES

CALIFICA TU PROTOCOLO

Según las evaluaciones realizadas en cada una de las recomendaciones presentadas en el protocolo de manejo, rellena la casilla vacía y registra el valor en el gráfico de telaraña. Esto te dará una dimensión de las brechas de tu sistema productivo ya que mientras más cerca estés de la red nº 5, mejor será el estado de tu sistema. Por el contrario si estas más cerca de la red Nº1, peor será el estado de este.

ÍTEM	EVALUACIÓN	Nº PÁGINA
Medidas preventivas		11
Medidas culturales		16
Monitoreo		19
Uso de plaguicida de origen natural		23
Control biológico		28
Trabajo colaborativo		31



EVALÚA TU MANEJO PREDIAL PARA EL SIMULADOR MTI

Observa las evaluaciones registradas en el ítem anterior y califica tu manejo predial para utilizarlo en el simulador territorial de población de mosquita blanca de los invernaderos, situada en la página:

www.ceresmti.cl/simulador

5

MANEJO PREDIAL BAJO

Obtuve más de
dos evaluaciones
iguales o menores
a 3.

3

MANEJO PREDIAL MEDIO

Obtuve cuatro o
más evaluaciones
iguales a 4.

1

MANEJO PREDIAL ALTO

Obtuve cinco o
más evaluaciones
iguales a 5.

PROFESIONALES DEL PROYECTO



Gustavo Briones Busch
Ingeniero Agrónomo
Director programa MTI
Coordinador de proyecto FIA
gbriones@centrocere.cl



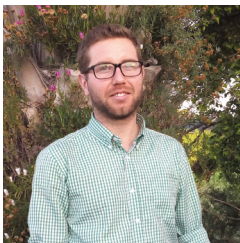
Eugenio López Laport
Ingeniero Agrónomo
Msc. En Ciencias Biológicas
Asesor científico
eugenio.lopez@centrocere.cl



Marta Albornoz Albornoz
Ingeniero Forestal
Dra. Ciencias Agrarias
Investigadora senior del
programa MTI
malbornoz@centrocere.cl



Danitza Milovic Vielma
Ingeniero Agrónomo
Investigadora de programa
MTI
dmilovic@centrocere.cl



Francisco Carvallo López
Ingeniero Agrónomo
Investigador de programa
MTI
fcarvallo@centrocere.cl

PROFESIONALES QUE HAN SIDO PARTE DE ESTE PROYECTO

ASESOR

Pablo Rasmussen

Ingeniero Pesquero
Mg en Economía Agraria
Asesor en desarrollo de la componente económica

Álvaro Urbina

Ingeniero
Mg. en ciencias agronómicas
Asesor en Biodiversidad entomológica

EQUIPO TÉCNICO

Roxana Lebuy

Geógrafo Master en ordenamiento territorial
Dra. En Geografía de Universitat de Barcelona

Pablo Huerta

Geógrafo
Mg (c) Geografía y Geomática PUC

EQUIPO DE APOYO

Makarena Lucero

Ingeniero Agrícola
Apoyo técnico en terreno

Carolina Herrera

Ingeniero Agrónomo
Apoyo técnico en terreno

Dominique Naves

Ingeniero Agrónomo
Apoyo técnico MTI

EQUIPO DE GESTIÓN

Ximena Silva Sánchez

Técnico Universitario en Administración de Empresas

Camila Gratacós

Diseñadora

Marcela Astudillo Gaete

Contador

Regina Brito

Periodista

AGRADECEMOS LA PARTICIPACIÓN DE TODOS LOS QUE HAN SIDO PARTE DE ESTE PROYECTO

ESTACIONES DE MONITOREO QUE HAN SIDO PARTE DE ESTE PROYECTO

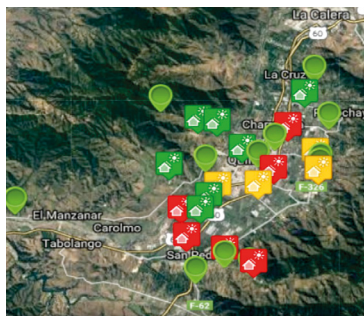
ENCARGADOS DE ESTACIONES DE MONITOREO AGRÍCOLAS

Rolando Carvajal.
Alex Araya.
Ramón Vilchez.
Eduardo Ibarra.
Álvaro Jéldrez.
Mario Benítez.
Alejandra Lobos.
Alejandra González.
Lidia Flores.
Sergio Villarroel.
Pablo Espinoza.
Marcela García.
Gonzalo Silva.
Vicente Peña.
Mariana Silva.
Rodrigo Salazar.
Alberto Bertelsen.
Ricardo Arancibia.
Alejandro Álvarez.
Víctor Vicencio.

INSTITUCIONES PUBLICO/ PRIVADAS DISPUESTAS A FUNCIONAR COMO ESTACIONES DE MONITOREO

Liceo Agrícola. Víctor Olguín.
Escuela Especial Los Paltos
Ministerio de Agricultura.
Oficina del Desarrollo.
Fundo el Grillo.
Escuela Cajón de San Pedro.

ESTACIONES DE MONITOREO



***ESPECIAL AGRADECIMIENTO A LOS AGRICULTORES, EMPRESAS
E INSTITUCIONES QUE HAN PERMITIDO EL DESARROLLO DEL
PROYECTO***

BIBLIOGRAFÍA

- Agrobio, 2018. Empresa Control biológico de plagas y polinización natural. Disponible en <https://www.agrobio.es/>. Consultado el 5 de abril del 2018.
- Biobichos, 2018. Centro de producción de insectos benéficos. Disponible en http://www.biobichos.cl/es_chrysoperla_defreitasi.php#. Consultado el 23 de marzo del 2018.
- Navarro D., Lara L., Aguilar R., Tapia R., Téllez M. 2012. Control Integrado de *Tuta absoluta* en cultivo de tomate de invernadero. 20 pp. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
- Nichols C., 2010. Contribuciones agroecológicas para renovar las fundaciones del manejo de plagas. Agroecología. Vol. 5: 7-22
- Pérez J., Pérez C., Vázquez J., López J., Baeza E., Meca D. 2010. Tecnologías de invernaderos y control biológico. 30 pp. Fundación Cajamar. Almería, España.
- Proyecto Recupera 2020a, 2018. Vegetación autóctona y control biológico: diseñando una horticultura intensiva sostenible. Disponible en: http://www.recupera2020.csic.es/sites/default/files/documentos/ficha_1_hito_2.2.4_0.pdf. Consultado el 25 de marzo del 2018.
- Proyecto Recupera 2020 b. 2018. Diseño de infraestructuras ecológicas en zonas invernadas. Setos perimetrales para fomentar el control biológico por conservación. Disponible en: http://www.recupera2020.csic.es/sites/default/files/documentos/ficha_2_hito_2.2.4_0.pdf. Consultado el 25 de marzo del 2018.
- Robledo A., Van der Blom J., Sánchez J., Torres S., 2009. Control Biológico en Invernaderos hortícolas. Coexphal. España. 178 pp.



En el marco de la iniciativa FIA: "Diseño y construcción de un modelo predictivo multifactorial de la dinámica poblacional de la mosquita blanca de los invernaderos como estrategia territorial de manejo sustentable".



Fundación para la
Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA

CERES
CENTRO REGIONAL DE
INNOVACIÓN HORTOFRUTÍCOLA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO



Gobierno Regional
Región de Valparaíso

