Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

INIA

ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO MALLA ANTIÁFIDO

Editores:
Valeska González F-N.
Rodrigo Sepúlveda M.
Marisol González Y.

50 AÑOS INIA 1964-2014

ISSN 0717 - 4829

BOLETÍN INIA - Nº 293

Ministerio de Agricultura
Gobierno de Chile

INIA

ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO MALLA ANTIÁFIDO

Editores:
Valeska González F-N.
Rodrigo Sepúlveda M.
Marisol González Y.

INIA, Ururi, 2014

BOLETÍN INIA - Nº 293

ISSN 0717 - 4829

El presente Boletín entrega los principales resultados obtenidos en el marco del Proyecto "Mejoramiento de los Sistemas de Producción de Tomate Bajo Malla Antiáfido" realizado entre los años 2011 a 2014, por el equipo técnico de INIA Ururi e INIA La Platina, con financiamiento del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), Región de Arica y Parinacota.

Editores:
Valeska González F-N., Ingeniero Agrónomo.
Rodrigo Sepúlveda M., Ingeniero Agrónomo. Mg. Cs.
Marisol González Y., Ingeniero Agrónomo. M. Phil.

Director Responsable:
Manuel Pinto C.
Ingeniero Agrónomo. Ph. D.
Director Regional INIA La Platina

Boletín INIA Nº 293

Cita Bibliográfica correcta:
González, Valeska; Sepúlveda, R. y González, Marisol. (Eds.). 2014. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA Nº 293, 70 p.

© 2014. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA. Centro Regional de Investigación La Platina, Avda. Santa Rosa 11.610. La Pintana. Santiago, Chile. Casilla 439, Correo 3. Santiago de Chile. Teléfono (56-2-25779100). FAX: (56-2) 25779106.

ISSN 0717-4829

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y los autores.

Corrección técnica:
Paulina Sepúlveda R., Ing. Agr, M. Cs. INIA La Platina
Alejandro Antúnez B., Ing. Agr. Ph. D. INIA La Platina

Corrección de textos:
Marisol González Y., Ing. Agr. M. Phil., INIA La Platina

Diseño y diagramación: Jorge Berrios V. Diseñador Gráfico
Impresión: Salesianos Impresores S.A.

Cantidad de ejemplares: 500

Santiago, Chile, 2014.

Agradecimientos

Los Editores del presente Boletín, desean expresar sus sinceros agradecimientos, en primer término, al SEREMI de Agricultura de la Región de Arica y Parinacota durante el período 2010-2013, Sr. Jorge Alache G., por apoyar y confiar en el equipo de INIA Ururi.

Por otra parte, este trabajo no hubiera sido posible, sin la colaboración y activa participación de los agricultores de los Valles de Azapa y Lluta, y en particular de: Herminia Aguilar, Javier Choque, Virginia Villca, Jaime Marcas, Bernardino Panca, Truffa hnos., Santiago Truffa, María Yucra, Héctor Ocaña y Víctor Castro, donde se realizaron los ensayos y actividades de difusión (días de campo y talleres) que esta investigación requería.

Todo este trabajo no se hubiese llevado a cabo sin la colaboración y el trabajo de: Mariana Rojas en las evaluaciones de campo; Claudia Rojas en identificación de enfermedades en tomate y Rosa Laura Andrade, fitopatóloga mexicana experta en bacterias.

Índice

Introducción _____ 7

Capítulo 1.
Cultivos protegidos:
cultivo de tomate bajo malla antiáfido _____ 9

Capitulo 2.
Programa de riego y fertilización
para tomate bajo malla antiáfido _____ 17

Capítulo 3.
Experiencia de manejo integrado de
plagas y enfermedades en tomate bajo
malla antiáfido en el Valle de Azapa _____ 29

Capitulo 4.
Evaluacion de portainjertos
comerciales en el Valle de Lluta _____ 51

Capitulo 5.
Poda y deshoje en tomate injertado bajo
malla antiáfido en el Valle de Azapa _____ 61

Introducción

El Valle de Azapa es el principal abastecedor invernal de hortalizas de la zona central de Chile, siendo el cultivo de tomate la principal producción. Sin embargo, su favorable condición climática, determina el desarrollo de una agricultura intensiva de desierto, donde la presión de plagas y enfermedades es alta, la escases hídrica es permanente y el uso de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas), elevado. Como una manera de mitigar estos problemas se ha incorporado en forma creciente, el uso de malla antiáfidos o antivectores, en los Valles de Azapa y Lluta, lo cual contribuye de manera importante a velar por la inocuidad de los productos y reducir el uso de productos fitosanitarios.

Si bien, muchos productores han accedido a herramientas de fomento que le han permitido instalar este tipo de barrera físicas (malla antiáfidos), en los primeros años éstos se caracterizan por una baja eficiencia en la producción, debido a problemas que se originan por el desconocimiento de las prácticas de manejo agronómico adecuadas bajo estas condiciones.

La solución para disminuir la brecha productiva de aquellos agricultores que se inician en la producción bajo malla antiáfidos, pasa necesariamente por generar capacidades en el ámbito del uso, manejo y operación de sistemas de riego, fertilización, manejo de plagas y enfermedades. También es necesario realizar ajustes de

distribución y densidad de plantación (francas e injertadas), en función de los rendimientos esperados teniendo en consideración el mercado objetivo.

En definitiva, no sólo basta con implementar el sistema bajo malla antiáfidos si no se cuenta con los conocimientos para realizar el manejo agronómico adecuado del cultivo, pues las prácticas inadecuadas impiden alcanzar el potencial productivo de variedades de tomate indeterminado para el cual está tecnología fue diseñada, con un potencial para desarrollar cultivos de larga duración (+10 meses), +20 racimos y +180 ton ha^{-1} en Azapa y libres de plagas.

Es por ello, que a través del "Proyecto Mejoramiento de los Sistemas de Producción de Tomate bajo Malla Antiáfido", financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), Región de Arica y Parinacota, se planteó mejorar la eficiencia de la producción de tomate bajo malla antiáfidos en el Valle de Azapa. El presente Boletín entrega los principales resultados obtenidos en el proyecto a través de dos años de trabajo de investigación en la Región de Arica y Parinacota realizados por el equipo técnico de INIA Ururi y INIA La Platina.

Valeska González F-N.
Ing. Agrónomo

CULTIVOS PROTEGIDOS: CULTIVO DE TOMATE BAJO MALLA ANTIÁFIDO

Valeska González F-N.
Ing. Agr.
INIA Ururi

Rodrigo Sepúlveda M.
Ing. Agr. Mg. Cs.
INIA Ururi

Alexis Villablanca F.
Ing. Agr. Mg. Cs.
INIA Ururi

La producción de tomate fresco en el Región de Arica y Parinacota, ocupa el segundo lugar de cultivos hortícolas más importantes en la Región en cuanto a superficie, y el primero en cuanto a actividad económica, con una superficie cercana a las 840 hectáreas, siendo la incorporación de tecnologías productivas y el clima las causas de haber logrado posicionar al Valle de Azapa como el abastecedor invernal de tomates y hortalizas para el centro del país (Silva, 2006).

La producción de tomates en el Valle de Azapa, inicialmente se desarrolló al aire libre, en espaldera. Posteriormente, se introdujo el riego por goteo y la utilización de variedades indeterminadas aumentando notablemente la superficie cultivada en el corto tiempo de este cultivo. Sin embargo, a partir del 2008, el cultivo del tomate se ha visto severamente afectado por enfermedades causadas por virus que disminuyen la producción y afectan al cultivo en diferentes estados de desarrollo. Se caracterizan por síntomas de mosaico, hojas enrolladas, frutos deformados, enanismo de las plantas, lo cual afecta severamente el rendimiento (60%), especialmente si son atacadas en los primeros estados de desarrollo. Determinándose dos enfermedades causadas por los agentes virales: *Virus del mosaico peruano del tomate* (PtoMV) y *Virus del estriado de las venas amarillas del tomate* (ToYVSV) en la Región de Arica y Parinacota y cuya principal forma de diseminación son agentes

vectores, pulgones y mosquitas blancas (*Bemisia tabaci* (G) biotipo B.), lo cual ha motivado a los productores a utilizar de manera creciente, estructuras de protección y exclusión como las mallas antiáfidos para el control del problema.

El uso de la malla antiáfidos se considera como la mejor alternativa para el control de insectos plagas, disminuyendo el uso de agroquímicos y evitando la entrada de insectos vectores durante toda la temporada de cultivo, reduciendo la incidencia de virus sobre la producción, favoreciendo el rendimiento y calibre (Sepúlveda *et al.*, 2010).

Considerando las características climáticas de la zona Norte, es el uso de la malla antiáfidos, la cobertura de mayor importancia en la zona, y que es fabricada de polietileno de alta densidad. Se utiliza una malla muy fina, que varía en el tamaño de los orificios (50 mesh de grosor), lo cual significa: 50 orificios en un área de una pulgada cuadrada. En la actualidad, estas mallas presentan cualidades como resistencia luz ultravioleta (UV), alta transmitancia de luminosidad y permite pasar el 50% de la circulación de aire. Según la mayoría de los fabricantes tienen una duración de cinco años.

Adicionalmente, es importante señalar el ahorro de agua para riego de un cultivo bajo malla antiáfidos, debido a que el cultivo no se ve sometido a las deshidratación por viento, disminuyendo la evaporación del agua presente en el suelo, comparado a los efectos que genera sobre los cultivos desarrollados al aire libre (Serrano, 2005).

Según el diagnóstico realizado por INIA en el periodo Septiembre-Octubre 2012 (Rojas y González, 2012), en la Región de Arica y Parinacota, el 57% de los productores de tomate encuestados produce bajo un sistema de producción protegido con malla antivectores, comúnmente conocida como antiáfidos. Sin embar-

go, la inadecuada construcción de estructuras "casa sombra", mal diseño, deficiencias en las puertas de acceso, falta de monitoreo de plagas, enfermedades y riego, impiden que la eficiencia del sistema sea la adecuada. Es por esto que se debe considerar ciertos criterios para un manejo más eficiente en el cultivo de tomate bajo malla antiáfidos como son:

Características de la malla antivector:

Los tamaños de los principales insectos vectores que se deben evitar son los siguientes:

- Áfidos (*Aphis spp.* o *Myzus persicae*): 340 µ (0.13")
- Mosquitas blancas (*Bemisia tabaci*): 462 µ (0.18")
- Trips (*Frankliniella occidentalis*): <192 µ (<0.0075")

Estos insectos son los principales vectores de virus. Por tanto, la malla que se escoja deberá evitar la entrada de éstos y de otros insectos de mayor tamaño.

Instalación de estructuras y diseños:

La instalación de estructuras de protección requiere de una planificación previa, la cual está dada por el tipo de cultivo, los materiales con que se construirá, caminos cercanos y dirección del viento, entre otros.

Al momento de comenzar la instalación de la estructura, deben existir medidas mínimas de seguridad para los encargados de levantar la nave, siendo: sobreesfuerzos, agentes cortantes, caídas de altura y desplome o golpes por objetos, los principales riegos.

La estructura debe tener una construcción hermética, con el fin de reducir al mínimo la posible infestación de plagas.

Se recomienda que la estructura de protección sea independiente de la espaldera de cultivo, porque el aumento progresivo de peso puede hacer colapsar la estructura.

Flujo de aire:

Cuando se cubre la estructura, se restringe el movimiento del aire, y asímismo, la entrada de polvo y basura. El movimiento del aire es directamente proporcional al tamaño de poro de la malla, por lo cual deberá buscarse una malla de un tamaño apropiado, que evite la entrada de los insectos predominantes en la Región. Lo ideal es una malla con poros menores de 300 µ que evite la entrada de los áfidos. Siendo la malla de 32 x 32 hilos por pulgada la que puede brindar ambas características, un buen flujo de aire y a prueba de vectores (Rojas *et al.*, 2013).

Limpieza de la malla:

La limpieza de las mallas facilita el movimiento de aire y alarga su vida útil. La manera más fácil de limpiarlas es lavándolas con agua a presión. Una malla limpia y en buen estado permite un mejor paso de la Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) hacia el interior de la estructura. Además, es importante que la malla tenga una resistencia a los rayos UV, que en la Región, alcanzan índices "extremos" de riego la mayor parte del año (Índice 12 UV-B).

Hermeticidad del sistema productivo protegido:

La malla impide la entrada de los insectos. Sin embargo, es muy difícil asegurar que no ingresen dentro de los sistemas protegidos si existen puertas abiertas o espacios entre las uniones de las estructuras, debido a malos diseños o por no reparar, o aberturas generadas a través del tiempo. Por ello, es importante realizar diseños adecuados al momento de construcción, acordes a la ubicación del terreno, topografía y dirección del viento.

Se recomienda instalar una doble puerta, pues éstas son la principal vía de ingreso de plagas y enfermedades, por lo cual deben ser protegidas con sistemas que controlen adecuadamente el ingreso de los operarios.

La estructura debe contar con una precámara, la cual permitirá que no exista un contacto directo desde el interior del invernáculo con el exterior.

La construcción de la nave debe considerar que las puertas se encuentren ubicadas en el sentido opuesto a la dirección del viento predominante, por ello se recomienda en forma de "L".

Como labor prioritaria para un adecuado manejo de un cultivo protegido, es necesario mantener el control continuo de posibles roturas de cubiertas (malla), las cuales deben ser reparadas en forma inmediata.

El tránsito hacia los sistemas protegidos debe ser restringido sólo al personal y operarios dedicados al cultivo, para reducir el transporte de plagas y enfermedades. Si se transita de un sistema protegido a otro, es importante que los trabajadores cambien de vestimentas, laven sus manos con alcohol gel o cloro al 5% , y hagan uso del pediluvio (ej. Pediluvio seco con Sulfato de Cobre), así como también desinfectar herramientas para evitar el ingreso de agentes patógenos al cultivo.

Eliminación de malezas:

Otro aspecto a considerar es la eliminación de malezas tanto fuera como dentro de la estructura "casa-sombra", pues estas compiten en forma directa por los nutrientes del suelo, agua y luz, y al ser hospederas de plagas y enfermedades, pueden afectar indirectamente al cultivo establecido bajo sistema protegido. Ello debido a que las malezas que se encuentran fuera de la estructura "casa-

sombra", pueden hospedar plagas que pudieran ingresar fácilmente al interior del sistema protegido por cualquier orificio o mal diseño del mismo, provocando pérdidas considerables.

Manejo Integrado de Plagas y enfermedades:

Es importante revisar las plántulas que entran a un sistema de cultivo protegido. Éstas deben estar libres de plagas, galerías y síntomas de enfermedades antes de establecer el cultivo. Por lo mismo, los almácigos deben ser producidos bajo malla antiáfidos y efectuar tratamientos preventivos directamente a los almácigos en las bandejas de speedling con insecticidas y fungicidas sistémicos antes de la plantación, instalar trampas cromáticas adherentes de color amarillo dentro y fuera de la malla, y realizar monitoreos constantes de plantas y trampas para detectar posibles focos y controlar a tiempo.

Para evitar tener condiciones favorables para la proliferación de enfermedades principalmente bajo estas estructuras como *Oídio, Botrytis* y *bacteriosis*, es importante poner énfasis en evitar un riego excesivo, favorecer una buena ventilación y una fertilización balanceada

Riego y fertilización:

Los componentes del sistema de riego deben estar funcionando en buenas condiciones. Ello para asegurar una distribución homogénea del agua de riego, evitando anegamientos y charcos que pueden ser focos de enfermedades fungosas. Es importante realizar un monitoreo constante a través de pautas de mantención a los componentes del sistema y una adecuada mantención de los mismos.

Es necesario realizar análisis de agua y suelo para un buen manejo al momento de preparar la disolución nutritiva y posterior programación del fertirriego. También, se debe controlar los parámetros

básicos tales como conductividad eléctrica y pH. Idealmente importante es evitar la fertilización nitrogenada en exceso, porque provoca excesivo follaje comprometiendo la ventilación adecuada del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Shany, M. 2007. Tecnología de producción bajo cobertura. MASHAV. Ministerio de relaciones Exteriores. Centro de Cooperación Internacional. CINADCO. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola. Israel.

Sepúlveda R., P. (ed.) 2011. Virus trasmitidos por insectos vectores en tomate en la Región de Arica y Parinacota: Situación actual y manejo. Boletín INIA Nº224. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigación Agropecuaria del Desierto y Altiplano, Ururi. Arica, Chile. 64 p.

Silva, M. 2006. Arica, la Almería de Chile. En Red. Chile Potencia Alimentaria. <hppt://www.chilepotenciaalimentaria.cl/content/view/1707/Arica-La- Almeria-de-Chile.html> (Consulta: 30 junio 2014).

Rojas, M.; González, V.; Sepúlveda, R. y Ardiles, S. 2013. Sistemas de exclusión de tomates bajo malla anti vectores. Informativo INIA Ururi Nº73. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Centro de Investigación Agropecuaria del Desierto y el Altiplano, Ururi. Arica, Chile. 4 p.

Rojas, M.; Allende, M. y González, V. 2011. Diagnóstico y propuesta de APL para el subsector hortícola (tomate y pimiento) de la Región de Arica y Parinacota. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigación Agropecuaria del Desierto y el Altiplano, Ururi. Arica, Chile. 82 p.

Villablanca A., y González V. 2011. Recomendaciones para un adecuado manejo de cultivos protegidos. Informativo INIA Ururi Nº52. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Centro de Investigación Agropecuaria del Desierto y el Altiplano, Ururi. Arica, Chile. 4 p.

Villablanca A., y Henríquez G. 2011. Uso de malla antiáfido en el cultivo de tomate. Informativo INIA Ururi Nº51. Insituto de Investigaciones Agropecurias INIA. Centro de Investigación Agropecuaria del Desierto y el Altiplano, Ururi. Arica, Chile. 4p.

PROGRAMA DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN PARA TOMATE BAJO MALLA ANTIÁFIDO

Rodrigo Sepúlveda M.
Ing. Agr. Mg. Cs.
INIA Ururi

Alejandro Antúnez B.
Ing. Agr. Ph. D.
INIA La Platina

Sergio Ardiles R.
Ing. Ejec. Agropecuario.
INIA Ururi

ANTECEDENTES

El riego y la nutrición en el cultivo del tomate son fundamentales para alcanzar buenos rendimientos. La programación del riego puede basarse en el monitoreo de la humedad del suelo, de diversos parámetros de plantas o a partir del monitoreo del microclima del cultivo (Cadahía, 2005).

Los sistemas de riego localizado por goteo, permiten mantener al suelo con un contenido de humedad óptimo (capacidad de campo), adecuado para la absorción del agua por las raíces, al poder entregar agua al sustrato en la cantidad y frecuencia deseadas. La disponibilidad de agua en el suelo ha sido utilizada como criterio básico para la programación durante la realización del proyecto. El umbral de agua en el suelo, queda definido por la capacidad que presenta el perfil del suelo mineral de almacenar agua en un rango en que no exista disminución en el crecimiento y producción del cultivo (Cadahia, 2005).

La capacidad de campo de un suelo, representa el contenido de humedad que se alcanza una vez completamente saturado el perfil del suelo mineral, y drenándose libremente durante unos días. En efecto, partiendo con un perfil de suelo a capacidad de campo, es importante el monitoreo y la utilización de registros para mante-

ner la humedad del suelo, indicando el momento adecuado del próximo riego y la altura de agua que debe reponerse al volumen de suelo para reponer el perfil a capacidad de campo (Yagüe, 2003). Establecer el momento del riego y las dosis, exige controlar el contenido de agua en la zona de raíces sin permitir que descienda por debajo del límite mínimo. Los métodos más empleados para programar los riegos son tres: método del balance de agua en el suelo; métodos basado en parámetros del suelo, y métodos basados en parámetros de la planta (Cadahía, 2005).

Cuando la retención de humedad del suelo es baja, los riegos son más frecuentes y con menor tiempo de duración para evitar que se lixivie la solución nutritiva, evitando al mismo tiempo el estrés de la planta por falta de agua. El primer riego no debe hacerse antes de las 9:00 horas, porque la temperatura de la solución es relativamente baja, lo cual afecta el aprovechamiento de los nutrientes, sobre todo del Fósforo. El último riego no debe aplicarse muy tarde, debido a que al incrementar la cantidad de agua en el suelo, la humedad relativa se incrementa tarde/noche, favoreciendo la presencia de enfermedades (Velasco *et al.*, 2011).

El método basado en parámetros del suelo o la medida del contenido volumétrico de agua en suelo, puede emplearse en programación del riego, utilizando sondas que registran la humedad porcentual (Data Collection System) (**Foto 1**), las cuales se almacenan en un software. Este es un método más laborioso, limitado a trabajos experimentales. En la práctica, la medida de la tensión del agua en el suelo (que es igual al valor absoluto del potencial matricial), es el procedimiento más asequible. Los tensiómetros (**Foto 2**), han sido muy utilizados en los riegos localizados de alta frecuencia. Un tensiómetro, mide la presión con que el suelo retiene el agua, que representa a su vez el esfuerzo que deben hacer las raíces de las plantas para absorber agua. Dicha tensión será mayor cuando menor sea el contenido de agua del suelo y variará con el tipo de suelo (Cadahía, 2005).

Foto 1. Instalación de sonda de humedad EM5b (Data collection system) a tres profundidades del perfil del suelo (20-30-50 cm).

Foto 2. Tensiómetro instalado en módulo de Riego y Fertilización (profundidad de 30 cm).

La interpretación de las lecturas de tensiómetro, según el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos, se observa en la **Cuadro 1**. Sin embargo, en cultivos de hortalizas de invernadero, los umbrales para riego por goteo son inferiores a los que en ella se indican, dependiendo del tipo de suelo (10 a 30 cbares).

Para suelos de zonas áridas o semiáridas, donde existan problemas de salinidad, el buen funcionamiento del tensiómetro implica una mantención del instrumento, cada vez que indique valores errados.

Cuadro 1. Interpretación de las lecturas del tensiómetro según SCS.

Lectura (cbar)	Interpretación
0-10	Suelo saturado o sobresaturado que se puede presentar hasta cuatro días tras un riego. Situación peligrosa cuando existen problemas de drenaje.
11-30	Capacidad de campo. Lecturas bajas para suelos arenosos y altas para arcillosos. Durante este intervalo no se riega para evitar pérdidas por percolación profunda de agua y nutrientes.
31-60	Intervalos de riego: El riego se inicia entre: - 30 y 40 en suelos arenosos a franco-arenosos. - 40 y 50 en suelos francos. - 50 y 60 en suelos arcilloso.
70-80	Es un intervalo de estrés en el que no necesariamente se producen daños para el cultivo; pero el nivel de agua fácilmente utilizable alcanza el límite peligroso para la máxima producción.

La creciente escasez del recurso hídrico, resalta el interés de optimizar su empleo en riegos más adecuados y eficientes, con la finalidad de obtener las máximas producciones. Un riego eficiente implicará a su vez una fertirrigación eficiente, de interés no sólo económico sino medio-ambietal. Sin embargo, una fertilización eficiente, implica equilibrios nutricionales entre los principales macronutrientes (N-P-K-Ca-Mg-S).

El pH de la solución que rodea las raíces es de extrema importancia para un adecuado desarrollo de las plantas. Para medir el pH del agua o de la solución nutritiva, se hace uso de un pHmetro de campo (**Foto 3**), que determina además la CE (Conductividad eléctrica).

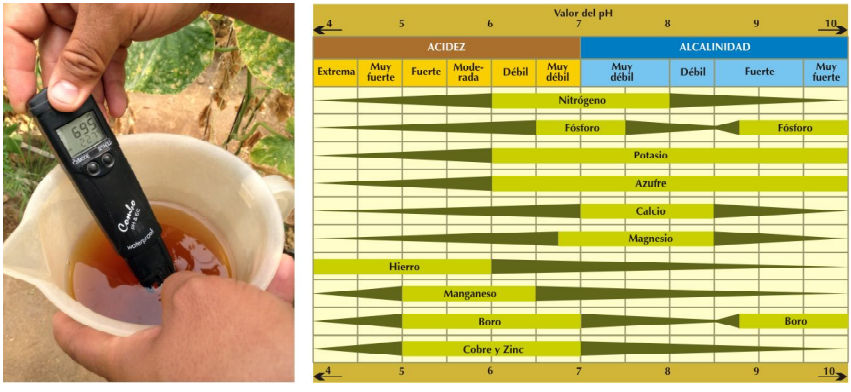

Foto 3. Uso de pHmetro en solución nutritiva e interpretación nutricional.

El pH óptimo en el cual no hay deficiencias nutricionales se encuentra entre 5,5-6,5. Cuando el pH es mayor a 7,0, situación de común ocurrencia en el Valle de Azapa, se induce una disminución en la producción, porque la asimilación de nutrientes no se realiza adecuadamente y se presentan deficiencias de algunos elementos, principalmente de Fósforo, Magnesio, Hierro y Manganeso. Para estos casos, habrá que acidificar el medio utilizando ácido; siendo los más utilizados el ácido nítrico y ácido fosfórico (Velasco *et al.*, 2011).

La conductividad eléctrica (CE), es la capacidad que tiene una sustancia de transmitir electricidad, la cual dependerá del tipo y cantidad de sales que contenga la misma. Un incremento de la CE o salinidad, puede ser prevenido, o corregido mediante un lavado de sales o fracción de lavado, que corresponde a la fracción de agua de riego que debe atravesar la zona radical para desplazar las sales que se acumulan. El requerimiento de lixiviación dependerá de la salinidad del agua de riego y de la tolerancia por el cultivo (Fuentes, 2003).

Las causas que originan el incremento de la salinidad son variadas, destacándose las siguientes:

1. La presencia de fertilizantes insolubles o de liberación lenta.

2. La cantidad de sales aportadas por el agua de riego o la solución fertilizante es superior a las cantidades absorbidas por la planta o las perdidas por lixiviación.

Estas situaciones pueden ser prevenidas en gran parte, conociendo la cantidad de fertilizantes requeridas por el cultivo y evitando las aplicaciones excesivas de abono.

Un buen diagnóstico nutricional requiere de un monitoreo continuo de parámetros visuales del cultivo, acompañado de análisis foliares y de la disolución fertilizante del suelo. Con los parámetros mencionados se puede realizar correcciones de las dosis de fertilizantes a través de los equilibrios iónicos en el sistema de fertirriego (**Figura 1**). Por lo tanto, para el crecimiento óptimo de nuestro cultivo, se requiere que los nutrientes estén en solución en el agua del

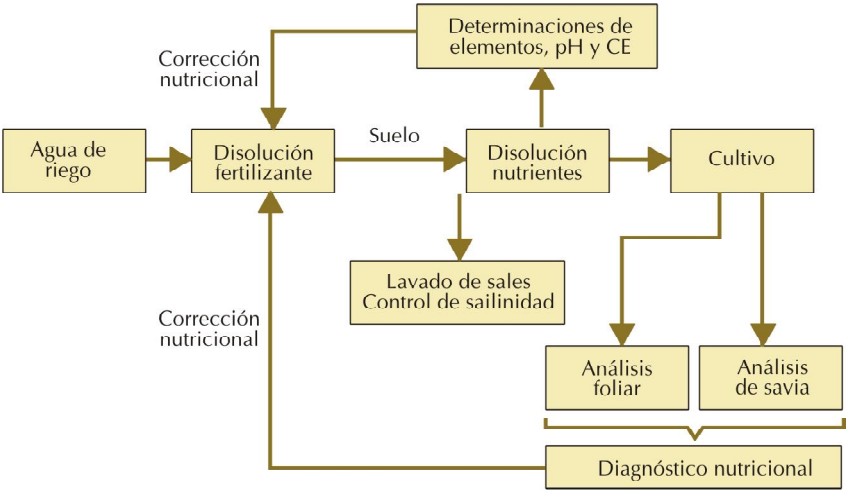

Figura 1. Interacción de la disolución de fertirriego.

suelo, en cantidades apropiadas, equilibradas, y en el momento adecuado (Cadahía, 2005).

En el perfil del suelo mineral, se encuentra la disolución fertilizante que aplicamos diariamente a nuestro cultivo a través de los poros presentes en él, los cuales permiten el desarrollo y la nutrición de las raices del cultivo y toda la actividad del suelo. Esta disolución presente en el suelo, contiene las sales disueltas que aportan nutrientes al cultivo (N-P-K-Ca-Mg-etc), viéndose afectado su crecimiento y desarrollo si la disolución presenta diferencias y/o desequilibrios notables.

El uso de lisímetros de succión (**Foto 4**), pemite la extracción de muestras de la disolución del agua de suelo o agua de poro a distintas profundidades dependiendo del cultivo. A través de esta muestra se puede obtener mediciones tales como: niveles nutricionales, salinidad, conductividad eléctrica y pH.

Foto 4. Instalación y toma de muestras con lisímetros de succión.

Con el objetivo de implementar programas de riego y fertilización que consideren las condiciones edafoclimáticas y fenológicas del cultivo del tomate bajo malla antiáfido en el Valle de Azapa, se evaluaron los siguientes parámetros:

Humedad del suelo mineral: Para la comprobación de los tiempos de riego y la disponibilidad de agua dentro del cultivo, se instalaron sensores de agua en el suelo: (EC-50), registrando el contenido volumétrico de agua en el suelo a tres diferentes profundidades (20-30-50 cm). Mediante el riego, se procuró mantener el suelo a capacidad de campo, que representa un equilibrio entre el agua disponible y la aireación del perfil de suelo. También se instalaron tensiómetros que registran la humedad del suelo en unidad de cbar de tensión en el perfil del suelo mineral. En paralelo, se monitoreó el desarrollo del cultivo.

Caudal de Riego: A través de un totalizador volumétrico instalado en el sistema de riego, se registró la cantidad de agua que entra en el sistema.

Fertilización: De acuerdo al análisis de suelo y agua se realizó un plan de fertilización entregando los principales macronuetrientes (N-P-K-Ca-Mg-etc) y micronutrientes (Fe-Mn-Zn-etc) para el óptimo desarrollo del cultivo. Se realizó la instalación de lisímetros de succión para determinar los niveles nutricionales en el agua de poros presentes en el suelo.

Rendimiento: La producción de fruta se evaluó en cinco metros lineales. Al momento de cosecha se pesó todos los frutos expresando su valor en Kg/m lineal.

Calibre y peso: Se cosechó semanalmente todos los frutos con madurez de cosecha por planta y se determinó su diámetro ecuatorial (mm), utilizando un pié de metro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró un volumen de agua aplicado al cultivo equivalente a 4.783 m^3/ha en un período de 211 días desde el trasplante. Tomando en cuenta la producción total, se obtuvo 1,3 g/L (Producción de 20,74 Kg/m^2 en 130 días de cosecha), para cultivo de tomate injertado (Emperador/Naomi), bajo condiciones de malla antiáfidos en el Valle de Azapa (**Figura 2**).

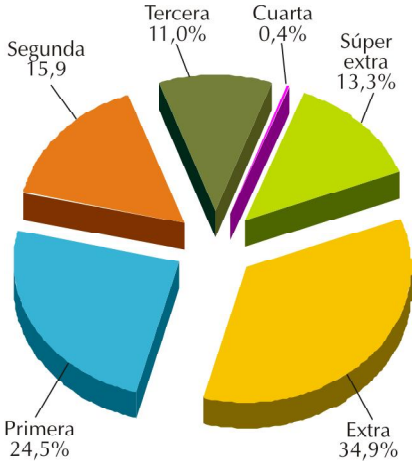

Figura 2. Distribución de calibres porcentuales en cultivo de tomate injertado (Emperador/Naomi). Valle de Azapa, km 21.

El alto potencial de la producción de tomate determina la aplicación de una gran cantidad de nutrientes para compensar la elevada producción de biomasa. La nutrición se explica en función de la participación de los nutrientes en el metabolismo de la planta (Sara *et al.*, 2007). Durante el ensayo se tomó periódicamente muestras de la disolución del suelo con un lisímetro de succión instalado a 5 cm del gotero a una profundidad de 30 cm. Las muestras fueron analizadas por medio de un instrumento de campo "Nutrient Analysis Photometer", el cual indica el contenido de macronutrientes (N-P-K-Ca-Mg) en g/L. Teniendo en cuenta la acumulación de biomasa durante el desarrollo del tomate, Lara (1999), diferenció cinco etapas: crecimiento vegetativo, floración, fructificación, inicio de maduración y maduración. Dado los resultados obtenidos se realizó correcciones en los equilibrios iónicos de acuerdo al estado fenológico y requerimientos nutricionales (**Cuadro 2 y 3**). A su vez, se analizó parámetros básicos tales como la conductividad eléctrica y el pH.

Cuadro 2. Riquezas de los principales fertilizantes usados en el módulo establecido en Valle de Azapa Km 21. Temporada 2013.

Fertilizante	Riquezas	Observación
Nitrato Potásico	13 - 0 - 46	Incremento alto de CE
Nitrato de Calcio	15,5 - 0 - 0 - 26,6	Incremento medio de CE
Nitrato de Magnesio	11 - 0 - 0 - 0 - 15,4	Incremento bajo de CE
Fosfato Monopotásico	0 - 52 - 33	Incremento bajo de CE
Sulfato de Magnesio	16 Mg - 13 S	Incremento bajo de CE
Sulfato de Potasio	0 - 0 - 50 - 46 S	Incremento alto de CE
Fosfato Monoamónico	12 - 60 - 0	Incremento bajo de CE

Cuadro 3. Dosis de elementos nutricionales utilizados (kg/ha) por estado fenológico en tomate injertado. Valle de Azapa km. 21. Temporada 2013.

Nutriente	Establecimiento del cultivo	Floración y cuaja	Desarrollo del fruto	Maduración del fruto	Total kg/há
Nitrógeno		4,7	41,0	624,4	670,1
Fósforo	11,2	14,3	31,8	366,1	423,4
Potasio	9,7	9,0	106,9	1698,4	1824,0
Calcio		13,5	54,6	280,7	348,8
Magnesio		5,5	33,1	118,4	157,0
Azufre		7,3	62,9	47,7	117,9

CONCLUSIÓN

Se obtuvieron rendimientos de 207 ton/há con 72,7% de calibres comerciales (Figura 2) al desarrollar el cultivo en condiciones de riego adecuados a la capacidad de campo y nutrición mineral balanceada. Los Instrumentos de campo ayudaron a mantener los ni-

veles de humedad del perfil del suelo mineral y nutrición adecuado (tensiómetros y lisímetros). Es importante mantener control de los parámetros básicos de un sistema de fertirrigación (CE y pH), porque está directamente relacionado con la disponibilidad de los nutrientes a través del pH y la salinidad del suelo por la CE.

BIBLIOGRAFÍA

Cadahía, C. 2005. Programación del Riego. En Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales". 3ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 681 p.

Mejias de Tafur, S., M. Edgar, I. Estrada S. y M. Margarita Franco. 2007. Respuesta del tomate chonto cultivar Unapal Maravilla, a diferentes concentraciones de nutrientes. Acta Agronómica. 56 (2): 75-83.

Fuentes Yague, J. 2003. La calidad del agua de riego. En: Técnicas de riego. 4ª ed. Ed .Mundiprensa, Madrid, España. Pág. 343-360.

Velasco, E., R. Nieto y E. Navarro. 2011. Nutrición mineral y riego. En: Cultivo del Tomate en hidroponía e invernadero. 3 ? Edición. Ediciones Mundi-Prensa México. Chapingo, México. 125 p. Pág. 49-62.

Escobar, H. 2001. Generalidades del cultivo. Producción de tomate bajo invernadero. Fundación Universidad de Bogotá. P. 13-19.

Lara, A. (1999). Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. Terra 17 (3): 221-229 p.

EXPERIENCIA DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN TOMATE BAJO MALLA ANTIÁFIDO EN EL VALLE DE AZAPA

Valeska González F-N.
Ing. Agr.
INIA Ururi

Paulina Sepúlveda R.
Ing. Agr. M. Sc.
INIA La Platina

ANTECEDENTES

Debido a las favorables condiciones ambientales para la producción de tomate primor , la proliferación de las plagas y enfermedades asociadas al cultivo, y la importante superficie cultivada de tomate en la Región de Arica y Parinacota con 840 ha., es trascendental el Manejo adecuado de las plagas y enfermedades. Prueba de ello, es la incorporación en los últimos cinco años de la malla antiáfidos en el cultivo, llegando actualmente a cubrir cerca del 60% de la superficie cultivada de tomate en los Valles de Azapa y Lluta.

Pero, *¿Qué es Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE)?*. Esta es una estrategia que utiliza diferentes técnicas de control (biológico, culturales, físicas y químicas), que se complementan entre sí, para evitar o reducir el daño que ocasionan una o más las plagas (insectos- enfermedades) en un determinado cultivo. Se les da prioridad a los métodos que, siendo más seguros para la salud humana y el medio ambiente, permiten la producción económica de productos de calidad para el mercado (Estay y Bruna, 2002). Todo programa de MIPE requiere considerar lo siguiente:

- Identificación de las plagas o enfermedades que dañan al cultivo.
- Conocimiento de sus enemigos naturales cuando exitan.
- Utilizar técnicas de detección: Monitoreo de plagas y enfermedades y su registro.
- Utilizar niveles de daño o umbrales de acción, pautas o criterios para la decisión de control.
- Métodos efectivos de control, buscando alternativas al uso de agroquímicos altamente tóxicos.

La incorporación de criterios de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE), en el cultivo del tomate bajo malla antiáfido, utilizando protocolos e información generada en la Región por agricultores, INIA y otras instituciones (Sepúlveda *et al.*, 2002; Villavicencio y Tapia, 2010), son herramientas útiles para mejorar la calidad de los productos, disminuir la presión de aplicación de agroquímicos, asegurar la inocuidad de los productos y en definitiva realizar un manejo agronómico eficiente, rentable, y amigable con el medio ambiente (Sepúlveda, y Rojas, in Villavicencio, y Tapia, 2010).

Considerando estos antecedentes se planteó un ensayo con el objetivo de Implementar un programa de Manejo Integrado de plagas y enfermedades (MIPE), en el cultivo del tomate bajo malla antiáfidos en el Valle de Azapa, para la temporada 2013.

El módulo se ubicó en la parcela del agricultor Jaime Marcas Castro, ubicada en el km 45 del Valle de Azapa, sector Surire.

METODOLOGÍA

Tratamientos:

" Tratamiento testigo (T_0): Manejo de plagas y enfermedades tradicional del predio.
" Tratamiento MIPE (T_1): Programa de MIPE para tomate bajo malla antiáfido, propuesta INIA.

En el **Cuadro 4**, se observa los tratamientos evaluados en el Módulo de MIPE en tomate bajo malla antiáfido en el Valle de Azapa.

Cuadro 4. Tratamientos de Módulo de MIPE en tomate bajo malla antiáfidos, Azapa 2013.

Temporada 2013	Tratamiento MIPE (T_1)	Tratamiento Testigo (T_0)
Variedad	Naomi/Emperador	Naomi/Emperador
Superficie	3.750 m^2	7.140 m^2
Fecha trasplante	8 de febrero 2013	29 de abril de 2013
Fecha inicio cosecha	91 DDT	72 DDT

La propuesta INIA de MIPE para tomate bajo malla, implementó las siguientes medidas de manejo, en el invernadero correspondiente a T_1:

- Desinfección de suelo.
- Reforzado de puerta, con una doble entrada en forma de L (**Foto 6**).
- Instalación de una precámara en la entrada.
- Restricción del tránsito de personas de un invernadero a otro.
- Monitoreo sistemático e identificación de plagas y enfermedades.
- Se implementó un registros de monitoreo, aplicaciones, Tº y Hº. (**Foto 7**).
- Instalación de Trampas amarillas a la entrada y dentro del invernadero en forma de bandas (**Foto 8**).
- Se instaló un pediluvio y alcohol gel para la desinfección de manos y zapatos al ingreso del invernadero.
- Retiro constante de restos de poda y cosecha del interior del invernadero T_1.
- Desinfección constantes de tijeras de poda y cuchillos con hipoclorito de Sodio, durante la poda y levante de plantas.
- Utilización de insecticidas selectivos.

Foto 6.
Puerta reforzada de invernadero de malla antiáfido, doble puerta en forma de L, para evitar la entrada directa de insectos, con piso de cemento.

Foto 7.
Instrumento de medición continua de Temperatura y Humedad ambiental (Data logger), ubicado al interior del invernadero para el registro de ambas variables *in situ*.

Foto 8.
Trampas amarillas pegajosas, para atrapar adultos de mosquitas blancas en forma masiva, ubicadas en la puerta de ingreso y por el borde del invernadero.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

En el ensayo se realizó las siguientes evaluaciones:

- **Susceptibilidad a enfermedades**. Una vez por semana en cada repetición se realizó un monitoreo de enfermedades, siguiendo la siguiente metodología: se seleccionó tres plantas al azar por cada unidad experimental (tratamiento/repetición). Se evaluó **Incidencia** (presencia o ausencia de la enfermedad) y **Severidad** (grado de la enfermedad presente en cada planta según escala 0 a 4, siendo 0 = planta sana; 1 = 1 a 25% de la planta enferma; 2 = 26 a 50% de la planta enferma; 3 = 51 a 75% de la planta enferma; 4 = 76 a 100% de la planta enferma).

  Además, en cada unidad de investigación se instaló un Data logger (almacenador de datos) que registró temperatura y humedad relativa en forma continua cada una hora. Con los datos registrados y junto al resultado del monitoreo de enfermedades, es posibles predecir problemas causados por enfermedades que puedan afectar el óptimo desarrollo del cultivo.

- **Susceptibilidad a plagas**. Una vez por semana se realizó el monitoreo de plagas por medio de muestreo directo en plantas y a través del uso de trampas de feromonas para la captura de polilla del tomate (*Tuta absoluta* (M.)) y trampas cromáticas amarillas para la captura de adultos de mosquitas blancas (*Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporarorium*) (**Foto 9**). En base al nivel de infestación y estado de desarrollo de las plagas detectadas, se implementó las estrategias de Manejo integrado de plagas (MIP), a través de alternativas de manejo cultural, control biológico y control químico con productos fitosanitarios selectivos.

Foto 9. A). Monitoreo directo de plantas para detección de larvas de polilla del tomate. B). Trampa cromática amarilla con pegamento para monitoreo de mosquitas blancas. C). Cápsula de fermona de Polilla del tomate para captura de adultos machos y trampa con feronoma. D). Agua y detergente para monitoreo de machos adultos de polilla del tomate.

El monitoreo de enfermedades incluyó la identificación, evaluación de incidencia y severidad de la enfermedades encontradas, basado en la información generada por INIA y la Universidad de Tarapacá en la Región (Sepúlveda *et al.*, 2011; Sepúlveda, y Rojas, in Villavicencio, y Tapia, 2010).

Dado la detección de síntomas de enfermedades causadas por bacterias, se incluyó la toma de muestras para la identificación del agente causal, el cual fue enviado al Laboratorio de Fitopatología de INIA La Platina y a la Universidad Católica, además se realizó tres talleres y dos días de campo, para la identificación y manejo de enfermedades en el tomate dirigido a agricultores y alumnos de la carrera técnico agropecuaria (**Fotos 10 y 11**).

Foto 10. A). Interior de invernadero T_1 MIPE INIA. B). Planta de tomate muerta a causa de bacterias. C). Fitopatóloga de INIA La Platina, Paulina Sepúlveda, identificando hongos en tomate.

Foto 11. Reconocimiento de enfermedades de parte del equipo técnico del proyecto junto a la fitopatóloga de La Platina y daño de bacterias en tallo del tomate.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Resultado del Manejo Integrado de Plagas

Las especies de plagas encontradas en ambos tratamientos T_1 (MIPE INIA) y T_0 (Testigo) durante el desarrollo del cultivo, se presentan en el **Cuadro 5**, siendo la polilla del tomate (*Tuta absoluta* (M)) la plaga principal, debido al daño que provoca en los frutos.

Cuadro 5. Insectos y ácaros presentes en Módulo de MIPE en tomate bajo malla antiáfido . Valle de Azapa, km 45 - Temporada 2013.

Especie	Nombre común	Orden	Familia
Tuta absoluta (Meyrick)	Polilla del tomate	Lepidóptera	Gelechiidae
Bemisia tabaci (Gennadius)	Mosquita blanca del tabaco	Hemíptera	Aleyrodidae
Trialeurodes vaporariorum (Westwood)	Mosquita blanca de los invernaderos	Hemíptera	Aleyrodidae
Frankliniella occidentalis Pergande	Trips de California	Thysanóptera	Thripidae
Tetranychus cinnabarinus (Boisd)	Arañita roja	Acari	Tetranychus

Como resultado de los monitoreos de plagas en la **Figura 4**, se observa la presencia de daños de Polilla del tomate (*T. absoluta*) encontrado en ambos tratamientos bajo malla antiáfido. Al igual que en el cultivo al aire libre, esta plaga sigue siendo de importancia económica en el cultivo, lo cual demuestra que se deben extremar las medidas de hermeticidad de este sistema para evitar el ingreso de adultos y especialmente de hembras grávidas. Se registró dos

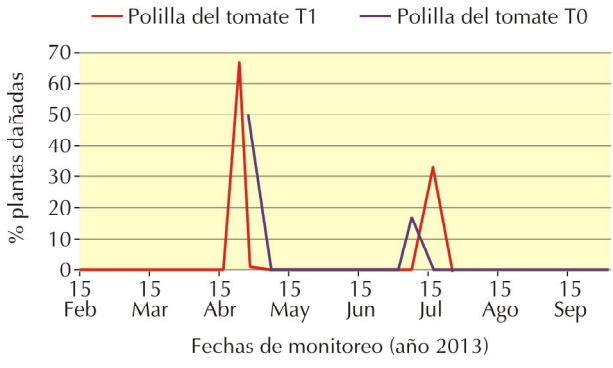

Figura 4. Daño de Polilla del tomate *Tuta absoluta* M., encontrado en tratamientos T_1 y T_0, en módulo de MIPE 2013, Valle de Azapa.

peak de daño: al trasplante e inicio de cosecha del Tratamiento testigo (T_0), y al inicio de cosecha y conducción de plantas (bajada) del Tratamiento MIPE INIA.

Respecto al nivel de población registrado en las trampas de fermonas (**Figura 5**), se registró presencia de ejemplares durante todo la temporada, aumentando ésta hacia el final debido al aumento del tráfico del personal necesario para las labores de cosechas y conducción de las plantas, siendo levemente superior en el tratamiento

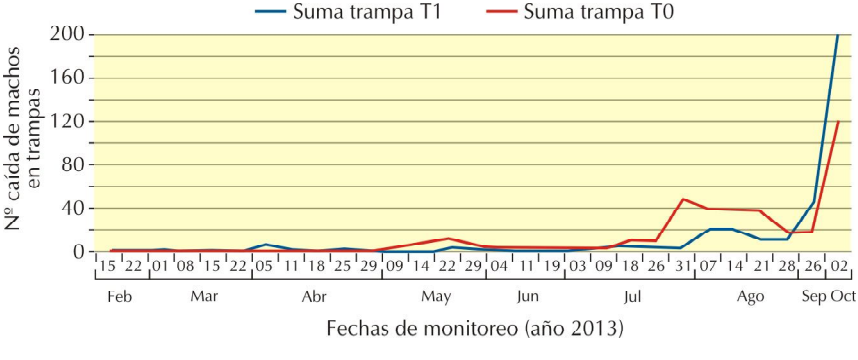

Figura 5. Caída semanal de machos de la Polilla del tomate *Tuta absoluta* M., en tratamientos T_0 y T_1 Módulo MIPE, Valle de Azapa. Temporada 2013.

testigo, dado principalmente por deficiencias en la puerta de acceso (de acceso directo, con puerta descuadrada y cierre no hermético) y mantención de la malla.

En el **Cuadro 6**, se observa las aplicaciones relizadas para el control de polilla (*T. absoluta*), el cual se ve reflejado en el descenso en la caída de adultos en trampa, lo cual mantuvo bajo el nivel de la plaga en el tratamiento MIPE. El producto utilizado fue de baja toxicidad (Etiqueta azul) y se respetó tanto los días de carencia como el período de reingreso al cultivo al momento de la aplicación.

Cuadro 6. Aplicaciones realizadas para el control de Polilla del Tomate en Módulo MIPE. Período Julio-Agosto 2013.

Período de cosecha	Tratamiento MIPE (T_1)	Tratamiento testigo (T_0)
Número aplicaciones	1	0
Tipo de fungicida según riesgo	Etiqueta Azul (Avaunt ia Indocarb)	---

La población de Mosquitas blancas (*Bemisia tabaci*) en ambos tratamientos fue baja (**Figura 6**), siendo en el Tratamiento testigo el nivel de población bajo, pero sostenido menor a dos ejemplares por trampa/semanal. Por el contrario, en el tratamiento MIPE esta condición varió, registrándose cuatro peak a la conducción de las plantas (subida y bajada), y un peak de población de 11 ejemplares por trampa/semanal en plena cosecha. El riesgo que representan tanto las mosquitas blancas (*B. tabaci*) como los trips (**Figura 7**), es por su calidad de vectores de virus .

Prospecciones realizadas entre los años 2009-2010, han permitido identificar altas poblaciones de mosquitas blancas, específicamente *Bemisia tabaci* en cultivos de tomates en los Valles de Azapa, Lluta

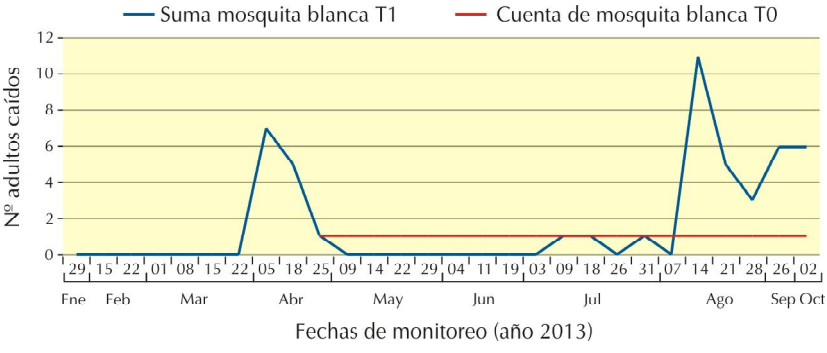

Figura 6. Caída semanal de adultos de mosquitas blancas *B. tabaci* capturadas en trampas crómaticas amarillas en tratamientos T_0 y T_1 Módulo MIPE. Valle de Azapa. Temporada 2013.

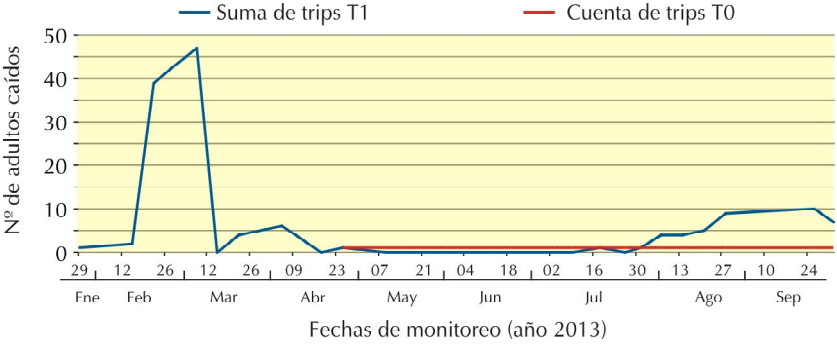

Figura 7. Caída semanal de trips *(Frankliniella occidentalis)* capturadas en trampas crómaticas, en tratamientos T_0 y T_1 Módulo MIPE. Valle de Azapa. Temporada 2013.

y Chaca de la Región de Arica y Parinacota. Por otra parte, análisis del gen mitocondrial COI y marcadores microsatélites, han confirmado la presencia del biotipo B de *B. tabaci* en la Región, biotipo que es considerado como uno de los vectores virales más eficientes. Junto con las poblaciones de B. tabaci, se ha detectado una gran incidencia de enfermedades virales causadas por Begomovirus, el que correspondería al Virus del estriado amarillo de la vena del tomate (ToYVSV) (Sepúlveda. *et al.*, 2011).

Por ello, es importante extremar las medidas de exclusión y trampas a la entrada del invernadero de malla antiáfidos y evitar daños en la malla, para evitar el ingreso de insectos vectores de enfermedades.

RESULTADO DE MANEJO DE ENFERMEDADES

A continuación se presentan las enfermedades encontradas resultado del monitoreo semanal de plantas, en ambos tratamientos T_1 (MIPE INIA) y T_0 (Testigo) durante la temporada 2013 (**Cuadro 5**). Siendo las enfermedades de mayor importancia durante la temporda 2013 la Pudrición gris causada por *Botrytis cinerea* y la pudrición-médula negra causada por complejo de Pseudomonas (*Pseudomonas syringae pv. Tomato*) y *Pseudomonas corrugata* (**Foto 12**).

Cuadro 5. Enfermedades y sus agentes causales presentes en Módulo de MIPE en tomate bajo malla antiáfido. Valle de Azapa, km 45. Temporada 2013.

Nombre/ enfermedad	Nombre científico agente causal	Tipo de enfermedad
Pudrición gris	*Botrytis cinerea*	Hongo
Cenicilla, oídio	*Leveillula taurica*	Hongo
Complejo de pseudomonas/ mancha negra en hojas y daño en tallo	*Pseudomonas syringae pv. tomato; Pseudomonas corrugata*	Bacteria
Alternaria, Tizón temprano	*Alternaria solani*	Hongo

Los resultados de los monitoreos de enfermedades en el cultivo de tomate bajo malla antiáfido, realizados durante el período de cultivo (febrero a septiembre, 2013), se señalan en las Figuras 8 a la 11. De todas las enfermedades presenten en la temporada, las únicas que alcanzaron niveles de incidencia importantes fueron *Botrytis*

Foto 12. Imágenes de enfermedades de tomate encontradas en Módulo MIPE (Azapa 2013), A). Daño de *Pseudomonas spp.* en tallo. B). Daño de *Pseudomonas spp.* en epidermis de tallo. C). Tallo cubierto de moho gris de *Botrytis cinerea.* D). Manchas blancas de moho o polvillo de *Erysiphe spp.*

y *Pseudomonas*. *Botrytis* se presentó a partir del mes de mayo y llegó a niveles de 100% de incidencia en los meses de junio en el Tratamiento Testigo (T_0) y julio en el Tratamiento MIPE (T_1), presentando una severidad menor a 2 (26 al 50% de plantas afectadas) en ambos tratamientos (**Figuras 8 y 9**).

Respecto al control de enfermedades de origen fúngico, este fue dirigido especialmente para el control y prevención de *Botrytis* y *Oídio*, realizándose como se observa en el **Cuadro 6**, un 67% de aplicaciones menos durante el período de junio-julio 2013 en el Tratamiento MIPE, con productos de baja toxicidad (etiqueta verde). En el caso del tratamiento Testigo (T_0) se utilizó productos de baja toxicidad (Azul - Verde) y de alta toxicidad (Bravo ia Clorotalonilo -Etiqueta Roja).

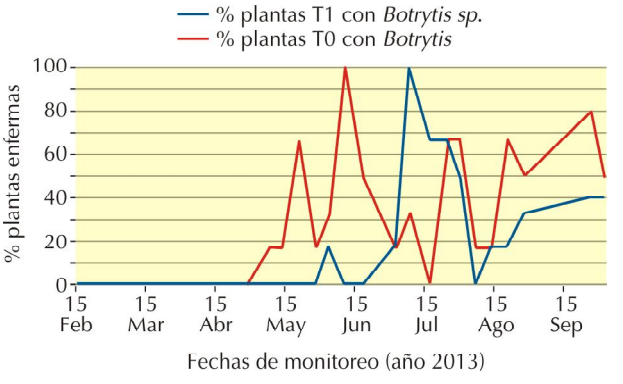

Figura 8. Incidencia de *Botrytis* (%) en cultivo del tomate, tratamientos T_1 (Propuesta MIPE) y T_0 (testigo). Módulo MIPE. Valle de Azapa, 2013.

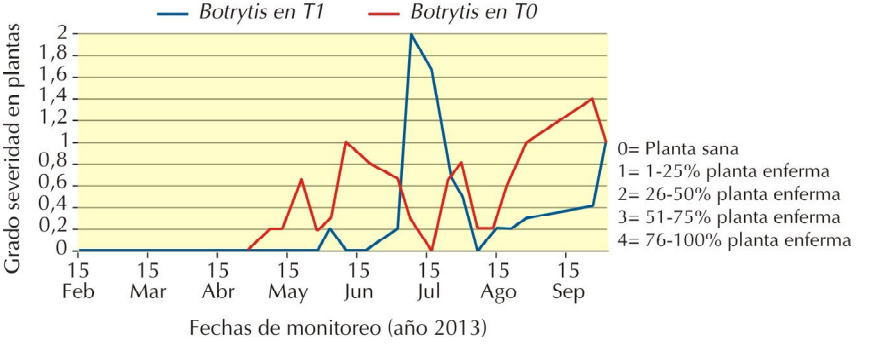

Figura 9. Severidad de *Botrytis* en tomate, tratamientos T_1 (Propuesta MIPE) y T_0 (Testigo) , Módulo MIPE. Valle de Azapa, 2013.

El complejo de enfermedades bacterianas causadas principalmente por *Pseudomonas sp.*, atacó severamente el cultivo de tomate durante la temporada 2013 en toda la Comuna de Arica, registrándose casos en ambos Valles (Azapa y Lluta). La infestación del cultivo en ambos tratamientos se produjo durante la conducción de las plantas, apareciendo en junio en el Tratamiento Testigo (T_0) y en julio en el Tratamiento MIPE (T_1) a raíz del ingreso de trabajadores externos al invernadero. En el tratamiento MIPE se utilizó dis-

Cuadro 6. Aplicaciones realizadas para el control de Enfermedades fúngicas en Módulo MIPE 2013. Período peak de enfermedades.

Período peak enfermedades	Tratamiento MIPE (T_1)	Tratamiento testigo (T_0)
Número de aplicaciones	3	9
Objetivo principal de control	*Oídio*	*Oídio - Botritys*
Tipo de fungicida según riesgo	Etiqueta Verde (Bellis ia boscalid; Timorex gold ia. Aceite de árbol del té)	Etiqueta Azul (Kocide ia Hidróxido de Cobre); Etiqueta Verde (Topas ia Penconazol; Systane ia Miclobutanilo; Bellis ia boscalid; Etiqueta roja (Bravo ia clorotalonilo)
Número de ingredientes activos	2	5

tintas medidas de manejo como: desinfección de herramientas, utilización de guantes y desinfección de manos, aplicación de agroquímicos, entre otros (**Figuras 10 y 11**).

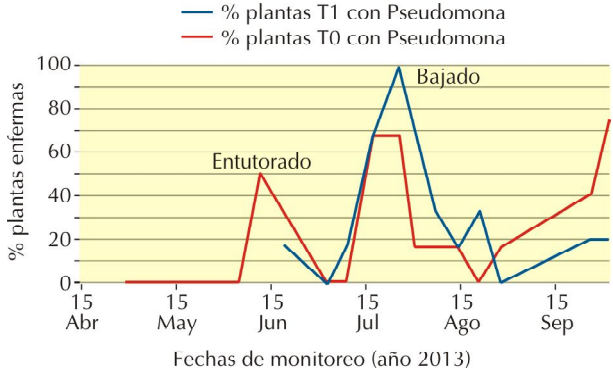

Figura 10. Incidencia de *Pseudomonas spp.* (%) en cultivo del tomate, tratamientos T_1 (Propuesta MIPE INIA) y T_0 (testigo), Módulo MIPE, Valle de Azapa 2013.

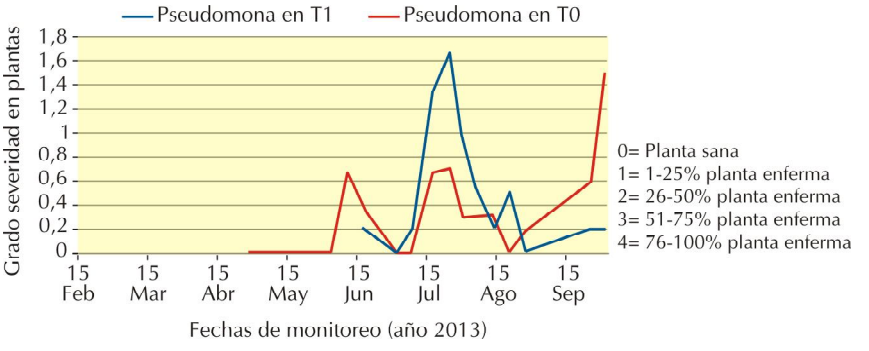

Figura 11. Severidad de *Pseudomonas spp.* en tomate, tratamientos T_1 (Propuesta MIPE INIA) y T_0 (Testigo). Módulo MIPE. Valle de Azapa, 2013.

Dada la severidad del daño que provoca esta enfermedad y su rápida diseminación, su control fue bastante complejo, no encontrando suficientes alternativas para su manejo, por lo cual es importante extremar las medidas de profilaxis del cultivo. Los productos utilizados en el Tratamiento MIPE (**Cuadro 7**), como en el Testigo fueron los mismos, adicionando en el tratamiento MIPE, un producto de origen biológico a base de bacterias.

Durante la temporada 2014, los trabajos estuvieron dirigidos a la capacitación de agricultores y profesionales en torno al manejo de enfermedades causadas por bacterias, organizando una visita y taller con la fitopatóloga Rosa Laura Andrade, especialista en bacterias de México quien dio a conocer herramientas prácticas para el recocimiento de bacterias en campo detectó síntomas de Pseudomonas corrugata, bacteria que causa la Necrosis de la médula del tomate, siendo los síntomas caracteristicos de esta enfermedad la presencia de manchas pardas y difusas sobre tallos. Finalmente los tallos se agrietan y aparecen numerosas raíces adventicias muy cortas desde el interior. Internamente la médula toma un color pardo y de consistencia blanda, terminando por ahuecarse (Sosa, 2013).

Cuadro 7. Aplicaciones realizadas para el control de Enfermedades bacterianas en Módulo MIPE 2013. Período peak de enfermedades.

Período peak enfermedades	Tratamiento MIPE (T_1)	Tratamiento testigo (T_0)
Número de aplicaciones	4	4
Objetivo principal de control	Complejos de bacterias	Complejos de bacterias
Tipo de bactericida según riesgo	Etiqueta Verde (Nacillus ia Bacillus y previbacillus); Amarillo (Phyton ia Sulfato de Cobre);	Etiqueta amarillo (Pthyton ia Sultato de Cobre); Strepto plus Strepto plus
Número de ingredientes activos	3	2

Los síntomas más característicos se observan al hacer un corte longitudinal del tallo principal (**Foto 13**) , en que la médula está hueca, necrosada y oscura (Estay y Bruna, 2002).

Foto 13. Izq. Corte de tallo de planta de tomate con síntomas de *P. corrugata*, médula hueca y Der. Corte de cuello y raíz de la planta en donde se observa necrosis de la médula.

En el **Cuadro 8**, se presenta los principales síntomas asociados a Bacteriosis en tomate.

Cuadro 8. Comparación de síntomas de las principales bacteriosis que atacan al cultivo del tomate.

Síntomas	*P. corrugata*	*Ralstonia solanacearum*	*Clavibacter michiganense*
Tallos	Oscurecimiento desde la base del tallo y ramas laterales		Destrucción de ramas superiores
Médula	Cámara de aire y destrucción	No hay evidencia de destrucción	Destrucción
Turgencia	Pérdida	Pérdida	No hay pérdida
Hojas	Síntomas de deficiencia		Destrucción
Aborto flores	Presencia	No hay evidencia	
Raíz	Entra por raíces laterales o por daño de nemátodos		No hay evidencia

Fuente: Andrade, 2014.

Los métodos de control deben enfocarse a evitar las condiciones que favorecen su desarrollo:

- Evitar una fertilización excesiva de Nitrógeno.
- Propiciar la ventilación de los invernaderos para impedir el exceso de humedad y la condensación de agua sobre los tejidos de las plantas.
- Eliminar los restos de cultivos efectados.
- Limpiar los estanques de agua de riego una vez que se presentó la enfermedad.
- Desinfectar el suelo previo a un nuevo cultivo de tomate en especial en zonas que han presentado la enfermedad.

Los métodos de control están orientados a la aplicación dirigida de productos en base de Sulfato de Cobre al cuello, complementando con aplicaciones de Calcio y Zinc para reforzar los tejidos de la planta. En algunos paises se utiliza para el control de bacteriosis antibióticos aplicado a las plantas, siendo esta última práctica no común en Chile.

CONCLUSIÓN

A través de la implementación del programa de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades propuesto es posible mantener un cultivo sano y disminuir el impacto en el ambiente, teniendo en cuenta la utilización de distintas técnicas de manejo como culturales, físico, química, etológicas y monitoreo constante del cultivo bajo malla y sus alrededores.

Conclusiones de Experiencia en MIPE

- Se implementó satisfactoriamente un programa de MIPE en tomates bajo invernaderos.
- Es necesario extremar las medidas de exclusión con puertas dobles, evitar daño en la malla y restringir el tránsito de personas, para evitar el ingreso de plagas y patógenos.
- Es importante la desinfección constante de herramientas y manos al momento de podar, entutorar o bajar plantas para evitar la transmisión de enfermedades (*Pseudomonas* y virus).
- Por medio de la combinación de distintas técnicas de manejo, así como el monitoreo y detección oportuna de plagas y enfermedades, es factible disminuir daño a los cultivos de tomate bajo malla antiáfido, conservando calidad e inocuidad del cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, R. 2014. Comunicación personal con la fitopatóloga Rosa Laura Andrade en visita a Arica el 26-27 de Mayo 2014.

Andrade, R. 2014. Presentación de taller de enfermades en tomate, Valle de Azapa. Mayo 2014. Empresa Azul Natural.

Estay, P. 2008. Como desarrollar un plan de manejo integrado de plagas (MIP). 1. Curso Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Tomate, Santiago, CRI La Platina, 25 octubre 2001. Serie actas Instituto de Investigaciones Agropecuarias Nº12, Santiago, Chile p. 3-18. Disponible: http://www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR27107.pdf

Estay,P. y Bruna, A. 2002. Insectos, ácaros y enfermedades asociadas al tomate en Chile. Colección de libros INIA Nº7. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago, Chile. 111 p.

Sepúlveda, P. (ed.) 2011. Virus trasmitidos por insectos vectores en tomate en la Región de Arica y Parinacota: Situación actual y manejo. Boletín INIA Nº224. Instituto de investigaciones agropecuarias. Centro de Investigaciones Agropecuaria del Desierto y Altiplano Ururi. Arica, Chile. 64 p.

Sepúlveda F.; Sepúlveda, P., y Morales, A. 2014. Médula negra, nueva bacteria que ataca al tomate en la Región de Arica y Parinacota. Informativo INIA Ururi Nº85. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Desierto y Altiplano Ururi. Arica, Chile. 4 p.

Sosa, A. 2013. Guía para reconocimiento de enfermedades en el cultivo del tomate. Protección Vegetal. Grupo de cultivos extensivos. El Colorado. Argentina. 34 p.

Villavicencio, P. y Tapia, F. 2010. Formulación de sistemas de producción limpia para los principales cultivos del Valle de Azapa. Proyecto Innova Chile de Corfo. Boletín INIA Nº215. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Desierto y Altiplano Ururi. Arica, Chile. 140p.

EVALUACIÓN DE PORTAINJERTOS COMERCIALES EN EL VALLE DE LLUTA

Rodrigo Sepúlveda M.
Ing. Agr. Mg. Cs.
INIA Ururi

Juan Pablo Martínez C.
Ing. Agr. Dr. e
Ing. Biológico Ph.D.
INIA La Cruz

Sergio Ardiles R.
Ing. Ejec.
Agropecuario.
INIA Ururi

ANTECEDENTES

El mejoramiento genético del cultivo del tomate es un reto el cual genera combinaciones de múltiples caracteres deseables en una sola variedad injertada. El uso principalmente de plantas híbridas surge por la necesidad de resistir condiciones adversas potenciando el proceso de mejoramiento genético.

Siendo el cultivo del tomate de gran relevancia en la Región de Arica y Parinacota, abasteciendo en contra temporada a gran parte del país, ha extendido las superficies cultivadas tanto en el Valle de Azapa como en Lluta. A pesar de las similares condiciones climáticas entre ambos Valles, el rendimiento en el cultivo de tomate es muy distinto llegando a las 180 ton há$^{-1}$ año^{-1} en el Valle de Azapa y solo 30 ton há$^{-1}$ año^{-1} en el Valle de Lluta (Albornoz *et al.*, 2007). Esta diferencia es atribuída a la calidad del agua de riego y los suelos.

Para mejorar la eficiencia de la producción de tomates y disminuir la brecha productiva de pequeño y medianos agricultores, se realizó la evaluación de portainjertos comerciales de tomate bajo condiciones de malla antiáfido en el Valle de Lluta, km 27, Sector Linderos (**Foto 14**). Se estableció un jardín de variedades de nueve portainjertos comerciales (**Cuadro 9**). Para el desarrollo del ensayo se utilizó la

Foto 14. Ensayo de "Evaluación de portainjertos comerciales en el Valle de Lluta". Valle de Lluta km 27. Sector Linderos.

Cuadro 9. Tratamientos en ensayo de comportamiento de portainjertos comerciales de tomate en el Valle de Lluta.

Tratamientos	Portainjertos Comercial	Variedad Franca
T1	Arazi	Naomi
T2	Arnold	Naomi
T3	Armstrong	Naomi
T4	Maxifort	Naomi
T5	Multifort	Naomi
T6	Optifort	Naomi
T7	Unifort	Naomi
T8	Beaufort	Naomi
T9	Emperador	Naomi

variedad Naomi como injerto para todo los tratamientos. Las plántulas fueron facilitadas por las empresas Seminis, Syngenta y Rijk Zwaan, siendo trasplantadas el 30 de marzo del 2012. La estructura del sistema de protección o casa sombra estaba cubierta de malla antiáfido o antivectores, en donde se instaló un instrumento de campo para el registro de las condiciones climáticas (T^{o} y H^{o}R).

El sector donde se realizó el módulo de evaluación de portainjertos comerciales de tomate, presenta un suelo franco con altos niveles de materia orgánica (4,2%) y conductividades eléctricas elevadas (6,4 dS m^{-1}) del extracto de saturación del suelo. Wu *et al*. (2004), y Leonardi *et al*. (2004), en cultivos hidropónicos, no detectaron diferencias en el rendimiento hasta niveles de 4,5 dS m^{-1}. Los niveles de Cloruros y Boro (35 meq L^{-1}; 17 mg L^{-1} respectivamente), superan las tolerancias máximas del cultivo, teniendo incidencia en los rendimientos. El agua de riego presenta un pH básico (7,37) con una conductividad eléctrica de 1,5 dS m^{-1}, presentando niveles medios de riesgos de salinidad en el suelo. Es un agua dura (360 mg L^{-1}) con sales disueltas (Sulfatos y Cloruros). Los niveles de Boro son altos (9,5 mg L^{-1}); Ayers y Westcot (1989), señalan que el tomate es una especie tolerante al Boro, desarrollándose bien con concentraciones entre 2,0 y 4,0 mg L^{-1} en el agua de riego, superando la tolerancia máxima en el cultivo del tomate.

El ensayo "Comportamiento de portainjertos de tomate en el Valle de Lluta", tuvo fecha de trasplante el día 30 de marzo del 2012, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. La superficie destinada del ensayo fue de 1.230 m^2 con un marco de plantación de 1,5 x 0,5 m y una densidad de plantación de 1,3 plantas/m^2 (2,6 ejes/m^2). Los tiempos de riego y dosis de fertilizantes fueron recomendados por un asesor privado contratado por el agricultor.

OBJETIVO

Evaluar el comportamiento de portainjertos de tomate disponibles en el mercado bajo las condiciones edafoclimáticas del Valle de Lluta, bajo condiciones de cultivo protegido (malla antivectores).

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Estado fenológico: Una vez por semana y en cada tratamiento se evaluó el estado fenológico del cultivo, registrando los acontecimientos más relevantes (aparición de botón floral, primera flor, cuaja de la primera flor y cosecha de la primera flor).

Susceptibilidad a enfermedades: Una vez por semana en cada tratamiento se realizó monitoreo de enfermedades, siguiendo la siguiente metodología: se seleccionó tres plantas al azar por cada unidad experimental (tratamiento/repetición). Se evaluó Incidencia (presencia o ausencia de la enfermedad) y Severidad (grado de la enfermedad presente en cada planta según escala 0 a 4, siendo 0 = planta sana; 1 = 1 a 25% de la planta enferma; 2 = 26 a 50% de la planta enferma; 3 = 51 a 75% de la planta enferma; 4 = 76 a 100% de la planta enferma.

Susceptibilidad a plagas: Una vez por semana se realizó el monitoreo de plagas por medio de muestreo directo en plantas y a través del uso de trampas de feromonas para la captura de polilla del tomate, y trampas cromáticas amarillas para la captura de adultos de mosquitas blancas. En base al nivel de infestación y estado de desarrollo de las plagas detectadas, se implementó la estrategia de Manejo Integrado de Plagas (MIP), a través de alternativas de manejo cultural, control biológico y control químico con productos fitosanitarios selectivos.

Rendimiento: La producción de fruta se evaluó en cada repetición, cosechando los metros lineales seleccionados. Al momento de cosecha se pesó todos los frutos expresando su valor en Kg/m lineal.

Distribución de calibre y peso de frutos: De los frutos cosechados por metro lineal para evaluación de rendimiento, se evaluó el diámetro ecuatorial, utilizando un pie de metro digital (mm) y peso

por fruto utilizando una balanza digital con precisión de gramo. Se realizó una distribución porcentual (%) de los calibres obtenidos por tratamiento y repetición.

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Existen diferencias estadísticas de los porcentajes obtenidos para los tratamientos. Se observó que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos 1, 2 y 3, correspondientes a los materiales de Syngenta, con 22,8- 20,1 y 20,2% para para calibres de 1º, respectivamente. Se observó que el tratamiento 1 (Arazi), en comparación con los tratamientos del 2 al 9, presentó diferencias estadísticas en cuanto a calibre 1º (**Figura 12**). Siendo el portainjertos que mejor se desarrolló en cuanto a este calibre. Sin embargo, no presenta diferencias estadísticas con los demás calibres de acuerdo a los tratamientos establecidos en terreno.

No hubo diferencias estadísticas de los pesos medios de los frutos (**Figura 13**), para cada tratamiento durante el periodo productivo. Sin embargo, en el mes peak de cosecha (agosto, 2012), el mayor peso medio de los frutos se obtuvo sobre los portainjertos Armstrong y Optifort.

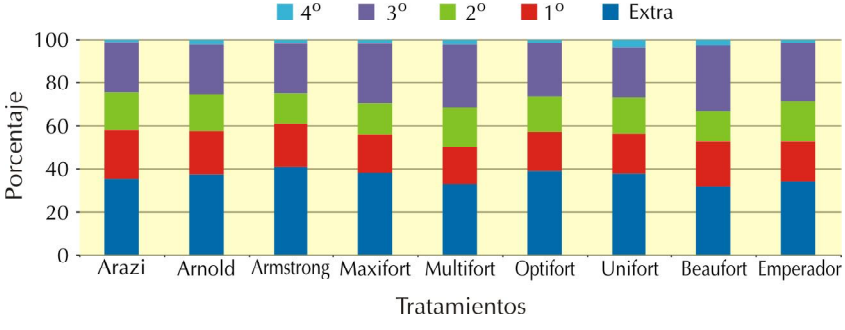

Figura 12. Resultados de calibres porcentuales por tratamientos de portainjertos, Valle de Lluta km 27. Sector Linderos.

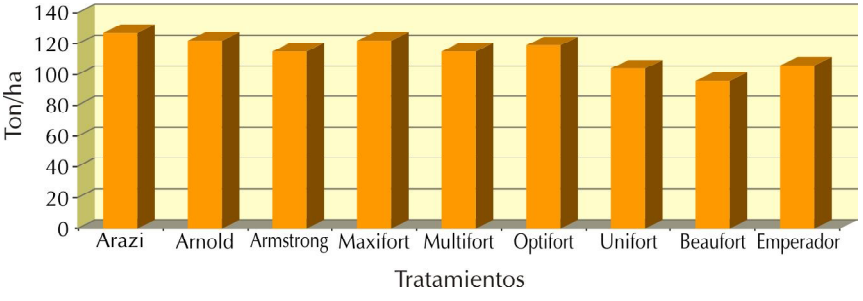

Figura 13. Resultado de rendimiento (ton/ha) por tratamiento, Valle de Lluta km 27. Sector Linderos (Cosecha jun-nov, 2012).

No se presentaron diferencias estadísticas en el porcentaje de materia seca de raices (**Figura 14**), tomadas al final del cultivo en plantas de tomate. Cabe señalar que estas no presentaron síntomas de infestación de nemátodos, enfermedad común en el cultivo del tomate en el valle de Azapa.

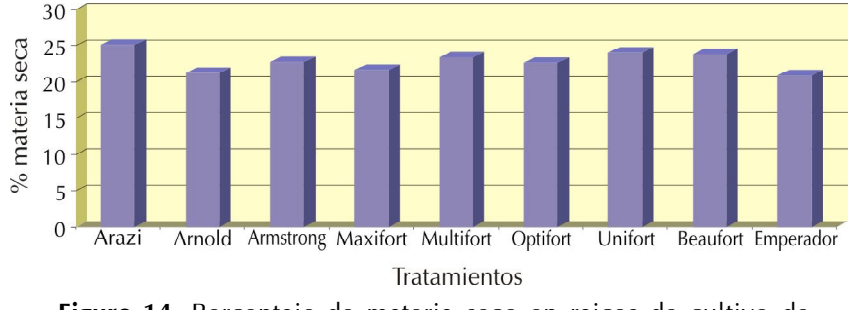

Figura 14. Porcentaje de materia seco en raices de cultivo de tomate en el Valle de Lluta km 27. Sector Linderos.

SUCEPTIBILIDAD DE SALES Y BORO EN HOJAS EN CULTIVO DE TOMATE EN EL VALLE DE LLUTA

Se observó daños necróticos en los extremos de los bordes de hojas para cada tratamiento sobrepasando el 50% de daño (**Figura 15**), debido a sales disueltas presentes en el agua de riego tales como Sulfatos (SO_3^{2-}) y Cloruros (Cl^-). La concentración de Boro en las hojas superó los 400 ppm para la mayoria de los tratamientos (**Fi-**

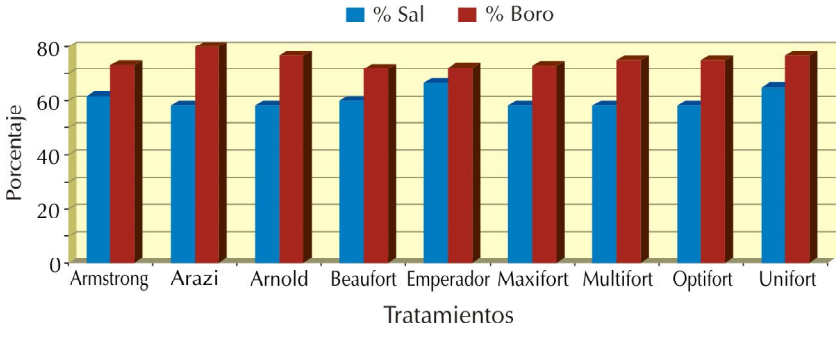

Figura 15. Suceptibilidad a sales y Boro en hojas medidas durante el ensayo en el valle de Lluta km 27, sector Linderos.

gura 16), viéndose afectado sobre un 70% de la superficie foliar del cultivo de tomate. Ayers y Wetscot (1989), indicaron que la toxicidad por Boro se presenta cuando la concentración del elemento sobrepasa los 250 a 300 ppm. Los niveles de Boro en el agua de riego (9,5 mg L^{-1}) acumulan este micronutriente en el suelo mineral a través del riego.

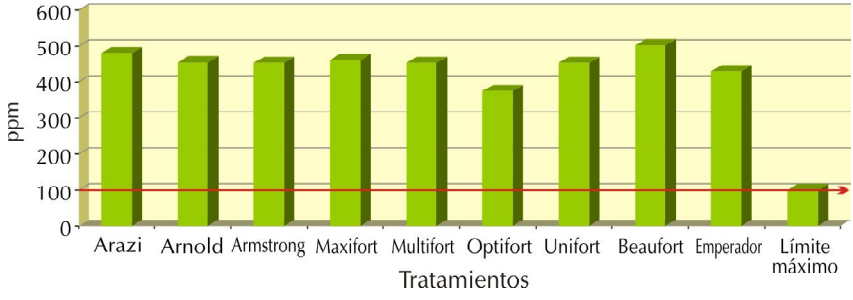

Figura 16. Concentración de Boro en muestras foliares para cada portainjerto (AgroLab, 2012).

De acuerdo a las temperaturas registradas en el sistema bajo malla antiáfido en el Valle de Lluta, se puede observar en el **Cuadro 10**, la precosidad de los materiales (Portainjertos), por la acumulacion de días grados (GDA), siendo los portainjertos más precoces Arazi y Maxifort con 83 días despúes de trasplante y una acumulación de 1.064,2 GDA.

Cuadro 10. Acumulación de días grados para la primera cosecha en portainjertos bajo malla antiáfido. Valle de Lluta, km 27, Sector Linderos.

Portainjerto	Días grados acumulados	Fecha trasplante	Fecha cosecha	Nº días 1 cosecha
ARAZI	1064,2	30-03-2012	21-06-2012	83
MAXIFORT	1064,2	30-03-2012	21-06-2012	83
ARNOLD	1152,3	30-03-2012	28-06-2012	90
ARMSTRONG	1152,3	30-03-2012	28-06-2012	90
BEAUFORT	1152,3	30-03-2012	28-06-2012	90
MULTIFORT	1233,8	30-03-2012	05-07-2012	97
EMPERADOR	1233,8	30-03-2012	05-07-2012	97
OPTIFORT	1370	30-03-2012	19-07-2012	111
UNIFORT	1370	30-03-2012	19-07-2012	111

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en el módulo "Evaluación del comportamiento de Portainjertos comerciales en el Valle de Lluta", los rendimientos obtenidos en el cultivo de tomate injertado fueron superiores a 30 ton há$^{-1}$ año^{-1}. Con referencia a los portainjertos establecidos en el ensayo, no existieron diferencias estadísticas en el desarrollo fenológico y fisiológico del cultivo, debido a que todos los tratamientos presentaron el mismo injerto (Naomi). Sin embargo, podemos observar un mayor porcentaje de calibres de 1º en el material Arazi con diferencias estadísticas (22,8%). Para los demás tratamientos (Arnold, Armstrong, Maxifort, Multifort, Optifort, Beaufort y Emperador), se comportaron similar en calibres sin diferencias estadísticas. Por lo que el tratamientos 1 (Arazi) fue el portainjertos con mejor resultado de rendimiento y calidad de los frutos.

BIBLIOGRAFÍA

Albornoz, F; Torres, A; Luisa, M y Acevedo, E. 2007. Cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) hidroponico con agua desalinizada y desborificada en el Valle de Lluta. REVISTA IDESIA (Chile). 25 (2): 73-80 p.

Ayers, R.S. and Westcot, D.W. 1989. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage paper Nº29. FAO. Roma. 174 p.

Leonardi, C; Martorana, M; Giuffrida, F; Fogliano, V and Pernice, R. 2004. Tomato fruty quality in relation to the content of sodium chloride in the nutrient solution. Acta Horticulturae (659): 769-774.

Wu, M; Buck, J. and Kubota, C. 2004. Effect of nutrient solution EC, plants microclimate and cultivars on fruit quality and yield of hydroponic tomatoes (*Lycopersicum esculentum*). Acta Horticulturae (659): 541-547.

PODA Y DESHOJE EN TOMATE INJERTADO BAJO MALLA ANTIÁFIDO EN EL VALLE DE AZAPA

Rodrigo Sepúlveda M.
Ing. Agr. Mg. Cs.
INIA Ururi

Sergio Ardiles R.
Ing. Ejec. Agropecuario.
INIA Ururi

ANTECEDENTES

La poda, es una práctica cultural que se realiza para obtener plantas bien nutridas y equilibradas. Logra que los frutos no queden ocultos entre el follaje manteniendo el cultivo aireado y libre de condensación, evitando la aparición de enfermedades fúngicas como Oídio *(Erysiphe spp.)* (**Foto 15**).

Foto 15. Oídio en hojas de cultivo de tomate.

Las podas no deben ser excesivas, porque deja el fruto descubierto completamente provocando el conocido "golpe de sol", el cual afecta negativamente la calidad del fruto y asimismo supone una dis-

minución en la cosecha tanto mayor sea la poda (Muro *et al.*, 1994). En el caso de plantaciones con nutriciones desbalanceadas o con deficiencia de algún nutriente esencial, la calidad del follaje no será lo suficientemente adecuada para el buen desarrollo de los frutos, dejando frutos expuestos al "golpe de sol".

La poda más común y recomendada es la eliminación de los brotes laterales del cultivo, dejando libre la guía principal del tomate. En el caso de plantas injertadas, suelen ser dos guías principales (poda de formación). Castilla en 1996, demostró que el incremento en la intercepción foliar de la radicación solar por el cultivo aumenta el tamaño y peso de los frutos, por lo cual en esta operación se debe eliminar todos los brotes secundarios que se desarrollan en las axilas de las hojas para favorecer la intercepción de radiación (**Foto 16**). Esta técnica es conocida como "desmamoneo" que se realiza hasta el final del cultivo.

Foto 16.
Poda de brotes laterales vegetativos (mamones) en cultivo de tomate.

El tamaño del brote secundario a eliminar no debe ser superior a los 5-6 cm de longitud para disminuir las heridas de mayor diámetro, por donde es muy fácil la entrada de enfermedades fúngicas como Botrytis (*Botritis cinerea*), que en condiciones favorables de humedad y temperatura puede atacar severamente el cultivo. Cuando se realiza la eliminación de brotes pequeños, no es necesario el uso de herramienta para su corte, lo cual agiliza la operación. Sin embargo, si el brote es de mayor diámetro, se debe hacer uso de herramientas (ej. tijera podadora), provocando una herida mayor (**Foto 17**) y obligando a dar un tratamiento preventivo con un cicatrizante con efectos fúngicos.

La excesiva manipulación del cultivo supone un mayor riesgo en la transmisión de virus en caso de tener plantas con virosis y, las heridas ocasionadas se pueden transformar en un punto de entrada de enfermedades (Agulla, 1998). El deshoje basal del cultivo, con-

Foto 17. Daño excesivo por poda en brotes laterales de cultivo de tomate.

siste en la eliminación de las hojas inferiores a medida que los frutos de los primeros racimos comienzan a madurar, extendiéndose hasta el término de la cosecha. Serrano en 1996, indica que esta operación está orientada a favorecer la aireación de la planta (**Foto 18**), aspecto a tener en cuenta al momento del control de enfermedades como Oídio y Alternaria. Estas afectan tallos y hojas, especialmente cuando el cultivo presenta un follaje muy denso, contribuyendo a su vez en el control de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), y a mejorar la maduracion de los frutos.

Foto 18. Aireación por poda basal en cultivo de tomate.

La eliminación del brote apical en el cultivo de tomate, es una práctica que se realiza cuando se determina cúal será el último racimo que se planifica cosechar. El despunte favorecerá el desarrollo y cuajado del último racimo y, el crecimiento de los frutos que quedan en la planta, debido a que frena el desarrollo vegetativo, introduciendo un cambio en el reparto de asimilados que son destinados principalmente hacia los frutos, aumentando el calibre de

los mismos. Se recomienda dejar de una a dos hojas por encima de la última inflorescencia para que alimenten y sombreen al último racimo frutal evitando el "golpe de sol".

Para variedades con alta densidad, se debe disminuir el área foliar eliminando hojas laterales. Es aconsejable la eliminación de todas las hojas que se encuentran por debajo del primer racimo cuando la planta tenga la maduración completa del mismo. Las hojas que se encuentran escondidas, al interceptar un menor porcentaje de radiación solar, es recomendable su eliminación. A partir del cuarto o quinto racimo, se recomienda podar también hojas intermedias entre racimos, evitando la eliminacion de hojas que sustentan y entregan el suministro de fotoasimilados hacia los racimos, de lo contrario puede disminuir el calibre del fruto. Normalmente, se debe eliminar el esqueleto del racimo ya cosechado para evitar formación de botones florales que darán lugar a frutos de mala calidad (Escobar *et al.*, 1995). No es recomendable la eliminación de más de dos hojas por guía en cada poda, para no descompensar el área foliar de la planta y a su vez la carga frutal.

OBJETIVOS

Evaluar el efecto del rendimiento sobre dos técnicas de poda (T0 = Poda agricultor y T1 = Poda Septómetro) en el cultivo de tomate injertado bajo malla antiáfido en el Valle de Azapa.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

Largo de entrenudo. Se evaluó semanalmente el crecimiento del entrenudo como estimador del vigor de la planta (tasa de crecimiento) y con ello también la altura de la planta con una cinta métrica.

Uso de radiómetro de barra. A través del uso del radiómetro de barra se realizó la medición de la radiación solar fotosintéticamente activa (PAR), interceptada por el follaje de la planta a medio día. La poda del cultivo se realizó de acuerdo a las mediciones perpendiculares a la línea de plantación en cada repetición.

Rendimiento. La producción de fruta se evaluó en las cinco plantas seleccionadas de cada repetición. Al momento de cosecha se pesó todos los frutos expresando su valor en kg/m lineal.

Calibre y peso. Se cosechó semanalmente todos los frutos con madurez de cosecha por planta y se determinó su diámetro ecuatorial (mm), utilizando un pie de metro y su peso (g) en una balanza eléctrica

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La utilización de malla antiáfido como barrera protectora en un sistema tipo casa sombra en un cultivo de tomate, tiene la desventaja de disminuir la luminosidad que ingresa en el sistema protegido hasta en un 50% (**Figura 17**), esto debido a las partículas en

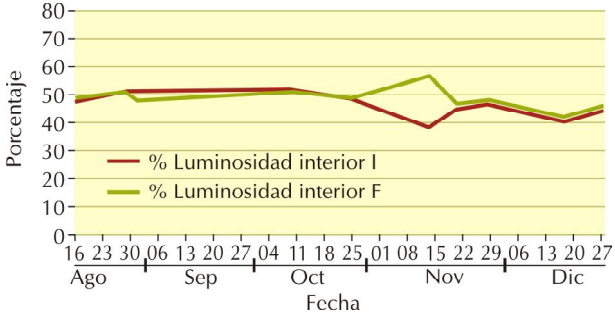

Figura 17. Intercepción de luminosidad en sistema protegido bajo malla antiáfido. Valle de Azapa km 21.

suspensión producto del polvo que se encuentra en el aire afectando directamente el rendimiento del cultivo. Se recomienda el lavado de la malla al comienzo de una nueva temporada para mejorar la intercepcion de luminosidad en hojas activas y aumentar el porcentaje de luminosidad dentro del sistema protegido.

El uso del barómetro de barra, es un instrumento de campo que mide la radiación fotosinteticamente activa (µmol/m^2 s^{-1}) en un área determinada, ya sea dentro del sistema protegido o entre cultivo. A través de este instrumento se determino el número de hojas de acuerdo a su estado fenológico en el cultivo de tomate (**Figura 18**).

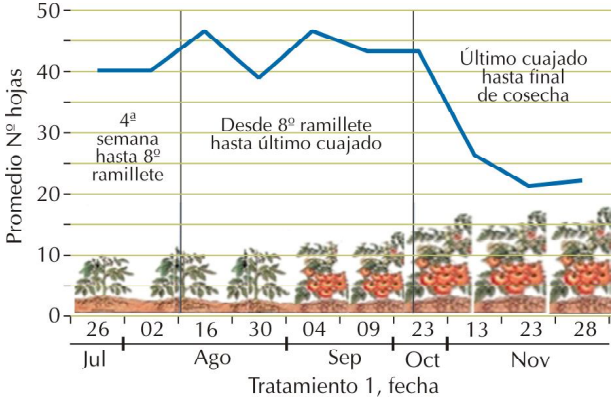

Figura 18. Número de hojas por estado fenológico en cultivo de tomate bajo malla antiáfido. Valle de Azapa km 21.

Se realizó la eliminación de hojas basales y laterales de acuerdo a su estructura fisiológica del tomate. Manteniendo un promedio de 40 hojas desde la 4ta semana hasta el 8vo racimo frutal, posteriormente 47 hojas desde el 8vo racimo hasta el último fruto cuajado y finalmente desde el último fruto cuajado se mantuvieron 22 hojas en promedio por planta.

CONCLUSIÓN

A través de la poda y deshoje se obtuvo sobre un 3,8% de calibres comerciales en relación al testigo (**Figura 19**). Al desarrollar el cultivo con un numero de hojas adecuadas se disminuyó en un 26,44 y 21,06% las enfermedades fúngicas tales como Oídio y Alternaria respectivamente, y en un 3,7% el ataque de plagas como la polilla del tomate (**Figura 20**). Es importante mantener un numero de hojas en equilibrio para obtener plantas bien nutridas y equilibradas, logrando que los frutos no queden ocultos entre el follaje manteniendo el cultivo aireado y libre de condensación, evitando la aparición de enfermedades fúngicas

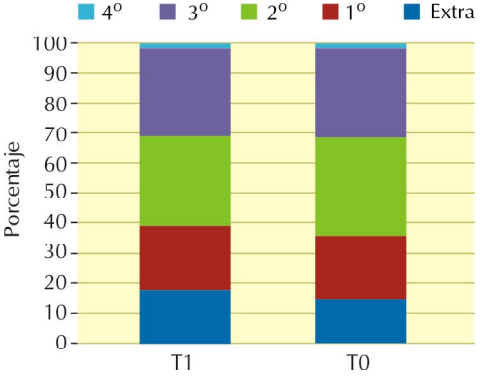

Figura 19. Resultados de calibres porcentuales en módulo de poda y deshoje en cultivo de tomate bajo malla antiáfido. Valle de Azapa, km 21.

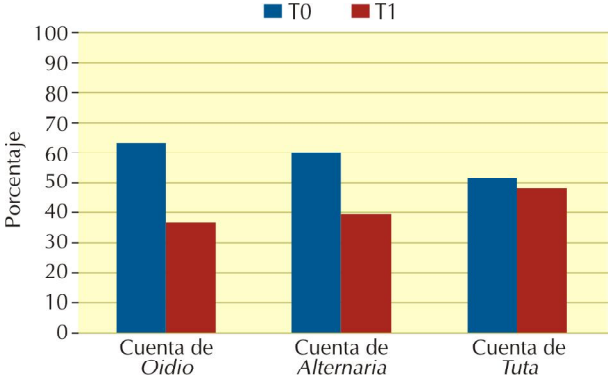

Figura 20. Enfermedades porcentuales presentes en módulo de poda y deshoje. Valle de Azapa, km 21.

BIBLIOGRAFÍA

Agulla, G. 1998. Control de calidad en las hortalizas comercializadas por Cohorsan S.C.A. Proyecto fin de carrera. Escuela Politécnica Superior. Almería. p.118-142.

Castilla, N. 1996. Influencia de la radiación solar en invernadero sobre la calidad de la producción hortícola. En: Producción y calidad del pimiento tipo Lamuyo c.v. Kalifa: respuesta a la fertilización potásica. Proyecto fin de carrera. Escuela Politécnica Superior. Almería. Pag. 6-163

Escobar, I., Berenguer, J.J., Hernández, J. 1995. El tomate Cherry en invernadero. Hortoinformación. 6 p. 27-30

Saavedra, G. Uso de Caolina en Tomate para proceso [En Línea]. Disponible en Web: "http://www.tattersall.cl/revista/Rev193/trazabilidad.htm".

Salas M. Informe sobre la industria Hortícola [En Línea]. 2002. Densidad de plantación, poda y entutorado en cultivo de tomate protegido. pp 100-104. Disponible en Web: "http://www.horticom.com/pd/imagenes/54/796/54796.pdf".

Serrano, Z. 1996. Cultivo del pimiento. En: Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. Ed. Zoilo Serrani. C. Sevilla. p. 433-488.

Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Labores específicas del cultivo del tomate [En Línea]. 2008, pp 1-2. Disponible en Web: http://www.magrama.gob.es/app/materialvegetal/docs/labores_especificas_tomate.pdf

Muro, J.; Collum, R. y Claimon, S. 1994. Efecto de la reducción del área foliar sobre la producción de pimiento (*Capsicum annum* L.). Invest. Agr.: 1-9.

MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TOMATE BAJO MALLA ANTIÁFIDO

50 AÑOS INIA
1964-2014