



MINISTERIO DE
**AGRICULTURA
Y GANADERÍA**



Manual de Cultivos Protegidos

**UNA ESTRATEGIA DE RESILIENCIA ANTE EL
CAMBIO CLIMÁTICO**



Resiliencia y gestión
integral de riesgos
en la agricultura

Con la colaboración del



San Lorenzo, Paraguay
Año 2016



Manual de Cultivos Protegidos

UNA ESTRATEGIA DE RESILIENCIA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Elaborado por:

Ing. Agr. Mirian Beatriz Trabuco, CIBH- IPTA

Ing. Agr. Oscar Guillén, CIBH- IPTA

Ing. Agr. Gregorio Bozzano, CIBH-IPTA

Dr. Hugo Zarza, CIBH_IPTA

Ing. Jean Pierre Perrier, Amangy SRL

Ing. Agr. Graciela Gómez, IICA

San Lorenzo, Paraguay
Año 2016

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2016



Manual de Cultivos Protegidos: Una estrategia de resiliencia ante el cambio climático por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO)

(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Creado a partir de la obra en www.iica.int.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio web institucional en <http://www.iica.int>

Coordinación editorial: Graciela Gómez, IICA

Corrección de estilo: Fernando Díaz

Diseño de portada, Orlando Giménez, IICA

Diagramación: Orlando Giménez, IICA

Imprenta: Gráfica Latina S.R.L

Presentación

La Representación en Paraguay del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), ha elaborado el presente “Manual de Cultivos Protegidos. Una estrategia de resiliencia ante el cambio climático”, con el afán de contribuir a elevar el nivel profesional de los técnicos, así como el de conocimientos de los agricultores beneficiarios de este Proyecto.

En efecto, esta publicación, se enmarca en el Proyecto Insignia Resiliencia, Componente 4. Uso eficiente de agua y manejo sostenible de suelo para una agricultura resiliente al cambio climático, a través del cual se fortalecerá y aumentará la capacidad técnica de la Dirección de Extensión Agraria (DEAg) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y de los productores. Asimismo, el fomento e implementación de medidas de adaptación de la agricultura al cambio climático y de mitigación de sus efectos.

Los efectos del cambio climático en el sector agrario cada vez más se acentúan; por ello son numerosos los países que han adoptado estrategias de mitigación, así como otras de producción sostenible de alimentos, pensando en el desafío de garantizar la seguridad alimentaria de la población del planeta, estimada en 9.000 millones de habitantes para el año 2050.

Este Manual recoge el esfuerzo y el trabajo integrado realizado por técnicos de la DEAg del MAG, Dirección de Comercialización (DC), Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA) y de la empresa Amangy S.R.L, con el apoyo del IICA.

Abrigo la esperanza de que su lectura, análisis y aplicación, contribuya a elevar la productividad de la producción agrícola entre los pequeños agricultores; además de ser una fuente de consulta para estudiantes, profesionales e interesados en este vital tema: un desafío actual que enfrenta la humanidad.

Dr. Ricardo Orellana
Representante del IICA el Paraguay

Índice de Contenido

	PÁG.
ANTECEDENTES	1
CAPITULO I INTRODUCCIÓN	3
CAPITULO II CULTIVO EN AMBIENTE PROTEGIDO	5
CAPITULO III ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN DE CULTIVOS	9
CAPITULO IV PRINCIPALES HORTALIZAS PRODUCIDAS EN AMBIENTE PROTEGIDO	15
CAPITULO V MANEJO DE CULTIVOS BAJO ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN	17
CAPITULO VI MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	27
CAPITULO VII IDENTIFICACIÓN DE ENFERMEDADES - MANEJO INTEGRADO PARA SU CONTROL	36
CAPITULO VIII RIEGO EN HORTALIZAS	51
LITERATURA CONSULTADA	65

ANTECEDENTES

En concordancia con lo establecido en el Plan Estratégico Institucional del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA) 2012-2021 sobre: *Desarrollar tecnologías innovadoras, competitivas y sustentables para el sector agrario; amigables con el medio ambiente, y promoviendo adecuar los resultados de la investigación a niveles comprensibles por los productores*; en el Marco Estratégico Agrario 2014-2018 ampliado del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), sobre *la gestión de riesgos en la agricultura y promoviendo una agricultura competitiva en las líneas de acción, prevención, mitigación y adaptación de los efectos climáticos sobre las personas, bienes, servicios y medio ambiente*, que revisten carácter fundamental; atendiendo la base productiva agraria del país que incluye la producción agrícola por el segmento de la Agricultura Familiar, y con lo previsto en el PMP 2014-2018 del IICA para *apoyar a los países respecto a una agricultura resiliente al cambio climático*, en el 2016 se realizaron acciones de capacitación, en el marco del *Proyecto Insignia Resiliencia, Componente 4. Uso eficiente de agua y manejo sostenible de suelo para una agricultura resiliente al cambio climático*, con el que se contribuye a fortalecer y aumentar la capacidad técnica de la Dirección de Extensión Agraria (DEAg) del MAG y de los productores hortícolas de los Departamentos Central y Villarrica de Paraguay, al fomentar e implementar medidas de adaptación de la agricultura al cambio climático y de mitigación de sus efectos en ella; dando un valor agregado al proyecto de Equipamiento para la Producción Agrícola del Paraguay (EPAP) ejecutado por el MAG.

Dada la limitada experiencia de horticultores miembros de la Agricultura Familiar de Paraguay en este tipo de nuevas tecnologías, el Proyecto Insignia Resiliencia del IICA juntamente con apoyo del IPTA; la Dirección de Comercialización (DC) y la Dirección de Extensión Agraria (DEAg) del MAG, realizó capacitaciones en Unidades Demostrativas (UD), en la propia finca de productores/cooperadores que cuentan con infraestructura proveniente del EPAP, que permitieron visualizar los modelos óptimos a los cuales debe aspirar el pequeño productor hortícola.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La variación de los patrones de precipitación pluvial; el aumento de la temperatura y el incremento del dióxido de carbono (CO₂) atmosférico, son factores relevantes del cambio climático que se han identificado para la agricultura y la seguridad alimentaria. Al darse estas condiciones, sin duda tendrán un impacto potencial negativo en el rendimiento y en la producción de los cultivos. Sin embargo, se espera un efecto muy diferente del cambio climático en la agricultura, específicamente en hortaliza, en función de las condiciones del suelo, de la disponibilidad de recursos hídricos y de la infraestructura de producción disponible para hacer frente al mismo.

En el Paraguay durante los 12 meses del año, el volumen de producción de hortalizas es muy irregular dado que la mayor parte se produce a campo abierto en forma convencional y está expuesta a las condiciones climáticas propias de cada estación. Así la producción se ve muy afectada por factores climáticos tales como: sequía, lluvia excesiva, humedad relativa alta, vientos fuertes, temperaturas extremas: calor, insolación intensa, frío, heladas, granizos, y otros. Estas condiciones climáticas son las que causan una variación estacional en la producción y una variación de precios de los productos muy pronunciados.

Es de señalar que en el país las condiciones climáticas de otoño, invierno y primavera son más favorables para la producción hortícola, lo que favorece la disminución de ataques de plagas, enfermedades y la aparición de fisiopatías (anomalías fisiológicas), exceptuando el peligro de heladas.

Producir hortalizas en verano es totalmente diferente a producir en las otras tres estaciones, debido a las altas temperaturas que se registran en esta estación que siempre va acompañado de lluvias intensas y frecuentes; o de aguaceros que generan un ambiente en donde persiste la humedad relativa alta. La combinación de estos factores: elevada temperatura y humedad relativa alta crea las condiciones propicias para la proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos.

En el país y en la actualidad, el mercado de consumo de hortalizas ha experimentado un crecimiento significativo, con una clientela mucho más exigente en cuanto a calidad e inocuidad. Esto posibilitó que los trabajos de investigación en los rubros hortícolas hayan centrado más su atención en cubrir estas exigencias y que avance aceleradamente hacia nuevos sistemas de producción bajo cobertura y/o ambiente protegido con sistemas de riego y fertirriego.

Está demostrando en el país, que los techos de productividad de los cultivos hortícolas pueden llegar a ser muy altos bajo ambiente protegido con sistemas de riego y fertirriego; pero quedan aún muchas variables y factores de producción por explorar para lograr el uso eficiente de esta tecnología de vanguardia.

Sin embargo, con limitado conocimiento los horticultores de la Agricultura Familiar ya vienen implementando esta tecnología; de ahí el interés del IPTA e IICA de poner al alcance de los mismos este manual como guía de manejo de cultivo bajo cobertura, para obtener mayor provecho de la inversión realizada para mejorar su producción hortícola.

CAPÍTULO II

CULTIVO EN AMBIENTE PROTEGIDO

2.1. ¿Qué es cultivo en ambiente protegido?

Es el ambiente en donde se realiza el control o modificación de uno o más factores climáticos, a través del uso de tecnologías que proporcionan las condiciones más seguras para el desarrollo de las plantas. Según Meir Shany, (1994), es: "Cerrar un volumen de espacio, para aislar el cultivo de las condiciones naturales adversas y suministrarle las técnicas agronómicas ideales."

El cultivo en ambiente protegido es considerado una de las técnicas más modernas que se utiliza en la producción agrícola. Así en la última década (2005/2015), la nueva revolución científico-agrícola es la producción de hortalizas en ambiente protegido.

2.2 ¿Porque controlar el ambiente?

Al controlar los factores ambientales adversos al crecimiento de las plantas, se crea un ambiente ideal para el cultivo. Este ambiente protegido posibilita cultivar en cualquier clima externo y también durante todo el año. Este sistema de producción también permite establecer un mejor control de las plagas y enfermedades que pueden afectar al cultivo, posibilitando el mejoramiento de la calidad y los rendimientos de los productos y la maximización de las ganancias para el productor.

2.3 Ventajas del cultivo protegido

2.3.1 Evita y reduce que se mojen las hojas

Las estructuras de protección evitan que las hojas de las plantas se mojen por efecto principalmente de la lluvia, que a más de mojarlas producen pequeñas lesiones que sirven de medio de entrada a los microorganismos perjudiciales. Por consiguiente, se reduce la incidencia de enfermedades fungosas y bacterianas, permitiendo mejorar la calidad del producto cosechado.

La fumigación es más eficiente. Como el producto de control aplicado no es lavado por la lluvia, aumenta la permanencia de los defensivos sobre la hoja, extendiendo su periodo de control.

2.3.2 Reduce la entrada de insectos

Las estructuras de protección cerradas limitan el ingreso al recinto de insectos vectores de patógenos, reduciendo de esta forma la aparición de enfermedades virósicas. Asimismo disminuye la incidencia de insectos plagas que atacan frutos y hojas.

2.3.3 Permite un cierto manejo de las condiciones climáticas

El control en cierta medida de las condiciones climáticas, permite la introducción de nuevas especies con exigencias climáticas diferentes, como también el manejo de cultivos fuera de la época normal de siembra (adelantar o retrasar). Además, permite un aumento sustancial del rendimiento de 3 a 5 veces más en comparación con lo que se obtiene a campo abierto; aparte los productos son de mejor calidad.

2.3.4 Exige el uso de irrigación localizada

La técnica permite el uso racional del agua de riego, así como el mejoramiento del manejo nutricional de las plantas, principalmente con el uso de la fertirrigación.

2.3.5 Aumento significativo de la seguridad de cosecha

Se limitan las pérdidas por adversidades climáticas como sequías, heladas, vientos, lluvias intensas, granizos, entre otros, lo que permite garantizar la producción.

2.4 Limitaciones del cultivo protegido

Requiere de una **inversión inicial alta**, debido a la utilización de una diversidad de materiales y equipos tanto para el invernadero como para el sistema de riego y fertirriego; además de una fuente de agua y de electricidad que necesariamente elevan el monto en guaraníes de la inversión. Los costos de cada tipo de estructura son en cierto modo, el reflejo del tipo o calidad del material o equipo que se está utilizando en su implementación.

Es necesario poseer o adquirir **conocimientos técnicos** a la hora de diseñar e instalar la estructura de protección, así como al momento de manejar los cultivos adentro instalados. Es deseable y muy importante, contar con mano de obra especializada para asegurar el buen manejo del proceso productivo.

El sistema de producción bajo cubierta debido a sus características, genera **o agudiza** el efecto de algunos problemas de manejo, como por ejemplo la concentración de sales en el suelo y el aumento de la incidencia y/o persistencia de algunos patógenos del suelo: por esta razón, después de cierto tiempo de producción sobre el suelo, el agricultor tendrá que evaluar el uso de sustratos para producción hortícola bajo estructuras techadas.

2.5 Principales factores limitantes en ambiente protegido

2.5.1 Luz

a) Características

El desplazamiento de la luz naturalmente es en forma recta. Este comportamiento puede variar de acuerdo a la naturaleza del material de cobertura sobre la cual incide. Los materiales de colores opacos u oscuros absorben los rayos y los transparentes los dejan pasar. Las superficies texturadas las dispersan en todas las direcciones y la luz reflejada es difusa. Las superficies negras no reflejan la luz y las blancas la reflejan completamente.

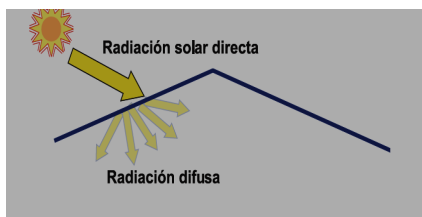
b) Aprovechamiento de la luz según su color

CALIDAD DE LA LUZ SOLAR, EN CUANTO A SU DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL,	LONGITUD DE ONDAS nanómetros (nm)	EFFECTO DE LA LUMINOSIDAD EN LA PLANTA
Rojo	620-700	Mayor absorción de la clorofila.
Naranja, amarillo, verde	510-620	Baja actividad fotosintética.
violeta, azul y verde	380-510	De intensos efectos formativos; fuerte absorción por la clorofila
Ultravioleta	< 380	Efectos germicidas e incluso letales a < 260 nm.

La luminosidad influye sobre el grado y rapidez de desarrollo del fruto; también en la calidad y maduración de la producción de la planta. Así, la luminosidad baja en invierno genera órganos florales defectuosos y la reducción en la producción de pigmentos en las frutas. Por el contrario, la luminosidad alta en verano produce quemaduras y puede reducir la producción de frutos; saliendo de los parámetros normales del cultivar, dado que la luminosidad es tres veces mayor en el verano.

c) Nuevo concepto en la producción de plantas en un medio con luz difusa

Los filmes difusores se preparan añadiendo en la formulación aditivos inorgánicos, térmicos o no, compuestos con partículas microscópicas que hacen que la luz choque contra ellas y se desvíe de la dirección incidente hacia todas las direcciones.



Fuente. Ing. Agr. Oscar Guillen.
Departamento de Horticultura.
CIBH. IPTA

Así, las láminas de plástico con difusor de luz dispersan la radiación aumentando la proporción de luz difusa dentro de la estructura de protección. Esto permite una distribución más uniforme de la luz recibida en el recinto, contribuyendo de esta manera a la reducción de la temperatura del ambiente entre 4° C y 6 ° C menos con respecto al medio externo. Si a este material se le suman otros con el mismo propósito, se crearían las condiciones para un crecimiento más uniforme de las plantas y en consecuencia la obtención de frutas de mejor calidad.

2.5.2 Temperatura

La temperatura es el factor limitante y estimulante de los procesos fisiológicos que se originan en todos los órganos de las plantas.

A temperaturas elevadas, que es nuestra realidad, se intensifica la transpiración; hay pérdida de turgencia, marchitez del ápice de crecimiento y de las hojas jóvenes; frutos que maduran en forma forzada, sin alcanzar los parámetros varietales en cuanto a color, tamaño y peso. Por consiguiente hay una disminución de la producción.

Si a las temperaturas elevadas se le suma una humedad alta, se tendrá un crecimiento excesivo de las plantas. Esto generará un florecimiento incipiente o directamente el aborto de flores y frutos, que termina en la falta o en un retraso en la fructificación, así como en la pérdida de resistencia frente a plagas y enfermedades.

A continuación y de acuerdo al trabajo del Ing. Agr. Oscar Guillén del IPTA, se muestran los resultados de temperatura mínima, máxima y óptima de dos rubros muy cultivados en ambiente protegido.

TEMPERATURA (° C)	TOMATE	PIMIENTO
Temperatura mínima letal	0-2	(-1)
Temperatura mínima biológica	10-12	10-12
Temperatura óptima	13-16	16-18
Temperatura máxima biológica	21-27	23-27
Temperatura máxima letal	33-38	33-35

2.5.3 Humedad relativa del ambiente

El contenido de humedad en el ambiente, depende en gran medida de la ocurrencia de precipitaciones, tanto en frecuencia como en intensidad. Si se consideran los dos períodos de producción posibles de hortalizas en Paraguay, se puede mencionar un período frío que puede ser muy soleado con humedad relativa baja; o bien un período de sucesivos días nublados con lluvias o llovizna y con una alta saturación de humedad en el ambiente.

En la temporada de calor, este fenómeno se presenta en forma variable. Así, días sucesivos de lluvias muy intensas aumentan el contenido de humedad en el ambiente; o días de lluvias cortas (aguaceros), de intensidad variable hacen que la humedad suba y en forma conjunta con el calor reinante, crea las condiciones propicias para la aparición de los problemas de carácter patológico, entomológico y fisiológico.

Para el desarrollo normal de las hortalizas, la humedad relativa óptima oscila entre 60% y 80%. Por un lado, la humedad relativa alta, favorece desarrollo de las enfermedades aéreas; dificulta la fecundación, debido a la compactación del polen, abortando parte de las flores; y produce agrietamiento de los frutos.

Por otro lado, las enfermedades aparecen y se vuelven más virulentas a partir de 80% de humedad relativa. En lugares bajos con neblina, el contenido de humedad relativa es siempre más alto. La humedad relativa baja, dificulta la fijación del polen al estigma de la flor. En el caso de que la humedad relativa en la estructura de protección sea baja, se puede recurrir al uso de nebulizadores o a un riego más frecuente de las plantas.

El mantener una buena ventilación horizontal o vertical ayuda a mantener temperatura y humedad relativa adecuadas a los requerimientos de cultivos.

2.5.4 Anhidrido carbónico (CO₂)

En la atmósfera, la concentración del anhídrido carbónico ha ido aumentando desde las 280 ppm (partes por millón = ml. o mg. por litro o kilo), desde mediados del siglo XIX, hasta las casi 370 ppm actuales.

En invernadero, la concentración de CO₂ durante el día está en torno a 200 ppm. y durante la noche alrededor de 500 ppm.

Algunos agricultores incorporan o inyectan CO₂ en los invernaderos para estimular crecimiento, pues este es el sustrato para la fotosíntesis o producción de alimentos usado por las plantas. Para una buena distribución del CO₂ es importante considerar que una inadecuada ventilación puede generar pérdidas de CO₂.

ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN

ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN DE CULTIVOS

3.1 Cobertura del suelo

La cobertura es una técnica que consiste en cubrir el suelo con materiales como paja, aserrín, cáscara de arroz, o diferentes tipos de plástico. El uso de esta cobertura ofrece al suelo y a las plantas los siguientes beneficios: Mantenimiento de la humedad del suelo; reducción de la necesidad de riego, mayor disponibilidad de nutrientes evitando su lixiviación por el agua de lluvia; se favorece de forma significativa la conservación de la estructura del suelo con una menor compactación; estimula el aumento del volumen radicular de las plantas y evita la aparición de malezas, obteniéndose de esta forma cosechas más limpias.

3.1.1 Tipos de cobertura del suelo

En la siguiente tabla, se observa un detalle de los tipos de cobertura más usuales que se utilizan en los suelos :

Tabla 3. Cobertura de suelo orgánico e inorgánico

TIPOS DE COBERTURA DE SUELO		
MATERIALES	NATURALES	MANUFACTURADOS
ORGÁNICOS	Restos de cosecha o podas.	Laminas celulósicas (virutas), Aserrín
	Cortezas, maderas, pajas, hojas secas	Compost
	Rastrojos.	Subproductos: bagazos, cascara de arroz y coco
	Malezas, cubiertas vegetales vivas.	
INORGÁNICOS	Arenas	
	Gravas	Plásticos
	Carbón vegetal	Láminas de aluminio

3.1.2 Cobertura de suelo con mulching de plástico

La cobertura de suelo con mulching de plástico, consiste en cubrir la superficie del suelo con un material (plástico) de colores blanco/negro y gris-plateado/ negro. De ahí el nombre: mulch que significa cubresuelo o cobertor.

El lado claro o blanco actúa reflejando la luz solar; el lado negro, es totalmente opaco a la radiación solar; no deja pasar la luz y evita el desarrollo de malezas por la ausencia de fotosíntesis.

La función del lado claro, es que no se caliente la superficie del plástico, evitando que se quemen las hojas (lechuga, rúcula) y frutos (frutilla). De este modo, se obtienen productos más limpios y sanos.

El color claro, blanco o plateado como refleja la luz, da un ambiente de claridad en la parte inferior de la plantas actuando como repelente de algunas plagas.



Figura 1. Mulching blanco y negro



Figura 2. Cultivo con mulching blanco

3.2 Cobertura con malla media sombra

3.2.1 Objetivos

Son los siguientes:

- Regular la temperatura mediante la retención de parte de la luz solar, disminuyendo la incidencia directa de los rayos sobre las plantas, durante el día, principalmente en época de altas temperaturas.
- Regular de la temperatura durante las noches frías y proteger al cultivo contra heladas leves.
- Reducir las quemaduras solares de hojas y frutas en el periodo estival.
- Disminuir el calor en invernaderos y macro túneles, mediante la colocación de la estructuras ya sea en forma interna o externa
- Reducir el estrés calórico o hídrico en almácigos de producción de mudas, viveros forestales y ornamentales.



Figura 3. Cobertura con malla media sombra

3.2.2 Mallas foto-selectivas para sombra

El nivel de retención de la luz solar por los diferentes tipos de mallas puede variar entre 20% y 80%. En Paraguay en producción hortícola, se recomienda el uso de malla de 32% a 70% de retención de luz. Los colores más utilizados en la producción de hortalizas son: Negro, blanco, rojo, plateado o aluminet, tal como se puede apreciar en las imágenes de la Figura 4 siguiente:

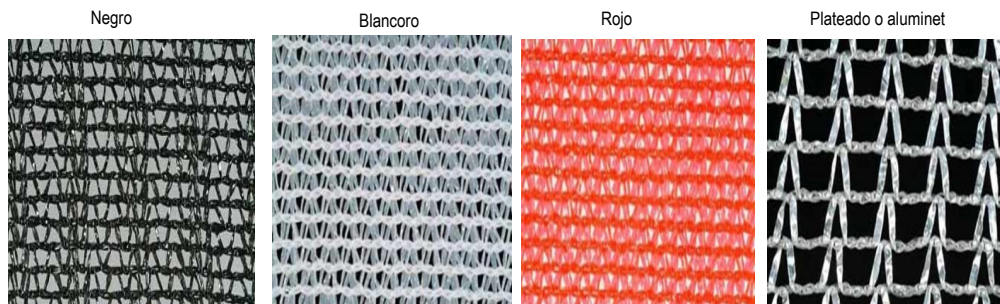


Figura 4. Mallas foto-selectivas de diferentes colores

3.2.3 Mallas anti-insectos o antiáfidas

La medida recomendada para evitar la entrada de insectos a la estructura de protección es de 20 a 50 mesh (cantidad de hoyo/pulgada). Se dispone de mallas antiáfidas de color negro y blanco, tal como se muestra en la Figura 5.

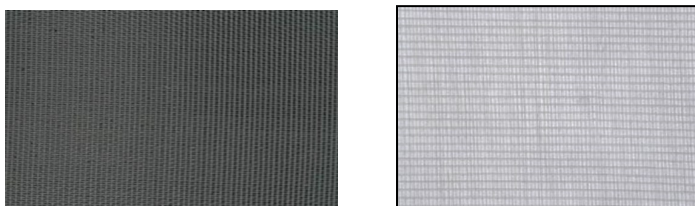


Figura 5. Mallas antiáfidas

3.3 Rompevientos o cortavientos

Los rompevientos se utilizan en agricultura para proteger a los cultivos de viento fuertes. Si existen masas forestales silvestres bien pueden aprovecharse para el efecto; o bien se cultivan especies arbóreas con el mismo fin.

3.3.1 Funciones

- Reducen la velocidad del viento.
- Durante el día contribuyen a aumentar la temperatura del aire.
- Durante la noche reducen temperatura del aire.
- Reducen la evapotranspiración.

3.3.2 Diferentes tipos de protección contra vientos fuertes

Las mallas rompevientos se utilizan en la agricultura para proteger a árboles y cultivos del viento excesivo.



Figura 6. Cortinas laterales



Figura 7. Mallas



Figura 8. Vallas rompevientos

3.4 Macro túneles o túneles altos

Los macro túneles o túneles altos son estructuras construidas con arcos de bambú, tubos de PVC o hierro galvanizado, cubiertos con láminas de plástico del tipo invernadero, agro textil o malla anti insectos. La altura recomendada de los mismos es de 1.5 a 3.0 metros (m). Se diferencian de los invernaderos porque no tienen temperatura controlada, ni sistemas de ventilación automática. La ventilación es pasiva y se realiza levantando mecánicamente o manualmente los lados del túnel para permitir la circulación del aire. Los macro túneles o túneles altos pueden ser móviles, lo cual permite la rotación de cultivos y de campo. Normalmente los macro túneles son más baratos en su construcción y desempeñan funciones similares a los invernaderos.

Los efectos de los macro túneles o túneles altos sobre la producción son:

- Confieren mayor precocidad a algunos cultivos.
- Alargan el ciclo del cultivo en otros.
- Mejoran el rendimiento, calidad y uniformidad de la producción.



Figura 9. Macro túnel de hierro galvanizado



Figura 10. Interior de la estructura

3.5 Micro túneles

3.5.1 Características

- La altura es de 0,50 m. a 1,0 m.
- La protección es temporal.
- Las labores del cultivo se monitorean desde afuera.

3.5.2 Beneficios

- a) Se comprueba una mayor precocidad en los cultivos.
- b) Hay más protección a los cultivos de la lluvia, viento, granizo, heladas, insectos, aves, y otros.
- c) Hay una reducción en el uso de agroquímicos, lo cual incide en el costo de producción.
- d) Aumentan los rendimientos y calidad de las cosechas.
- e) Mantienen la temperatura del aire y suelo, permitiendo un mejor desarrollo de las plantas.



Figura 11. Sistemas de micro túneles

3.6 Invernadero y casa de vegetación

3.6.1 Invernadero

Es una construcción rural, con paredes y techo recubierto por una película transparente, permeable a la radiación solar. Posee una estructura de madera, hierro u otros materiales de suficiente altura para que se puedan realizar en su interior las labores que cada cultivo necesita. Es el sistema más simple y económico, para captar energía solar en favor de los cultivos (INTA, 2011). Cuando el ambiente protegido es utilizado con el objetivo de obtener calor, el término correcto es *invernadero*.



Figura 12. Invernaderos (Foto gentileza Dra. Rossmary Santacruz)

3.6.2 Casa de vegetación

Cuando se desea evitar el exceso de calor dentro del ambiente protegido, el término correcto es *casa de vegetación*. A continuación, se orienta sobre cómo equipar una *casa de vegetación* para el mejor control de la humedad y temperatura en verano; y sobre las características de la estructura para una buena circulación del aire.

1. Dimensiones de la estructura:

- Longitud máxima: No más de 40 metros, siendo el ideal 32 metros.
- Ancho: Hasta 8 metros.
- Altura:
 - Centro: 4,5 a 5 metros.
 - Lateral: 3 – 3.5 m.etros

2. Cobertura aérea de estructura: Plástico transparente de 150 micrones, M36,difusor, antivirus, clean.

3. Cobertura interna con malla sombra del tipo plateado o aluminet.

4. Instalación de equipo de nebulizadores y extractores de aire caliente.

5. Sistema de riego según especie de hortalizas.

6. Cobertura lateral con malla antiáfidos.



Figura 13. Casas de vegetación



Figura 14. Estructura básica y con equipamiento

CAPÍTULO IV

PRINCIPALES HORTALIZAS PRODUCIDAS

4.1 Hortalizas - Características

En ambiente protegido preferentemente se trabaja con hortalizas de alto valor agregado. Esto les da un plus económico muy importante ya que el sistema de producción tiene un costo muy alto.

El ambiente semi controlado permite manejar especies de hortalizas fuera de la época normal de producción. Ello conlleva el entrar al mercado en épocas de precios muy buenas. De esta manera se puede tener una diferencia sustancial positiva en la relación beneficio – costo.

Otras hortalizas son seleccionadas simplemente por su mayor potencial productivo en ambiente protegido, que finalmente tiene sus conveniencias económicas para el productor.

4.1.1 Especies de mayor preferencia de producción en ambiente protegido

- Tomate tradicional y tomate gourmet (cherry, coloridos).
- Pimiento tradicional y morrones (coloridos).
- Hortalizas gourmet.
- Hortalizas de hojas en hidroponía (lechuga, rúcula).
- Melón (con o sin red).
- Pepino.
- Berenjena.
- Lechuga tipo americana (arrepollada).
- Frutilla.

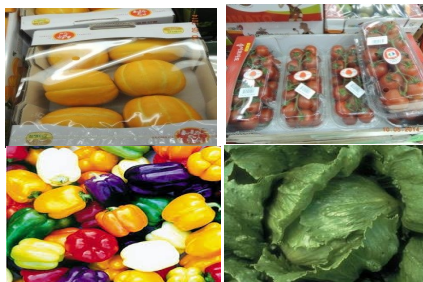


Figura15. Especies de producción coloridas

4.1.2 Variedades – Características

Preferentemente se cultivan variedades que presentan habito de crecimiento indeterminado como las *Solanáceas* y *Cucurbitáceas*, que genéticamente tienen la característica de crecer sobre un sólo tallo principal, que se conoce como dominancia apical; lo que les confiere un crecimiento ilimitado y una capacidad productiva superior.

4.2 Semilla y mudas de alta calidad

La recomendación es la siguiente: “Usar semillas y mudas de alta calidad genética y sanitaria.” Al respecto, conviene tener presente los siguientes factores:

4.2.1 Semilla

Si es posible adquirir simientes de origen conocido; con garantía de calidad; elevado poder germinativo (más del 95%); alta pureza y alto vigor germinativo. De ser posible trabajar con semilla peletizada.

4.2.2 Agua

Hay que disponer de agua limpia en cantidad suficiente, porque cualquier cultivo hortícola requiere de agua dulce en grandes volúmenes y de alta calidad; sin vestigios de sales ni contaminación de atógenos; compuestos orgánicos tóxicos o metales pesados.

Esto se consigue solamente con agua que procede de una surgente o un pozo artesiano. Es posible y recomendable practicar un análisis químico al agua.

4.2.3 Local para la producción

Es muy conveniente, si se piensa en una gran producción, disponer de una estructura dedicada exclusivamente a este menester, contando con todos los requisitos técnicos para el buen crecimiento de las mudas.

4.2.4 Personal calificado

Como es un emprendimiento con un alto costo para la producción, es mejor poner en manos de personal con un adecuado grado de calificación o experiencia en el manejo de este sistema de producción.



Figura 16. Local apto para producción de mudas

MANEJO DE CULTIVOS BAJO ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN

5.1 Producción de mudas

5.1.1 Sustrato – Características

El sustrato debe:

- Estar libre de cualquier tipo de enfermedades, insectos plagas y malezas.
- Contener en forma suficiente, todos los nutrientes requeridos para el desarrollo de las mudas.
- Tener propiedades físicas adecuadas.
- Contener en forma proporcional las diferentes fracciones utilizadas para su preparación, de tal forma a que haya una libre circulación de aire y agua en el sistema.

Tipos de sustrato

a) Caseros

Primera Alternativa – mezcla de:

Estiércol de vacuno	50%
Mantillo	50%

Segunda Alternativa – mezcla de:

Gallinaza	30%
Mantillo	70%

La mezcla puede ser desinfectada en forma física y química.

Desinfección física: Se realiza con agua caliente o por solarización.

Desinfección química: Es la utilización de productos químicos de efecto biocida o los convencionales para el control de plagas y enfermedades.

b) Comercial

El sustrato comercial viene en varias marcas y en diferentes composiciones. Normalmente contiene: Turba, vermiculita, fibra de coco o pino, compuesto alcalinizante y enriquecido con nutrientes. Ya viene esterilizado.

5.1.2 Producción de mudas en recipientes – Siembra directa

Básicamente, se utilizan las bandejas con celdas y las macetas.

a) Bandeja con celdas

Las bandejas pueden ser de isopor o plástico. Para hortalizas vienen con 100, 128, 200 y 400 celdas. La mejor época para preparar las mudas por este sistema, es el periodo tradicional de siembra que abarca desde marzo a setiembre. Las condiciones climáticas favorables de la época, permiten el trasplante de mudas de menor porte sin afectar en forma significativa su crecimiento en el lugar definitivo.



Figura 17. Preparación de sustrato



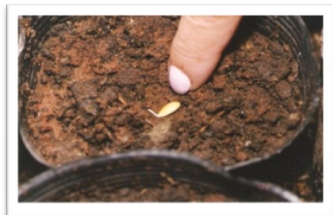
Figura 18. Sustrato comercial



Figura 19. Bandejas con celdas de isopor

b) Macetas

Las macetas pueden ser de plástico rígido o flexible (laminas), cuyas medidas debe superar los 10 cm. tanto en altura como en anchura, conteniendo más de 250 gramos de sustrato, preferentemente de color oscuro. La preparación de mudas en este tipo de recipiente, ocupa un mayor espacio físico, pero permite un mejor crecimiento radicular y de follaje. Por lo tanto se e trasplantan mudas más grandes en el lugar definitivo, lo cual es fundamental en cultivos planificados para las épocas calurosas del año.



5.1.3 Producción en recipientes – Pre germinación y repicaje

a) Proceso de pre germinación y repicado de plántulas

Este método de producción de mudas implica más trabajo, pero es altamente recomendable cuando no se tiene mucha información de la calidad de la semilla o si se trabaja con semilla híbridas que son muy costosas. Facilita la emergencia de la semilla de bajo vigor germinativo; también permite seleccionar las mudas por tamaño y descartar las raquíticas.

Cuando las mudas están listas para el trasplante, el cual de preferencia debe realizarse durante la mañana para evitar altas temperaturas, estas deben de regarse una vez trasplantadas. Esta tarea no se debe realizar antes del trasplante, de hacer, corre peligro de dañar el pilón de la muda al momento de sacarlas de las celdas de la bandeja de mudas.



Figura 21. Proceso de pre germinación y repicado de plántulas

5.1.4 Resultado

Se espera una producción de mudas de alta calidad que garantice un elevado porcentaje de prendimiento en el lugar definitivo.

5.2 Manejo del suelo

5.2.1 Características que afectan al manejo

- La superficie limitada por infraestructura.
- No hay dependencia de las lluvias en el contenido de humedad del suelo.

En consecuencia:

- Condiciona el tipo de máquina e implemento para la preparación del suelo.
- Predispone a la labranza intensiva.



Figura 22. Mudras de alta calidad

2.2 Preparación del suelo en ambiente protegido

Se puede realizar en forma manual como también mecanizada, empleando rotovator y/o entablonadora como se aprecian en las fotos siguientes:



Figura 23. Rotovator



Figura 24. Entablonadora

5.2.3 Efecto del laboreo sobre las propiedades físicas del suelo

El laboreo tiene efectos sobre las propiedades físicas del suelo. Para evitar efectos negativos, se recomienda realizar una labranza mínima y un buen manejo, lo que ayuda a reducir la destrucción de los agregados del suelo y su posterior compactación. Es muy importante recordar que una excesiva movimentación o preparación del suelo, causa destrucción de los agregados y luego la compactación del suelo; por cuanto se deteriora su estructura física.



Figura 25. Ubicación de la compactación y forma de medir (Foto gentileza de F. Vallejos 2015)

5.2.4 Alternativas de solución

- Disminuir el número de pasadas del rotovator y la entablonadora.
- Alternar implementos que preparen el suelo a mayor profundidad, con criterio técnico.
- Incluir gramíneas con raíces formadoras de agregados en la rotación de cultivos.
- Sembrar abonos verdes.

5.2.5 Implementos para la descompactación mecánica

Por lo general se puede utilizar un subsolador a tracción animal o un rotovator con subsolador



Figura 26. Subsolador a tracción animal



Figura 27. Rotovator con subsolador

(Foto gentileza de F. Vallejos 2015)

5.3 Uso de correctivos y fertilizantes

En un cultivo al aire libre, para el mejoramiento de las condiciones nutricionales del suelo, lo normal es recomendar el uso secuencial de materiales cuyos contenidos sean capaces de cubrir los requerimientos de las plantas para una adecuada producción. Estos materiales aplicados para su buen aprovechamiento están sujetos a condiciones climáticas favorables; en cambio, en una estructura con protección como es un ambiente semicontrolado se espera un mejor aprovechamiento.

Para aplicar correctivos y/o fertilizantes al suelo para cultivar determinadas especies, necesariamente debe realizarse un análisis de suelos, cuyo resultado indicará la cantidad de correctivos y/o fertilizantes a ser aplicada por unidad de superficie.

Un programa de mejoramiento de las condiciones nutricionales del suelo indefectiblemente debe seguir los siguientes pasos:

5.3.1 Fertilización básica o de base

Por lo menos, dos a tres meses antes del trasplante, se realiza el encalado con cal agrícola u otro calcáreo. Si partimos de un suelo ácido que es lo más usual en el Paraguay, el propósito es mejorar las condiciones de pH.

Por otro lado, se aporta calcio y magnesio, dos de los macro elementos esenciales para la planta. La cantidad de cal agrícola por unidad de superficie a aplicar, es determinada por los resultados del análisis suelo.

Luego sigue la fertilización orgánica, que se realiza por lo menos con 15 días de antelación al trasplante, aplicando al suelo material orgánico bien descompuesto que puede ser de origen vegetal o animal. Este último es el más utilizado en nuestro medio por la facilidad que representa conseguirlo. La adición de estos materiales proporciona al suelo un mejoramiento integral que alcanza las propiedades físicas, químicas y biológicas; y no solo cubre el aspecto nutricional como se piensa en la mayoría de los casos. La dosificación responde al estado en que se encuentra el suelo y va desde 3 a 5 kilos por metro cuadrado.

Para producción de hortalizas en suelo es importante el nivel de materia orgánica, pues esta es necesaria para convertir el nitrógeno inorgánico en el suelo en formas asimilables para las plantas.

La fertilización química se realiza mediante la adición de fertilizantes granulosos al suelo. Estos materiales para su buena disolución y aprovechamiento por las plantas, necesitan ser aplicados por lo menos, una o dos semanas antes del trasplante. Es mejor trabajar con fertilizantes de formulación simple porque facilitan el ajuste de las cantidades requeridas para cada cultivo. En contrapartida, las formulaciones compuestas, tienden a elevar la residualidad o deficiencia de ciertos elementos, abriendo la posibilidad a los problemas de desbalances que pueden aparecer a consecuencia. Es recomendable aplicar el 100% del fósforo y del 25% al 35% del nitrógeno y potasio. Un opción disponible en el mercado, es el uso de fosfato di amónico (18-46-0) con alta concentración de fósforo (46%), formulado con una fracción de nitrógeno (18%), a ajustarse de acuerdo a la cantidad recomendada y complementado con la cantidad recomendada de cloruro de potasio (0-0-60).



Figura 28. Aplicación de materia orgánica

5.3.2 Fertilización de cobertura

La fertilización química de cobertura o de complemento, generalmente se realiza con aquellos elementos más lábiles; de pérdidas rápidas en el suelo, como el nitrógeno (N) y el potasio (K) entre los macro elementos. Consiste en adicionar el o los fertilizantes en forma fraccionada, con un intervalo de 20 a 30 días entre aplicaciones, hasta cubrir la cantidad recomendada para cada cultivo.

5.3.3 Efecto sobre las propiedades químicas del suelo

Los conductos o vías que llevan a un desbalance nutricional de elementos en el suelo, son los siguientes:



5.3.4 Propuestas de solución

Conviene:

- a) Realizar el análisis periódico del suelo, para evitar deficiencias, desequilibrios y excesos.
- b) Atender el suministro de materia orgánica.
- c) Utilizar de fertilizantes de formulación simple.
- d) Incluir cultivos (gramíneas) que ayuden a mantener el equilibrio, aprovechando el residual de los fertilizantes aplicados, en particular N.

5.4 Desinfección del suelo

Una de las prácticas a considerar seriamente cuando nos iniciamos en este tipo de explotación es la desinfección del suelo. Esta medida permitirá la eliminación de todas las plagas (insectos, enfermedades, malezas y nematodos) contenidos en el suelo. A partir de ahí, se puede planificar en forma sistemática la realización de esta práctica, para minimizar la incidencia de problemas.

La desinfección se puede hacer en forma química y física.

5.4.1 Desinfección con productos químicos

Esta forma de desinfección involucra el uso de productos químicos que pueden ser de efecto biocida como el dazomet, vapam, otros; o asperjar el suelo con productos químicos convencionales utilizados para el tratamiento de la parte aérea de las plantas como fungicidas e insecticidas.

En el caso de usar dazomet como biocida, se recomienda remover el suelo; luego regar bien, aplicar entre 40 a 70 gramos por m², incorporar lo más profundo posible y cubrir en forma hermética con un plástico durante 12 a 14 días. Pasado este tiempo se retira el plástico y se remueve el suelo varias veces durante dos a tres días para liberar el gas contenido. Luego se realiza la prueba trasplantando una muda joven: si ésta se vuelve clorótica se sigue con la remoción hasta la liberación total del gas, para luego realizar el trasplante.



Figura 29. Desinfección química del suelo

5.4.2 Desinfección física

Existen varias formas de desinfección física, pero para este caso específico, la recomendación es el uso de la solarización para liberar de plagas el suelo. En nuestro medio, la práctica se puede realizar en los meses calurosos, que es cuando se tiene una insolación muy fuerte. Esta práctica es efectiva cuando la temperatura del suelo se mantiene a 55° C en promedio, por siete horas al día, durante 30 días. Se realiza una buena remoción del suelo, se riega en forma abundante (semisaturado) y se cubre la parcela con plástico de ser posible transparente durante el tiempo estipulado previamente. Posteriormente se retira el plástico y se realiza el trasplante.

5.5. Manejo de cultivos

5.5.1 Levantamiento de tablonces

Medidas recomendadas para estructuras de protección.

Ancho de la base del tablón	⇒	1 m.
Ancho parte superior del tablón	⇒	0.6 m.
Altura del tablón	⇒	10 a 15 cm.
Separación entre tablonces	⇒	0.5 a 0.6 m.



Figura 30. Levantamiento de tablón en forma mecánica

5.5.2 Instalación de sistema de riego simple y fertirriego



Figura 31. Riego por goteo



Figura 32. Equipo de fertirrigación

Dada la relevancia del sistema de riego por goteo y del fertirriego para la producción bajo cobertura, en el Capítulo 8 del presente Manual, se hace referencia a este punto con mayores detalles e informaciones.

5.5.3. Trasplante de mudas

Las condiciones ideales de las mudas para ser trasplantadas son las siguientes:

- Edad: 20 a 30 días después de la siembra.
- Altura de plantines: con 10 a 15 cm. de alto.
- Plantines de tomate: con 4 hojas verdaderas.
- Plantines de pimiento: con 4 a 6 hojas verdaderas.



Figura 33. Mudas en etapa de trasplante

5.5.4 Sistema de plantación – Marco espacial de los cultivos

a) Sistema de plantación

- En casa de vegetación o invernadero: hileras simples.
- En estructura con media sombra: hileras dobles.

b) Marco espacial o densidad: Cultivo de tomate

- Hilera simple:
 - Entre planta: 0.6 – 0.8 m.
 - Entre hilera: 1 m.
- Hilera doble:
 - Entre planta: 0.6 – 0.8 m.
 - Entre hileras: 0.6 – 0.8 m.
 - Entre doble hilera: 1 m.



Figura 34. Hilera simple y doble

5.5.5 Tutorado y amarre para mantener las plantas erguidas

En el país, la forma más utilizada de tutorar las plantas de tomate principalmente, es con el uso de una vara rígida que puede ser de tacuara o el tallo principal de un arbusto o en su defecto el uso de la cinta de plástico manufacturada especialmente para este fin. Estos materiales pueden ser utilizados en forma conjunta o en independiente. La utilización de la cinta ofrece más posibilidades. Puede ser utilizada en forma vertical sosteniendo al tallo principal de la planta para mantenerla así erguida; y en caso de las cucurbitáceas también las frutas en forma horizontal. En forma lateral posibilita sostener ramas y frutas. El tutorado se puede hacer de dos formas:

Tutorado simple

Consiste en sostener la planta por un tutor vertical que puede ser vara o cinta de plástico. Este sistema se adecua más a cultivos en invernaderos y *casa de vegetación*.

Tutorado cruzado

Este sistema es más utilizado al aire libre o en estructuras con mallas de media sombra, para contrarrestar la fuerza del viento que puede causar acame de las plantas tutoradas. La altura del tutoramiento depende del hábito de crecimiento de la planta. En las plantas con hábito de crecimiento determinado, se puede tutorar a una altura de 1.5 a 1.8 metros; y en plantas de crecimiento indeterminado 1.8 a 2.20 metros.



Figura 35. Formas de tutorado

5.5.6 Conducción de ramas

a) Formas de conducir ramas en tomate: Determinada e indeterminada.

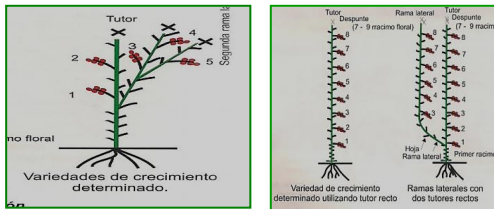


Figura 36. Conducción de ramas de tomate determinada e indeterminada (Manual de Hortalizas 2002)

b) Conducción de ramas en pimiento

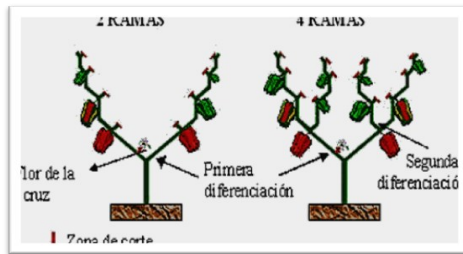


Figura 37. Conducción de rama en pimiento (Ramiro Gutiérrez Caihuara 2015)

Quando en las plantas se realiza la conducción de ramas y el desbrote, lo que se está haciendo es sacrificar la cantidad por la calidad; se están eliminando brotes en una planta que tiene una gran capacidad de generar ramas, por ende flores y frutas. El propósito es seleccionar y manejar las ramas con las mejores posibilidades de generar buenos productos.

5.5.7 Desbrote

Se recomienda realizar el desbrote en todos los casos antes que los brotes axilares sobrepasen los diez centímetros. En este momento están tiernos y se desprenden con facilidad. Es una operación manual que se puede realizar torciendo el brote hasta que se rompa. Si se deja que sobrepase esta medida, el brote crecido se vuelve fibroso dificultando su eliminación en forma manual. Si se realiza el desbrote en estas condiciones, es posible lesionar el tallo de la planta por el desprendimiento de la epidermis.



Figura 38. Formas de desbrote

5.5.8 Raleo de frutas

El raleo generalmente se realiza cuando el tamaño de las frutas tiene el tamaño de una *pelota de ping pong*, o sea cuatro centímetros de diámetro. Se eliminan las frutas de menor crecimiento situadas en la punta del racimo o las que presentan defectos de cualquier índole. Esta práctica permite la obtención de frutas de mayor calidad y uniformidad.



Figura 39. Frutas de tamaño uniforme

5.5.9 Eliminación de hojas bajas y clareo de hojas

La eliminación de hojas bajas se puede realizar en cualquier edad de las planta. Generalmente cuando las plantas comienzan a fructificar tienden a tener un bajón en el vigor. Este momento o condición es aprovechado por la mayoría de los patógenos causantes de las enfermedades ya sean fúngicas o bacteriales y algunas plagas para causar el daño, iniciándose el ataque de las mismas por las hojas bajas. Este es el momento de intervenir. La poda no tiene que ser muy drástica; solo se eliminan las hojas más afectadas y luego se aplica el tratamiento contra el organismo causal del mal detectado.

En el caso de que las hojas bajas se mantengan sanas, igual deben ser eliminadas porque a partir de las primeras cosechas dejarán de ser funcionales y desecharlas no genera problema a la producción; al contrario, se está eliminando una fuente de posibles entradas de enfermedades. Esta es una práctica que se puede ejecutar en forma sistemática a partir de las primeras cosechas.

El clareo de hojas se realiza cuando se tiene un crecimiento exuberante del follaje, ocasionado principalmente por exceso de nitrógeno en el suelo. Se eliminan preferentemente las hojas anormales, afectadas por algún mal; las más viejas. Lo que se busca con esto es el balance que debe haber en el volumen del follaje con respecto al volumen radicular, para que haya una mayor inducción de la parte reproductiva con respecto a la parte vegetativa.



Figura 40. Eliminación de hojas bajas
(Carlos García, Pimiento)



Figura 41. Clareo de hojas

5.5.10 Cosecha

Punto óptimo de cosecha

El tomate llega a su punto óptimo de cosecha entre 90 y 130 días después de la siembra según la variedad; o a los 70 días después del trasplante.

En el caso del pimiento, se debe considerar el peso y tamaño según patrones de la variedad: color y firmeza para las variedades que se cosechan verde y 50% de maduración para las variedades de color.



Figura 42. Punto óptimo de cosecha (Huerto urbano)

CAPÍTULO VI

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

6.1 ¿Qué es el Manejo Integrado de Plagas (MIP)?

Es el uso de todos los recursos o métodos que el agricultor tiene disponibles para proteger sus cultivos del ataque de insectos plagas, hongos y malezas.

El MIP es la respuesta a los tres problemas que se tiene con el control de plagas, a saber: Resistencia. Resurgencia. Aparición de plagas secundarias. Cada uno se describe a continuación.



Figura 43. Estrategia de control de plagas

6.1.1 Resistencia: Es debido al uso y abuso de defensivos químicos en el control de plagas de un cultivo, que hace que las plagas se adapten al insecticida y lo eliminen de su cuerpo.

¿Qué hacer cuando se tienen plagas resistentes?

- Disminuir la frecuencia de uso de insecticidas y no utilizar defensivos de larga duración, a fin de evitar un control constante sobre todo el desarrollo de la plaga.
- Recuento de plagas tres días después de la fumigación para detectar rápidamente si hay resistencia.
- Evitar el uso de mezclas de insecticidas y así poder saber a qué tipo de insecticidas son resistentes.
- Escoger los grupos de insecticidas que no presentan resistencia para las plagas y usarlos solamente en situaciones de emergencia o cuando las otras medidas fueron inadecuadas.

6.1.2 Resurgencia: Esto sucede porque los defensivos químicos no solo eliminan a las plagas; sino que matan también a sus enemigos naturales que en general son más sensibles. Una vez muertos los enemigos naturales las plagas se reproducen en mayor número.

6.1.3 Aparición de plagas secundarias: Al eliminar a los enemigos naturales, las plagas menos importantes se multiplican sin ningún control, provocando brotes de plagas secundarias. La aparición de estas plagas solo pueden corregirse a través del manejo integrado de plagas.

6.2 Qué busca el Manejo Integrado de Plagas

En principio:

- Bajar la cantidad de plagas en el cultivo, para que éstas no puedan causar daño a las plantas. Por lo tanto no será necesario gastar esfuerzos ni dinero para su control.
- Disminuir el uso de plaguicidas, convirtiendo a estos productos en el último de los recursos disponibles para la protección de los cultivos.
- Evitar daños a la salud del productor y consumidor; además de proteger el medio ambiente, recursos muy valiosos para todos.

6.3 Implementación del Manejo Integrado de Plagas

Para la implementación de un manejo integrado de plagas se deben considerar las siguientes etapas:

- Reconocimiento de las plagas claves y de sus enemigos naturales.
- Conocimiento del nivel poblacional.
- Monitoreo y determinación de los niveles de control.
- Evaluación de los métodos de control más adecuados para implementar en un programa de manejo.
- La evaluación y seguimiento deben ocurrir a lo largo de todas las fases de cultivo, para hacer correcciones, establecer niveles de éxito y proyectar a futuro las posibilidades de mejora del programa.

6.4 Principales puntos críticos de la producción

Entre las mayores limitantes que afectan la producción de tomates, se encuentra la alta incidencia de plagas y enfermedades (52 %); los altos costos de producción (20 %); condiciones climáticas adversas (15 %); y la falta de crédito bancario (5 %). Esto les impide a los agricultores ser competitivos. Un 87% de los tomateros son pequeños productores (Rojas y Castillo 2007).

Por su parte, otro autor (TARI 2011) menciona que las pérdidas pueden llegar al 100 % por el ataque de plagas, si no se realiza ningún control sanitario.

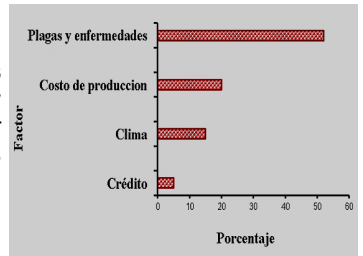


Figura 44. Principales puntos críticos en la producción (Rojas y Castillo 2007).

6.4.1 Problemática – Plagas de una estructura de protección

Es el conjunto de plagas de interés que con frecuencia están presentes en una estructura protegida



Figura 45. Plagas de una estructura de protección

6.5 Características de las plagas más frecuentes en cultivos protegidos

6.5.1 Mosca blanca (*Bemisia argentifolii*)

Los adultos son pequeñas mosquitas blancas que vuelan activamente. Los estados juveniles (ninfas) son de forma plana, translúcidas y están fijadas. Normalmente se ubican en el envés de las hojas. El ciclo completo puede durar entre 21 y 36 días. El adulto y la ninfa se alimentan del tejido de las hojas, extrayendo savia, lo cual interfiere el crecimiento de la planta. Cuando la población es alta causa el debilitamiento de la planta. Además excreta también un líquido azucarado sobre la cual se desarrolla un hongo llamado "fumagina" que causa el ennegrecimiento de las hojas e impide el desarrollo normal de la fotosíntesis. Es vector de virus amarillo del tomate.



Figura 46. Daños causados por la mosca blanca

6.5.2 Pulgones (*Myzus persicae*)

Son insectos de cuerpo blando que viven en colonias. Normalmente se alojan en el envés de las hojas y en los brotes terminales. Tienen una reproducción rápida, capaz de dar nacimiento a partir de los siete días. Tienen un aparato bucal chupador con el cual extraen savia de las plantas. Es importante detectarlos tempranamente porque son transmisores de virus. También producen una excreción azucarada sobre la que se desarrolla un hongo de color negro (fumagina) que dificulta la fotosíntesis.



Figura 47. Daños ocasionados por pulgón

6.5.3 Palomilla (*Tuta absoluta*)

Es una plaga perjudicial del cultivo. Produce daños muy importantes en casi todas las partes de las plantas. El gusano de esta plaga al inicio es minador de las hojas, luego pasa a los brotes, ramas, tallos y frutos verdes y maduros, realizando perforaciones y causando pudriciones y caída de los mismos. De esta manera se pierde rendimiento y también disminuye la calidad de los frutos obtenidos.



Figura 48. Daños causados por palomilla

6.5.4 Acaro rayado (*Tetranychus urticae*)

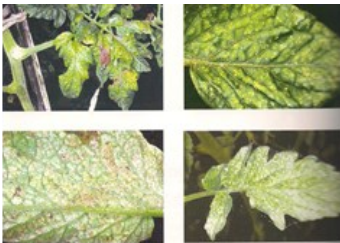


Figura 49. Daños causados por ácaros

Se conoce comúnmente como “Ñandú i” siendo su apariencia la de pequeñas arañita de coloración rojiza. El estado de ninfa y adulto son los que ocasionan daños a las plantas. Se ubican normalmente en el envés de las hojas, produciendo un moteado característico, especialmente a lo largo de la nervadura central como efecto del ataque. Se desarrollan mejor en condiciones de altas temperaturas y baja humedad, completando su ciclo en solo siete días. Este ciclo en otras condiciones de temperatura y humedad puede llegar de 15 a 20 días. Tiene un aparato bucal perforador- succionador.

6.5.5 Acaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*)

Los adultos y las ninfas succionan la savia de las hojas. Como consecuencia se observa en la parte inferior de las hojas tiernas, un aspecto brillante, cuyas márgenes se doblan para abajo. La reproducción es muy rápida y reduce el crecimiento de las plantas.

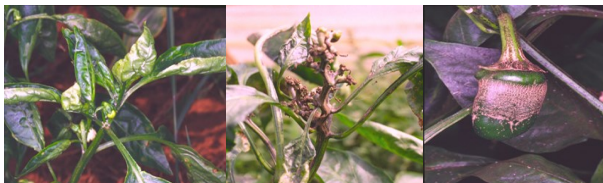


Figura 50. Daños causados por ácaro blanco

6.6 Métodos de control

6.6.1 Control cultural

Es un método de control preventivo. Consiste en el empleo de prácticas agrícolas que se realizan durante el manejo de un cultivo; o de algunas modificaciones de ellas, que ayudan a prevenir y disminuir las poblaciones de los insectos y daños, haciendo el ambiente menos favorable para su desarrollo.

a) Utilización de tul o tela organza

Después de la siembra, hay que cubrir totalmente el almácigo con tul o tela organza, cuyo tejido con orificios muy pequeños evita el ingreso de los insectos vectores de enfermedades. Es importante realizar esta medida de control para evitar la aparición del virus en la etapa de siembra y trasplante, principalmente entre los meses de diciembre a abril.



Figura 51. Túnel con protector de tul o tela organza

b) Desbrote

La eliminación de los brotes debe realizarse lo más temprano posible, porque además de provocar una herida pequeña, los huevos, ninfas y larvas de insectos se concentran en estos brotes, lo que es deseable desde el punto de vista sanitario. Un brote extraído de gran tamaño, significa una pérdida de energía que resiente la producción. Entonces hay que realizar aplicaciones con un antibiótico y un cúprico registrado para el cultivo a fin de prevenir el ingreso de enfermedades por las heridas en la planta.



Figura 52. Desbrote, eliminación de hojas bajas y rotación de cultivo.

c) Eliminación de hojas bajas

A medida que las plantas maduran y se cosechan los frutos de los racimos inferiores, las hojas más antiguas situadas en esta zona comienzan a amarillarse y a morir. Estas deben ser eliminadas para permitir una mejor ventilación y reducir a su vez la humedad relativa en la base de las plantas.

La eliminación de estas hojas se debe comenzar al finalizar la recolección de los frutos del segundo racimo, y de ahí en adelante se deben seguir podando a medida que maduran los racimos. La poda se puede hacer simplemente partiéndolas con los dedos al nivel del tallo, para evitar al máximo las cicatrices y se deben retirar inmediatamente del invernadero para eliminar cualquier infección.

d) Destrucción de los residuos de cosecha

La destrucción de los residuos de cosecha se realiza reuniéndolos o incorporándolos al suelo por medio de aradas. Así se reducen las poblaciones de plagas que se encuentran en el rastrojo. Estos residuos no deben ser quemados porque incrementan las emisiones de CO₂ en el ambiente.

e) Eliminación de plantas hospederas de las plagas de los cultivos

Por ejemplo, se eliminan las malezas que sean de la misma familia de los cultivos: mostaza en los cultivos de col; coliflor, brócoli y otras brasicáceas que son atacadas con las mismas plagas.

f) Barreras físicas

La mejor alternativa que hay para el control de plagas, es impedir la entrada de las mismas al interior del invernadero, lo que se logra con la instalación de mallas anti-insectos, colocadas en forma externa de las estructuras. Estas mallas deben tener orificios muy pequeños (entre 25 y 50 mesh), para evitar la entrada de las formas adultas de minadores y áfidos, mosca blanca, trips vectores de virus.

Por la alta densidad de la trama de las mallas anti-insectos y debido al tamaño de los orificios, se acentúa el problema de ventilación al interior del invernadero que se da en épocas cálidas. Paralelamente se registra un taponamiento de los orificios con las partículas de polvo, por lo que se hace necesaria una limpieza frecuente de las mallas.



Figura 53. Mallas anti-áfidos, colocadas en forma externa a las estructuras

En el caso de usar mallas más densas, que son las que contienen trips, la superficie de ventilación puede verse reducida a una cuarta parte disponible en el invernadero (Cisneros, 1980; Howell, 1989).

6.6.2 Control mecánico

Este método de control consiste en el uso de medios mecánicos que excluyen, evitan, disminuyen, eliminan o destruyen a los insectos y órganos infestados. Entre las prácticas de este método de control se citan:

- Recoger en forma manual: Insectos, huevos, larvas, pupas o adultos de determinadas plagas.
- Recoger parte de las plantas dañadas o infestadas para su posterior destrucción.
- Recoger los frutos dañados y enterrarlos.



Eliminación manual de oruga

Enterrar los frutos afectados

Figura 54. Eliminación manual de orugas y frutos infestados

6.6.3 Control etológico

El control etológico es el control de plagas aprovechando los estímulos que se relacionan al comportamiento y que sirven como atrayentes de los insectos. En general, el uso del control etológico incluye la utilización de cebos, atrayentes cromáticos, como por ejemplo ciertos colores que resultan atrayentes para algunas especies de insectos; y feromonas para ser utilizadas mediante el uso de trampas.

a) Control con trampas adhesivas

Estas trampas son utilizadas en invernaderos y en forma externa, son medios esenciales para detectar plagas de insectos y seguir la evolución del crecimiento de sus poblaciones. Además, pueden servir para controlar las plagas cuando se las instala en alta densidad (elevado número de trampas por planta o por metro cuadrado). La densidad de trampas a colocar es de 5 por cada 100 m² cuando se utiliza para detección y seguimiento de plagas. Cuando se utilizan como medio de control, la densidad debe ser de una trampa adhesiva por cada dos m²; y en cultivos de interior debe ser de una trampa adhesiva por m².

Trampas pegajosas amarillas



Impregnado con un producto pegajoso



Figura 55. Trampas pegajosas

b) Control con trampas de luz

Funcionan mejor durante la noche. Se utiliza por lo general luz blanca o luz negra. La forma de eliminar a los insectos es por medio de corriente eléctrica, pero también pueden estar impregnadas por alguno de sus lados, de sustancias pegajosas o insecticidas.



Figura 56. Trampa de luz y con mechero

c) Control con feromonas



Figura 57. Trampas de feromonas

Una de las experiencias más exitosa para la atracción y posterior eliminación de plagas, ha sido el uso de feromonas. Se trata de una alternativa confiable, segura y de bajo costo para la mayoría de productores y puede ser empleada como herramienta para un manejo integrado de diferentes plagas, principalmente de lepidópteros (orugas) en hortalizas.

d) Control con trampas de agua

Pueden ser de diferentes formas, y estar hechas de diversos materiales, pero el principio es el mismo. Se coloca un cebo, que puede ser una luz o algún material de un color brillante como el amarillo, sobre un recipiente amplio poco profundo con agua, de tal manera que el cebo quede justo en el centro del recipiente con el líquido. En el agua se vierte y mezcla, una cucharada de jabón en polvo y dos cucharadas de aceite de cualquier origen. Esto sirve para el manejo integrado de diferentes plagas, principalmente de lepidópteros (orugas) en hortalizas.



Figura 58. Trampa de agua

6.6.4 Control biológico



Figura 59. Parásitos y predadores naturales de las plagas

Consiste en introducir y realizar liberaciones de enemigos naturales procedentes de los lugares de origen de la plaga que se desea combatir, con la finalidad de que los enemigos naturales ejerzan un control natural y permanente en su nuevo ecosistema. Este método de control surgió como una alternativa al uso excesivo de plaguicidas muy tóxicos y a la resistencia generada en las plagas por su uso. Por esto, el control biológico se ha enfocado en el estudio y reproducción masiva de enemigos naturales que han demostrado ser muy eficientes en el control de algunas plagas

6.6.5 Control con de extracto vegetal o bioinsumos

Otro método usado en este tipo de control, son los *bioinsumos* o *biopreparados*, que pueden ser utilizados en el control de plagas, enfermedades y también como estimulantes del crecimiento de las plantas. Se emplean los extractos de algunas plantas de gran actividad bioquímica como controladores naturales de insectos. Se destacan especies como ruda, albahaca, caléndula, ají, ajo, paraíso y eucalipto, entre otras.

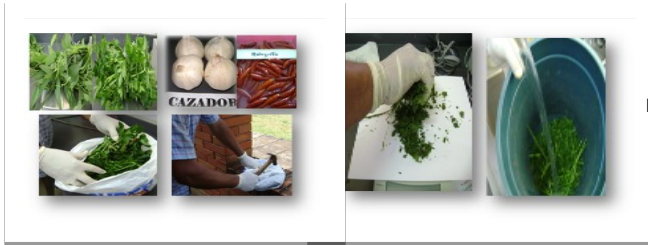


Figura 60. Preparación de extracto vegetal

6.6.6 Control químico

a) Aplicación de insecticidas químicos para la prevención de enfermedades virósicas en forma temprana

En caso que no se cubra el almácigo con tela organza, se debe pulverizar los plantines en cada etapa de aparición de hojas tiernas; así, de la primera, segunda, tercera y cuarta hojita verdadera. Se tiene que realizar la pulverización sin falta en forma calendarizada por semana.



Figura 61. Método de prevención de enfermedades virósicas. (Kimura, Y; Trabuco, M; Ramírez de López, MB. 2001)

Inmediatamente después del transplante al lugar definitivo, se debe pulverizar con productos de contacto. Se debe continuarla pulverización semanal durante las siguientes cuatro semanas, vale decir la semana uno, dos, tres, y cuatro. A partir de ahí, hay que observar y eliminar las plantas con síntomas de virus.

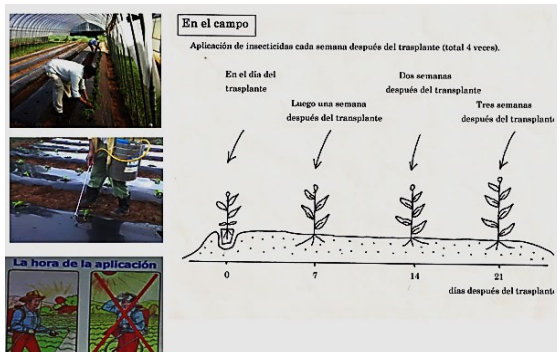


Figura 62. Aplicación correcta de insecticidas. (Kimura, Y; Trabuco, M; Ramírez de López, MB. 2001)

b) Control químico en cultivos instalados en estructuras de protección

En condiciones de cultivo protegido, se presentan situaciones tan favorables que incrementan el desarrollo de plagas, pero que limitan el desarrollo de otras plagas. Se señala que la mayoría de las plagas de las plantas cultivadas, encuentran un hábitat favorable para su desarrollo en el ambiente protegido que incentiva su multiplicación. Por consiguiente, se incrementan los daños causados al cultivo. En cambio, otras plagas se ven limitadas en su desarrollo por el exceso de calor y humedad, o por el obstáculo que le ofrecen las mallas antiáfidos colocadas en las aberturas. Teniendo en cuenta que estas estructuras generalmente favorecen el desarrollo de las plagas; y que los daños son más severos respecto a los que se manifiestan al aire libre, la detección temprana y la correcta identificación de las plagas, favorecerá la toma oportuna de decisiones para su control.

c) Criterios de decisión

Monitoreo: Es el medio por el cual se tiene que decidir el momento oportuno para realizar una aplicación y elegir el principio activo a utilizar.

Se tiene que tener en cuenta tres aspectos:

1. ¿Cuántas plantas mirar?
2. ¿En qué parte de la planta?
3. El número y daño de la plaga

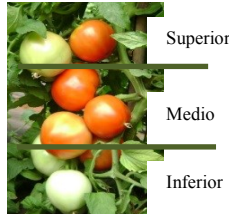


Tabla 4. Niveles críticos de infestación para hacer una aplicación de control

Nombre común	Nombre científico	ETAPA FENOLÓGICA	MUESTREO	Niveles de infestación
Mosca blanca	<i>Bemisia argentifolii</i>	De 6 hojas a primeras flores	Revisar 10 plantas/sitio	2-4 adultos/planta
Minador	<i>Liriomyza spp</i>		Revisar 10 plantas/siti	13 adultos/muestreo
Vaquita	<i>Diabrotica spp.</i>	Desde la germinación hasta el trasplante	Revisar 10 plantas/sitio	2 o mas por planta durante las 3 a 4 semanas de crecimiento.
		Desde el trasplante hasta la floración		Mas de 4 coleóptero por planta

Nombre común	Nombre científico	ETAPA FENOLÓGICA	MUESTREO	Niveles de infestación
Palomilla	<i>Tuta absoluta</i>		Revisar 10 plantas/sitio	1-2 larvas / planta 2 hojas con daños nuevos en una planta de cada punto.
Pulgilla	<i>Epitrix spp.)</i>	Trasplante a inicio de floración	Revisar 10 plantas/sitio	50 adultos/muestreo
Pulgón	<i>Myzus persicae</i>	Floración a cosecha	Revisar 10 plantas/sitio	5 plantas con colonias de áfidos
Oruga de la hoja	<i>Diaphania halyanata</i>	Trasplante a inicio de floración	Revisar 10 plantas/sitio	1 oruga en 6 hojas; 1 oruga en 15 yemas
Oruga del fruto	<i>Diaphania nitidalis</i>	Momento de la floración y fruto	Revisar 10 frutos /sitio	1 oruga en 30 frutos.

Fuente: Instituto Nacional Tecnológico (INATEC)

Los plaguicidas se clasifican desde diferentes aspectos, según los organismos que controlan, su concentración, su modo de acción, su composición química; la presentación de sus formulaciones comerciales y el uso al que se destinan.

Sin embargo, es conveniente recordar que por definición, todos los plaguicidas son sustancias tóxicas, diseñadas para interferir o modificar mecanismos fisiológicos fundamentales de los insectos, que también son compartidos por otros animales incluido el hombre, y que en determinadas circunstancias pueden provocarle la muerte.

d) Clasificación de los plaguicidas según la plaga que controlan

Producto	Plaga
Insecticidas	Insectos
Acaricidas	Ácaros
Funguicidas	Hongos
Bactericidas	Bacterias
Herbicidas	Malezas
Nematicidas	Nematodos
Rodenticidas	Roedores

e) Elección del producto

La elección del producto se refiere a que el plaguicida sea en lo posible selectivo, es decir, que afecte solamente el organismo que se requiere controlar; sin afectar a los demás organismos presentes en el agro-ecosistema. Se debe evitar el uso de plaguicidas de amplio espectro, o sea de aquellos que actúan sobre un número grande de especies. Esta consideración es muy importante en el caso de los insecticidas, ya que muchos de los insectos plagas conviven en los ecosistemas con sus enemigos naturales, los cuales se deben tratar de proteger, ya que casi siempre actúan regulando las poblaciones plagas.



Figura 64. Elección de productos

f) Clasificación de los plaguicidas de acuerdo a su toxicidad

Los plaguicidas se identifican por su toxicidad en extremadamente tóxicos I, altamente tóxicos II; moderadamente tóxicos III; ligeramente tóxicos IV. Se recomienda el uso de plaguicidas de categoría toxicológica III y IV. Dentro de las normas existentes en relación con el uso de plaguicidas, está establecido que el uso de productos de categorías I y II debe hacerse con la prescripción de un ingeniero agrónomo o profesional afín (Decreto N° 1.843 de 1991 del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social).

CATEGORIA	DESCRIPCION	COLOR ETIQUETA
I	Extremadamente tóxico	Rojo
II	Altamente tóxico	Amarillo
III	Moderadamente tóxico	Azul
IV	Ligeramente tóxico	Verde

Fuente: Prácticas recomendadas para el manejo integrado del cultivo (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1359s/a1359s05.pdf>)

g) Lectura de la etiqueta del envase

La etiqueta **contiene** la información necesaria sobre la concentración, la clase de formulación y las recomendaciones técnicas de uso del insecticida, tales como: Residualidad, fecha de vencimiento, plagas que controla; dosis y forma de aplicación y el nombre del producto. Además hay que verifica la fecha de vencimiento que viene en la etiqueta.

Se debe evitar el uso de plaguicidas de alta residualidad, para disminuir los riesgos de acumulación de residuos tóxicos en los alimentos y en el medio ambiente.

Los plaguicidas que se utilicen, deben estar permitidos es decir registrados en el Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE), que es el organismo competente de control de productos agroquímicos en el país. No se debe usar productos vencidos o en mal estado





Figura 65. Se debe leer la etiqueta

h) Plagas y características de los plaguicidas utilizados para su control

En la siguiente tabla, se observan los defensivos agrícolas que se pueden utilizar de acuerdo a la plaga detectada.

Tabla 5. Plagas y características de productos químicos

Plagas	Nombre Comercial	Nombre Técnico	Tox.	Dosis en 20 L. de agua	Caren (días)
Mosca Blanca, (Neti moroti) y Pulgón (Ky) 	Mosprid,	Acetamiprid	Baja IV	4 a 5 g	3
	Ceprid,	Acetamiprid	Baja IV	4 a 5 g	3
	Hornero	Acetamiprid	Baja IV	4 a 5 g	1
	Acetamix	Acetamiprid	Baja IV	4 a 5 g	3
	Actara	Thiamethoxan	Baja IV	6 g	3
	Confidor, Kafol	Imidacloprid	Baja IV	5 a 10	7
Palomilla (Yso i) 	Match	Lufenuron	Baja IV	8	4
	Tracer	Spinosad	Baja IV	4	3
	Vertimec	Abamectina	Mediana III	20	3
	Amectin	Abamectina	Mediana III	20	3
	Fusilate	Abamectina	Mediana III	20	3
	Laser,trine	Cipermetrina	Mediana III	10	21
	Intrepid SC	metoxifenocide	Baja IV		1

Plagas	Nombre Comercial	Nombre Técnico	Tox.	Dosis en 20 L. de agua	Caren (días)
Gusano de la hoja y Gusano del fruto (Ysó)	Xiper supermyl,	Cipermetrina	Med. III	10	15
	Galgotrin	Cipermetrina	Med. III	10	21
	Decis	Cipermetrina	Med. III	10	21
	Sevin	Deltametrina	Med. III	15	2
	Bulldock	Carbaryl	Mod. II	25 Gr	3
		Betacyflutrin	Med. III	2	7
Acaro (Ñandú'i)	Vertimec	Abamectina	Med. III	15	3
	Amectin	Abamectina	Med. III	15	3
	Fusilate	Abamectina	Med. III	15-20	3
	Acarin	Dicofol	Med. III	50	7
	Acarin T	Dicofol +Tetradifon	Mod. II	40	7
	Acafin	Dicofol +Tetradifon	Mod. II	40	7
	Nissorum	Hexythiazox+DDVP	Mod. II	20	30
	Omite	Propargite	Mod. II	20	7
	Fenagun		Mod. II	10	4

Fuente: Departamento de Entomología/IPTA-CIHB-Caacupé

i) Periodo de carencia

El período de carencia es el tiempo mínimo que debe transcurrir entre la última aplicación de un plaguicida y la cosecha del producto, para garantizar que el plaguicida aplicado se haya degradado y sus residuos en el producto cosechado, no superen los límites máximos permitidos, según el Codex Alimentarius de la FAO.

Así mismo, se debe respetar el tiempo de espera para cada aplicación. Por eso, se recomienda no ingresar al cultivo inmediatamente después de la aplicación.

j) Los plaguicidas usados de manera correcta:

- Aumentan el rendimiento de producción de los cultivos.
- Mejoran la calidad de la cosecha.
- Incrementan la ganancias del productor.



Figura 66. Cultivos y productos cosechados utilizando agroquímicos de manera correcta

k) Los plaguicidas usados de manera incorrecta pueden ocasionar:

- Contaminación del medio ambiente (suelo, agua y aire).
- Destrucción el cultivo.
- Intoxicación y hasta la muerte accidental de un ser humano.



Figura 67. Cultivos y productos cosechados utilizando agroquímicos de manera incorrecta

CAPÍTULO VII

IDENTIFICACIÓN DE ENFERMEDADES

7. IDENTIFICACIÓN DE ENFERMEDADES - MANEJO INTEGRADO PARA SU CONTROL

Las diferentes enfermedades que pueden atacar a las hortalizas, cualquiera sea el sistema de producción, tienen diferente etiología o agente causal. Entre las que podemos citar se encuentran:

- Anomalías fisiológicas.
- Hongos.
- Bacterias.
- Virus.
- Nematodos.

Para poder manejar o controlar estas enfermedades, es muy importante en primer lugar su identificación en base a la sintomatología que presenten, para posteriormente recomendar el método más adecuado de manejo. Se pasa a describir las características de las diferentes enfermedades para su manejo y/o control.

7.1 Anomalías fisiológicas

7.1.1 Caída o aborto de flores en tomate

- a) Causa: La anomalía es causada por temperaturas extremas, tanto frío como calor.
- b) Síntomas: Se observan flores caídas en el terreno.
- c) Manejo: Adecuar la estructura de tal forma que la temperatura se ajuste a las exigencias fisiológicas del cultivo.

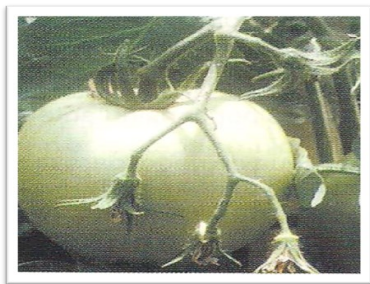


Figura 68. Aborto o caída de algunos o todos los botones florales de los racimos

7.1.2 Pudrición apical de frutas en tomate

- a) Causa: Deficiencia de calcio asociado a falta agua o exceso en la fertilización nitrogenada
- b) Síntomas: Aparece con preferencia en solanáceas y cucurbitáceas. En tomate, el tipo de fruta Santa Cruz o perita, es la que presenta mayor grado de sensibilidad.
- c) Manejo:
 - Encalado de la parcela.
 - Riego adecuado según estado de desarrollo de las plantas.
 - Manejar de los niveles de nitrógeno en el suelo para evitar exceso.
 - Aplicado de calcio vía foliar: cloruro de calcio al 0.6% o nitrato de calcio al 1% en el caso de que los síntomas aparezcan en un cultivo ya instalado.



Figura 69. Pudrición apical en tomate Santa cruz

7.1.3 Amarillamiento de hojas bajas del tomatero

a) **Causa:** Ocurre principalmente por deficiencia de magnesio

b) **Síntomas:** en Figura 70. Se observa que las hojas más viejas o las de más abajo presentan un amarillamiento entre las nervaduras. Aparece aunque la planta se muestre con un crecimiento normal.

c) **Manejo:** Encalar la parcela con cal agrícola dolomítica

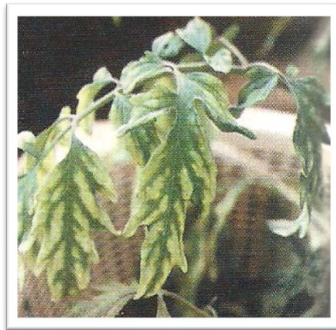


Figura 70. Las hojas más viejas o las de más abajo presentan un amarillamiento entre las nervaduras

7.1.4 Enrollamiento de hojas bajas del tomate

a) **Causa:** Principalmente por falta de agua en el suelo, altas temperaturas del suelo, desarrollo insuficiente de raíz, suelos duros o compactados.

b) **Síntomas:** Aparece esta anomalía con el enrollamiento de las hojas es hacia arriba y empieza por las hojas bajas como puede apreciarse en la Figura 71.

c) **Manejo:**

- Riego adecuado
- Descompactación mecánica del suelo en forma periódica



Figura 71. Cuando aparece esta anomalía, el enrollamiento de las hojas es hacia arriba y empieza por las hojas bajas .

7.1.5 Enrollamiento de hojas bajas del tomate

- a) **Causa:** Exceso en la fertilización nitrogenada.
- b) **Síntomas:** Enrollamiento de hojas es hacia arriba como el caso anterior.
- c) **Control:** Reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados y raleo de hojas



Figura 72. En este caso, el enrollamiento también es hacia arriba como el caso anterior, pero la solución al problema no viene con el riego. El mal persiste.

7.2 Enfermedades causadas por hongos

7.2.1 Septoriosis del tomate

- a) **Agente causal:** *Septoria lycopersici*
- b) **Síntomas:** Aparecen manchas semicirculares parduscas y su centro se torna de color ceniza o blanco en el tallo. También se observan manchas con bordes difusos (Figura 73).

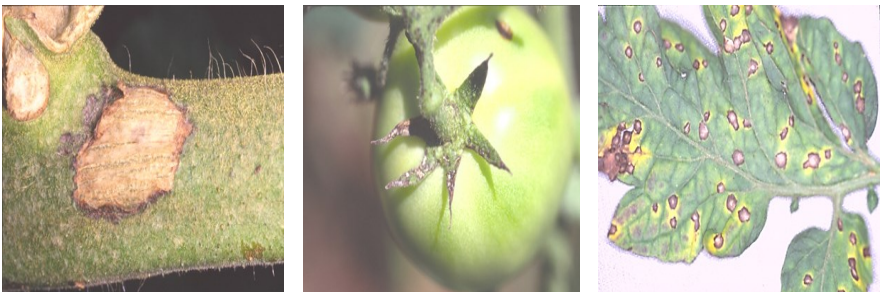


Figura 73. Síntomas de la septoriosis en tomate

c) Transmisión

- Por restos de cultivo
- Por agua de lluvia
- Por semilla

d) Control cultural

- Destrucción de restos de cultivo
- Evitar riegos abundantes, especialmente por aspersión
- Practicar rotación de cultivos
- Fertilizar en forma balanceada

7.2.2 Tizón temprano del tomate

a) Agente causal: *Alternaria solani*



Figura 74

b) Síntomas:

En las hojas, manchas de color marrón oscuro, circundadas por un halo amarillento; a medida que las lesiones crecen se forman anillos concéntricos. En los frutos infectados, cuando maduros se pudren a partir del pedúnculo. También aparecen manchas en sépalos y tallos. (Fig. 74).



Figura 75

c) Transmisión

- Por restos de cultivo
- Viento
- Por agua de lluvia

d) Control cultural

- Destrucción de restos de cultivo (Fig. 74).
- Evitar riegos abundantes, principalmente por aspersión
- Practicar rotación de cultivos
- Fertilizar en forma balanceada

7.2.3 Tizón tardío del tomate

a) Agente causal: *Phytophthora infestans*

b) Síntomas

- En las hojas, manchas de color marrón, de apariencia húmeda con un halo verde claro, pudiendo causar el secado de todo el foliolo.
- En el tallo las lesiones son oscuras y pueden causar la muerte del brote terminal (Fig. 75).
- Los frutos infectados, presentan ligera deformación y manchas marrones ocasionando podredumbre.



Figura 76. Síntomas en las hojas



Figura 77. Síntomas en frutas



Figura 78. Síntomas en ramas

d) Control cultural

- Destrucción de restos de cultivo.
- Evitar riegos abundantes, principalmente por aspersión.
- Fertilizar en forma balanceada.
- Evitar alta densidad de plantas.

7.2.4 Mal del cuello o mal del almácigo

a) **Agente Causal:** Varios hongos, entre ellos; *Pythium* sp., *Phytophthora* sp. y *Rhizoctonia* sp.

b) Síntomas:



Figura 79. Plántulas con síntomas de mal del cuello.

c) **Datos sobre el patógeno:** Viven en el suelo

7.2.5 Cercosporiosis del pimiento

a) **Agente Causal:** El hongo *Cercospora capsici*

b) **Sintomas:**

Provoca lesiones circulares de tamaño grande de color marrón, reduciendo el área foliar fotosintética y consecuentemente la productividad. No causa manchas en frutos a no ser que las condiciones climáticas les sean extremadamente favorables a la enfermedad.



Figura 80. Síntomas en hojas

c) **Datos sobre el patógeno:** Sobrevive en restos de cultivo y en otras especies de solanáceas.

7.2.5 Antracnosis del tomate y pimiento

a) **Agente Causal:** El hongo *Colletotrichum* sp.

b) **Sintomas:** En frutos verdes y maduros produce manchas deprimidas que pueden alcanzar un centímetro de diámetro y que se hallan remarcadas en un área de color negro. En el centro se puede observar el desarrollo de los micelios, recubriéndose en la fase final de su evolución de pústula de color rosa anaranjado o negruzco. En hojas las manchas se extienden por las nervaduras y adquieren formas cuadrículadas o de rombo.

Los frutos aparentemente sanos pueden presentar síntomas después de la cosecha, ocasionando grandes pérdidas.

c) **Datos sobre el patógeno:** Sobrevive en restos de cultivo y hospederos alternativos.

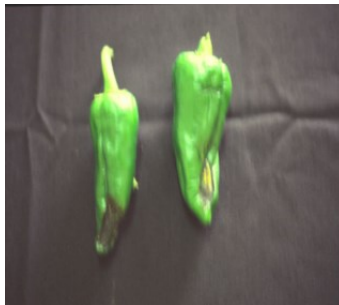


Figura 81. Síntomas en frutos

7.2.6 Control químico

Nombre Técnico	Nombre Comercial	Dosis/20l	Periodo de carencia (días)
Chlorothalonil	Daconil,	40g	7
	Pilarich	40-50g	7
Difeconazole	Score	6-8 cc	7
Metalaxil-M + Mancozeb	Ridomil	70g	3
Propineb	Antracol	50-60g	7
Oxicloruro de Cobre	Oxicloruro de Cobre	60g	1
Folpet	Folpan	24g	1
Mancozeb	Dithane M80,	40g	7
	Mancozeb	60g	7

7.3 Enfermedades causadas por bacterias

7.3.1 Marchitez bacteriana del tomate y pimiento

a) Agente causal: *Ralstonia solanacearum*

b) Síntomas:

- Marchites de hojas jóvenes en el transcurso del día, las que se recuperan temporalmente por las noches.
- Después de 5 a 7 días, se observan marchitamiento de hojas inferiores y por último se produce la muerte de la planta.
- Los vasos conductores de savia se toman de color marrón, que al presionar fuerte libera un líquido lechoso o secreción bacterial.



Figuras 82-83-84. Síntomas aéreos en tomate y pimiento. Coloración característica de los vasos conductores del tomate atacado por la enfermedad.

c) Transmisión:

- Por restos de cultivo.
- A través del suelo.

d) Control cultural

- Evitar cultivos sucesivos en parcelas infestadas.
- Arranque y quema de plantas enfermas.
- Rotación de cultivos con gramíneas por 5 (cinco) años
- **Observación: no posee control químico.**

7.3.2 Mancha bacteriana del tomate y pimiento

a) Agente causal: *Xanthomonas campestris*

b) Síntomas:

- Pequeñas manchas parduscas oscuras acuosas, redondeadas o irregulares, el contorno posee un halo amarillo claro.
- En tallos, pequeñas lesiones de color verde oscuro, como empapadas de agua que luego forma una costra de color pardusca.
- En frutos, pequeñas manchas verdes o parduscas acuosas, rodeadas de color blanco.



Figuras 85-86-87 . Síntomas en hoja y fruta de tomate y hoja de pimiento.

c) Transmisión:

- Por viento y lluvia.
- Implementos agrícolas.
- Por semillas contaminadas.

d) Manejo:

- Aumentar espaciamientos entre plantas.
- El desbrote no se debe realizar después de una lluvia.
- Rotación de cultivos con gramíneas.
- Utilizar cobertura de suelo.

7.3.3 Tallo hueco de tomate y pimiento

a) **Agente Causal:** *Erwiniacarotovora sub sp. carotovora*

b) **Sintomas:**

- Aparecen después del desbrote. El peciolo pierde su brillo y toma el color negro.
- Al desarrollarse la enfermedad, penetra en el interior de los tallos extendiéndose hacia arriba y abajo.
- Al presionar el tallo se rompe evidenciando una pudrición interna del tejido y emite un olor fuerte.
- Las frutas se pudren y emanan un olor fétido.



Figura 88. Tallos de tomate atacado por la enfermedad.

c) **Datos sobre el patógeno:** Vive en el suelo y se introduce a la planta a través de heridas.

7.3.4 Control químico

Nombre Técnico	Nombre Comercial	Dosis/20l	Periodo de carencia (días)
Oxicloruro de Cobre	Fanavid Agrocup	60-80g	1
Streptomycina	Agrept	10-20g	14
Sulfato de Streptomycina	Agrimicina	7-10g	7
Streptomycina + Oxitetraciclina	Cuprimicin	40g	-
Cymoxanil + sales de cobre	Haley	50g	-

7.4 Enfermedades causadas por virus

7.4.1 Vira cabeza de tomate

a) **Agente causal:** TSWV (Tospovirus)

b) Síntomas:

- Los bordes de los folíolos de las hojas superiores presentan un color rojo violáceo o bronceado.
- Se produce deformación y abarquillamiento de la lámina foliar.
- En frutos maduros y no maduros, suele manifestarse deformaciones superficiales, por presencia de protuberancias y anillos cloróticos.



Figuras 89 -90 Plantas de tomate con síntomas de vira cabeza

c) Transmisión: Por ataque de insectos chupadores (Trips).

d) Manejo:

- Proteger el almácigo contra trips con tela organza.
- Evitar plantas hospederas como malváceas y compositáceas.
- Evitar plantaciones próximas a cultivos viejos de tomate.
- Eliminar plantas enfermas.

e) Control: No tiene control químico.

7.4.2 Mosaico de la hoja

a) Agente Causal: Virus. CMV (Cucumber Mosaic Virus).

b) Síntomas:

Las hojas presentan un mosaico que alterna los colores verde claro y verde oscuro. Se produce el alargamiento de los folíolos y estrechamiento de la lámina foliar. Al quedar solo la nervadura, las hojas adquieren el aspecto de hebras y se parecen a hojas de helecho. Las hojas también presentan áreas necróticas en su parte basal que terminan desecando totalmente el follaje.



Figura 91. Mosaico de las hojas en pimiento.

c) Transmisión y sobrevivencia del virus:

- Es transmitido por la semilla.
- Por pulgones verdes (*Mysuspersicae* y *Aphisgossypi*).
- Sobrevive en malezas de la familia solanáceas y otras especies.

d) Manejo:

- Utilizar semillas sanas.
- Eliminar plantas hospederas del insecto vector.
- Eliminar plantas infectadas de la parcela.
- Utilizar cobertura de suelo.

e) Control químico: No tiene

7.5 Nematodos

7.5.1 Importancia

Los nematodos, son organismos pluricelulares, no visibles a simple vista. La mayor parte de ellos vive libremente en el suelo alimentándose superficialmente de las raíces y tallos subterráneos de las plantas.

En la actualidad son considerados como una de las principales plagas de los cultivos agrícolas, por su capacidad de reducir la absorción de agua y nutrientes disponibles en el suelo, al causar daño en las raíces de las plantas.

El impacto económico que implica el daño causado por los nematodos fitoparásitos es significativo, no solo por la posible muerte de las plantas, sino también por la reducción del rendimiento y la calidad de los cultivos que son atacados.

Su alimentación varía según su hábitat y distribución; así tenemos nematodos bacteriófagos, predadores, y nematodos asociados a otros organismos (insectos).

7.5.2 Características

- Carecen de aparato respiratorio y circulatorio.
- Tienen dimorfismo sexual.
- Presentan amplia distribución en el mundo.
- Son polípagos.
- Fácil diseminación.
- Difícil erradicación.
- Problema permanente en el suelo.
- Reduce el rendimiento y la calidad del producto aprovechable.
- Predisponen a las plantas a factores bióticos
- Pasan desapercibidos por tener tamaños microscópicos.

7.5.3 Especies de nematodos de importancia en horticultura.

a) Nemátodo de agallas. *Meloidogyne sp*

Características

- El de mayor importancia económica
- Tiene una distribución cosmopolita
- Ataca a la mayoría de las especies hortícolas (tomate, pimiento, lechuga, zanahoria, perejil, papa, frutilla).

En Paraguay existen dos especies principales comúnmente asociados a los cultivos hortícolas: *Meloidogyne incógnita* y *Meloidogy nejavanica*.

Síntomas

Las infecciones causadas por la hembra de este nematodo, se caracterizan por penetrar dentro de la raíz y por producir el engrosamiento del mismo conocido como agalla o “hapo rosario”. Pueden estar asociados con hongos *Fusarium*, *Phytophthora*, *Rhizotocnia* y *Pythium*), y bacterias del genero *Pseudomonas* y *Corynebacterium*.

b) *Pratylenchussp* o Nemátodo de la lesión



Figura 92. Melón



Figura 93. Zanahoria



Figura 94. Tomate



Figura 95. Pepino

Características

- Endoparásitos, penetran y recorren dentro de la raíz.
- Dejan espacios (orificios) para la entrada de hongos (*Fusarium*, *Verticillium*, *Phytophthora* y *Pythium*) y bacterias *Pseudomonas* y *Rhizoctonia*.

Síntomas

- Ocasionan la pudrición y hasta la muerte de las plantas hortícolas.
- Ataca a la frutilla, papa, lechuga, pimiento y tomate.



Figura 96. Batata



Figura 97. Frutilla

Medidas de control para ambas especies

- ⇒ Cultural: Reducción de la población mediante el uso combinado de prácticas culturales como: Volteo de suelo, incorporación de materia orgánica (gallinaza y torta de tártago), rotación de cultivos incluyendo abonos verdes en el proceso y uso de variedades resistentes.
- ⇒ Control químico no tiene.
- ⇒ Control físico: Solarización.

CAPÍTULO VIII

RIEGO EN HORTALIZAS

8. RIEGO EN HORTALIZAS

Los cultivos hortícolas son sensibles al déficit hídrico tanto en la primera fase de su desarrollo como en la de floración-producción, por lo que la adopción de la tecnología del riego es una de las prácticas agrícolas más relevantes para asegurar el desarrollo del cultivo y la producción del mismo, dado que es un riesgo dejar al cultivo únicamente con agua de lluvias con la actual coyuntura del cambio climático.

El sistema de riego debe permitir que el agua sea aplicada uniformemente al suelo para su posterior absorción por las plantas, en el momento oportuno y en la cantidad adecuada. El manejo del riego requiere conocimiento y prácticas adecuadas para definir el momento y la cantidad de agua a aplicar al cultivo, con el propósito de lograr incrementar el rendimiento de la producción, y obtener productos en cantidad y calidad, en forma sostenible.

El manejo eficiente del sistema de riego, posibilita el uso eficiente del agua disponible así como el de la energía empleada; y se tiene un mejor control del ataque y/o aparición de plagas y enfermedades. El sistema de riego por goteo es el empleado por los pequeños productores hortícolas del Departamento del Guairá y del Departamento Central. Se señala que este sistema de riego debe contar con diseño y manejo adecuados.

8.1 Riego por goteo

El riego por goteo es un método de aplicación de agua, nutrientes y agroquímicos directamente a la zona de raíces de las plantas en proporción controlada. Esto permite obtener máximos resultados en producción y calidad de cosecha; y minimizar al mismo tiempo el uso del agua, energía y otros recursos.

El sistema de riego que mejor se adapta mejor a los ambientes protegidos es conocido como riego por goteo o localizado. Las características del sistema consisten en mojar la zona radicular y no toda la superficie de la parcela. Además los caudales aplicados son pequeños, a baja presión y con alta frecuencia. El regado frecuente permite disminuir el stress hídrico de la planta que se producen entre los intervalos de riego prolongados.



Figura 98. Riego por goteo en plantas

8.2 Con un buen diseño, instalación y manejo adecuado del sistema se debería obtener:

- Incremento en la producción y calidad.
- Máxima uniformidad. 95% o más.
- Ahorro de agua. Evita evaporación, escurrimiento, entre otros.
- Ahorro energético. Requiere bajas presiones.
- Ahorro en la utilización de fertilizantes y agroquímicos.
- bajo costo de operación.
- Menor incidencia de malezas. Solo se riega las raíces y no los camineros.

El riego debe efectuarse antes de que la deficiencia de agua en el suelo cause perturbaciones en las actividades fisiológicas de las plantas y provoque reducción en los rendimientos. La cantidad de agua a ser aplicada en cada riego, debe ser la suficiente como para reponer la tasa de evapotranspiración del cultivo desde el último riego así como para compensar las pérdidas de agua en el sistema y el lavado de sales.

Por otra parte, riegos excesivos, pueden ocasionar mayor incidencia de enfermedades, así como desperdicio de energía, agua y lavado de nutrientes. También el agua en exceso puede alcanzar la napa freática contaminando el agua con nitrógeno y agroquímicos.

8.3 Fases de desarrollo de las hortalizas

Las hortalizas generalmente presentan cuatro fases de desarrollo relacionadas a la necesidad de riego para su buen desempeño, que se citan a continuación:

- a) **Fase Inicial:** Desde la plantación hasta la emergencia de las plántulas; o del trasplante hasta el "prendimiento" de las plántulas.
- b) **Fase Vegetativa:** Del final de la fase Inicial hasta el 80% del máximo desarrollo vegetativo con plena floración.
- c) **Fase Producción:** Del final de la fase Floración hasta el inicio de la maduración.
- d) **Fase maduración:** Del final de la fase de Floración hasta la cosecha.

8.4 Factores que determinan el tipo de sistema de riego, dosis y frecuencia de riego en hortalizas

- a) **Tipo de suelo:** Es necesario conocer la textura del suelo en los diferentes estratos de su perfil; la estructura, la capacidad de almacenamiento del agua, profundidad radicular efectiva para definir la dosis y frecuencia de riego. En base a ello se determina el intervalo entre riegos o frecuencia de riego en cada fase de desarrollo de las plantas.
- b) **Profundidad efectiva del sistema radicular:** Este aspecto es afectado por la textura, estructura, estratos impermeables, fertilidad y capacidad de drenaje del suelo. Se debe evaluar la profundidad en la parcela para el buen desarrollo radicular en cada fase del cultivo, que posibilite el buen y efectivo desarrollo de las raíces de diversas hortalizas según su etapa crecimiento. Lo ideal es evaluar la profundidad en la parcela para cada fase de desarrollo del cultivo.
- c) **Periodos críticos:** Las hortalizas presentan determinadas fases de desarrollo donde la deficiencia de agua ocasiona reducciones considerables en el rendimiento. Generalmente, el periodo crítico ocurre en la fase en que el producto u órgano de la planta a ser comercializado está en desarrollo. En esta fase se debe tener un especial cuidado en el suministro de agua a los cultivos.
- d) **Fracción de extracción o reposición de agua por el cultivo:** En teoría el agua disponible para el consumo de las plantas se encuentra entre la humedad a capacidad de campo y el punto de marchitez. Al "acercarse" la humedad al punto de marchitez, aumenta progresivamente la dificultad en la absorción de agua, por lo que se hace necesario establecer un margen de humedad del suelo para garantizar un buen desarrollo del cultivo. La humedad fácilmente utilizable está directamente relacionada con la fracción, que es el segmento de agua disponible que el cultivo puede extraer del suelo sin sufrir estrés por falta de agua.

8.5 Datos necesarios para el diseño de un sistema de riego de pequeña escala

a) Datos agronómicos:

- Tipo de cultivo.
- Formato de plantación. Tablones, surcos, cobertura total, otros. Espacios entre líneas y camineros.
- Requerimientos de lámina de agua. Mm/día.
- Necesidades específicas. Goteo, aspersión, germinación, invernaderos, otros.
- Requerimientos de fertirriego.

b) Datos del suelo y clima

- Tipo de suelo. Arenoso, Arcilloso, Mixto.
- Evapotranspiración promedio de la zona.
- Presencia de sales.
- Viento predominante. Ubicación en plano. Solo para diseños de aspersión.
- Particularidades de la zona.

c) Datos físicos del lugar

- Contar con un plano o croquis del lugar donde se desea regar con la máxima información posible.
- Especificar en el plano las diferencias topográficas existentes en el terreno; alturas máximas y mínimas, pendientes.
- Indicar obstáculos existentes.
- Señalar la ubicación la fuente de agua y a qué distancia se encuentra del predio a irrigar. Asimismo señalar el nivel de ubicación de la fuente de agua así como el nivel de ubicación del sistema de riego (desde el cabezal hasta la tubería secundaria de drenajes). Identificar el tipo de agua disponible (superficial, subterráneo) y tener en cuenta los resultados de análisis físico y químico del agua, evitar las aguas saladas.
- Fuente de agua: El agua de riego debe ser almacenado en reservorios de plástico o depósitos contruidos mediante la excavación de tierra de forma generalmente trapezoidal o de vaso. El reservorio puede ser cubierto con una membrana de plástico o geomembrana cuyo espesor es de 200 a 250 micras. En caso de no disponer con geomembrana, se puede impermeabilizar el reservorio con arcilla compactada.
- Verificar el caudal promedio de agua que puede otorgar la fuente del mismo. Si es muy bajo, esto es una limitante.
- Es muy importante tener en cuenta el tipo de energía eléctrica con que cuenta el lugar y la distancia requerida del tendido de cables para su uso; así como la capacidad de responder a la demanda del sistema de riego.



Figura 99. Reservorio de plástico



Figura 100. Reservorio con geomembrana

8.6 Esquema de un sistema de riego por goteo

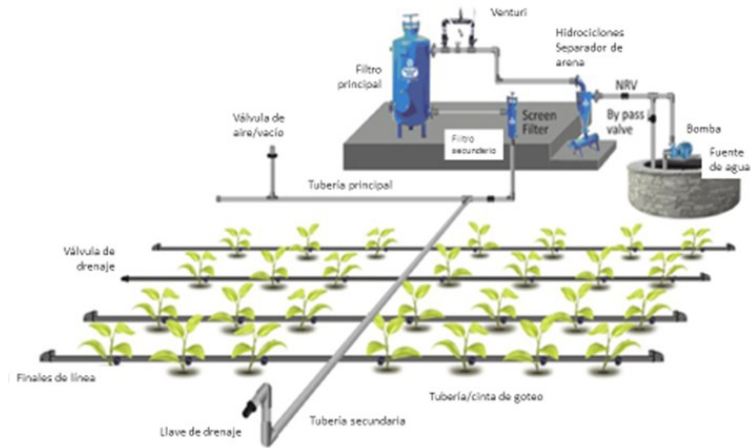


Figura 101

Los principales componentes son:

- i. **Cabezal de riego:** Comprende un conjunto de elementos que sirven para impulsar, filtrar, inyectar fertilizantes y controlar los caudales de riego.
- ii. **Filtros y filtrados:** Los filtros sirven para retener las impurezas del agua como son los materiales orgánicos, (algas, residuos de vegetales) y las impurezas inorgánicas (arena, limo y arcillas). Existen diferentes tipos de filtros como los de arena, de mallas y el de anillas. El más utilizado es el de anillas.
- iii. **Equipos de fertirrigación:** Son dispositivos para inyectar los fertilizantes disueltos en la red de riego. Existen varios tipos como el tanque de fertilización, los dosificadores de abono y bombas hidráulicas. El inyector o tubo venturi es el más común y de menor costo de instalación.



Figura 102. Proyector venturi



Figura 103. Proyector venturi instalado

8.6.1 Cantidades necesarias de riego de los cultivos

La cantidad de agua a ser aplicada en cada riego debe ser suficiente para reponer la tasa de evapotranspiración de los cultivos desde el último riego así como para compensar las pérdidas de agua en el sistema. Para determinar el momento de riego se puede recurrir a los valores de la fuerza con la que el agua es retenida en el suelo. Esta fuerza se puede determinar utilizando los tensiómetros de suelo o medidores de pF.

8.6.2 Cantidades necesarias de riego de los cultivos

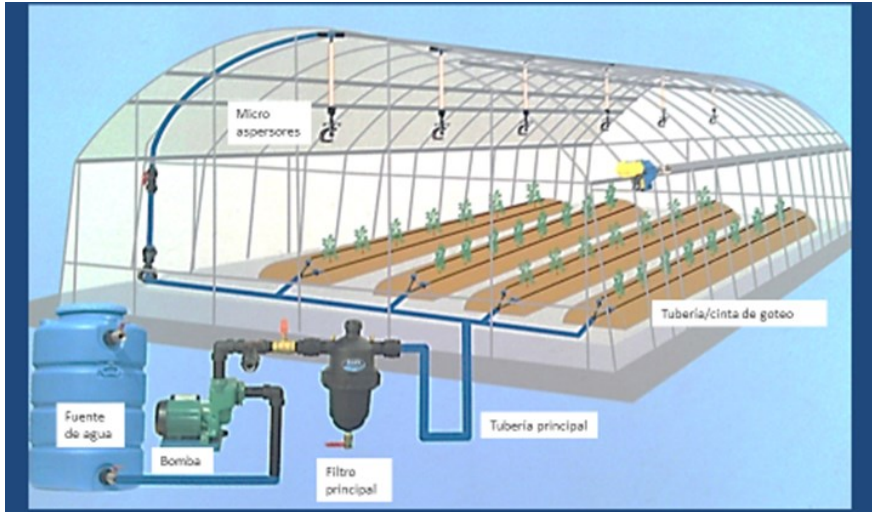
La cantidad de agua a ser aplicado en cada riego debe ser suficiente para reponer la tasa de evapotranspiración de los cultivos desde el último riego así como para compensar las pérdidas de agua en el sistema. Para determinar el momento de riego se puede recurrir a los valores de la fuerza con la que el agua es retenida en el suelo. Esta fuerza se puede determinar utilizando los tensiómetros de suelo o medidores de pF (Figura 104). La zona verde del manómetro indica suelo con agua disponible para el cultivo y la zona amarilla indica suelo saturado, en esas dos franjas no es necesario regar y la zona roja de manómetro indica el período riego.



Figura 104. Medidor de pF

En general la cantidad de agua a aplicar se mide en milímetros de lámina de agua (mm), por lo tanto si regamos 1 mm estamos aplicando 1 litro de agua por metro cuadrado. Para saber cuántos milímetros de agua por cada metro cuadrado riega un sistema determinado, en este caso riego localizado, se multiplica la cantidad de goteros por metro cuadrado por el caudal de cada gotero que es definido por el fabricante y se expresa en litros/hora. Un gotero vierte entre 1 a 4 litros/hora. El primer riego en hortalizas debe ser importante de manera a tener un suelo a capacidad de campo y en especial al momento del trasplante. En general los riegos iniciales se aplican dosis de 10 mm a 50 mm. Posterior al riego inicial las dosis diarias de riego en hortalizas fluctúan entre 5 a 50 mm.

8.7 Esquema de un sistema de riego por goteo en invernadero



En base a lo expuesto precedente y analizado detenidamente cada componente del sistema de riego por goteo, expuesto en las dos imágenes anteriores, es posible resumir lo siguiente:

- Fuente de agua: Río, arroyo, lago, pozo artesiano, pozo somero (brocal). Determina la cantidad de superficie que se puede regar.
- Reservorio de agua: El más usado y recomendado es el reservorio con cobertura plástica, tiene una duración 24 a 36 meses. Mínimo de espesor 200 micrones con aditivos UV
- Cabezal de bombeo: Sistema de bombeo, inyección de fertilizantes, filtros, manómetros de aceite, elementos de seguridad, conexiones para riego por goteo, válvulas reductoras de presión, válvulas reductoras de aire, conexiones para reparar daño mecánico.
- Filtros tipo y tamaños se deben escoger según el caudal a filtrar y según la calidad del agua a utilizar. Existen tipos de filtros que permiten hacer una limpieza manual.
- Tuberías primarias: Llevan el agua desde el cabezal de bombeo hasta la parcela. Estos pueden ser tuberías de Polietileno o PVC enterrado.
- Tuberías secundarias: Son las tuberías a las cuales se conectan los tubos de goteo. Pueden ser de Polietileno o PVC enterrado.
- Tubos de goteo: Son conductos con emisores igualmente distanciados, los cuales forman una franja húmeda uniforme en la zona de propagación de las raíces de los cultivos.
- Accesorios. Mechas perforadoras de diferentes dimensiones, sacabocados y herramientas para conexiones.


8.8 Elección del tipo de tubería

Conductores de riego: La red de distribución conduce el agua desde el reservorio hasta el cultivo por un sistema de tuberías. Las tuberías según su orden se llaman primarias y secundarias. Las tuberías de menor orden o diámetro distribuyen el agua a lo largo de su longitud a través de emisores o goteros. Los tipos de goteros son varios con caudales de 1 a 4 litros/hora. El gotero más económico es el incorporado a una cinta de riego. La cinta portadora de los goteros es de pared delgada y eso que hace sean de bajo costo.

Elección del tipo de tubería de goteo

- La vida útil de la tubería de goteo debe de ser igual o mayor al ciclo del cultivo a regar. Elección del espesor adecuado.

<p>Frutilla: 4-6 meses. Tomate, Pimiento: 6 meses a 1 año. Ka'á He' é: 4 años. Citricos: 8 años o mas</p>	<p>Duración promedio</p> <p>150 mic. 6 a 18 meses 200 mic. 12 a 30 meses 300 mic. 3 a 6 años 600 mic. 5 a 10 años</p>
--	--



8.9 Distancia entre goteros

La distancia entre los goteros debe permitir que se forme una franja húmeda, en donde se desarrollaran las raíces de los cultivos.



Otros factores a tener en cuenta		
<u>Gotero tipo pastilla</u>	<u>Vs.</u>	<u>Gotero continuo</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Alta uniformidad. • Alta resistencia al taponamiento de los emisores. • Bajo coeficiente de variación. • Hay goteros autocompensados. • Alto costo en espaciamientos pequeños. Menores a 20cm. 		<ul style="list-style-type: none"> • Buena uniformidad. • Buena resistencia al taponamiento de los emisores. • Coeficiente de variación medio. • Igual costo en espaciamientos pequeños o grandes

8.10 Diseño de instalación de fertirrigación con sistema venturi

La fertirrigación es la aplicación al cultivo conjuntamente de agua de riego y fertilizantes en forma disuelta. Los fertilizantes se pueden administrar al sistema de forma continua o intermitente. El riego por goteo o localizado es el método que mejor se adapta a la fertirrigación. El método más utilizado de inyección de fertilizantes es el tubo venturi.

Los fertilizantes en forma disuelta, se depositan en la zona radicular y se distribuyen más homogéneamente. El abonado se realiza de acuerdo a las necesidades de las plantas y de acuerdo a su desarrollo en las distintas etapas lo que facilita un uso más eficiente de los fertilizantes.

Los fertilizantes utilizados en fertirriego pueden ser compuestos sólidos y líquidos y una característica importante es su alta solubilidad. Los fertilizantes líquidos son abonos preparados que contienen en disoluciones y se utilizan de acuerdo a las indicaciones de su fabricante.

8.11 Instalaciones típicas de inyectores de fertilizante tipo venturi

Método 1

El inyector se instala alrededor de un punto de restricción tal como una válvula de compuerta o una válvula reguladora de presión; o para crear una presión diferencial a lo largo del inyector. Esto permite que el inyector produzca un vacío y succione el fertilizante. (Ver Figuras 105).

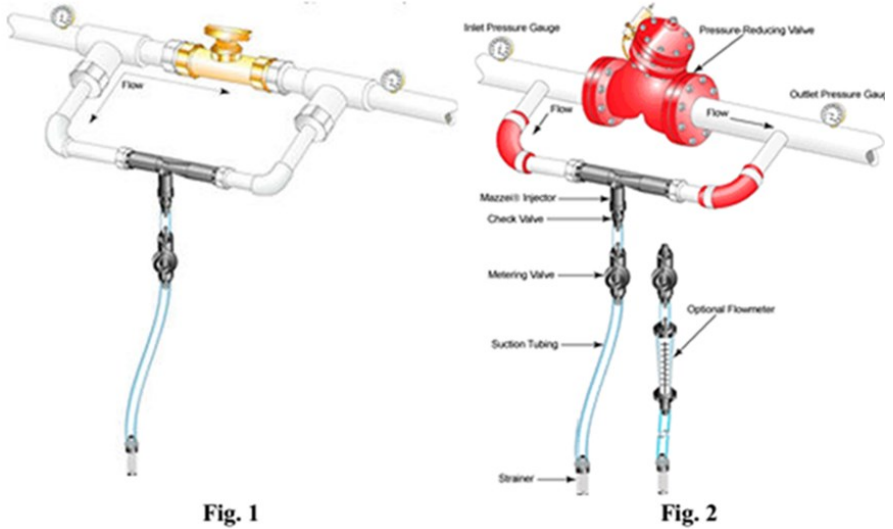


Fig. 1

Fig. 2

Figura 105. Inyectores de fertilizantes tipo venturi

Método 2

El inyector se instala en una derivación con una bomba elevadora de presión. Cuando la presión de la línea principal no puede ser reducida, una pequeña bomba elevadora de presión puede ser utilizada para crear suficiente presión diferencial para que funcione el inyector. (Ver la siguiente figura).

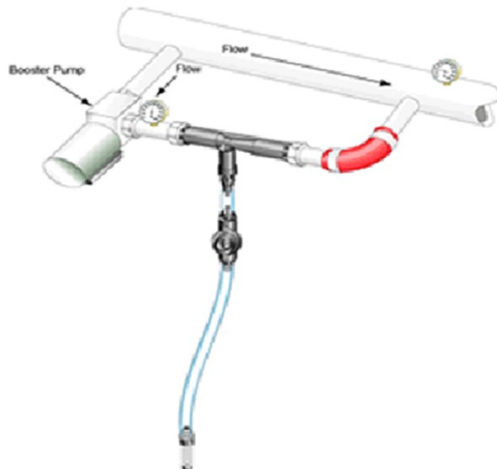


Figura 106. Instalación del sistema Venturi con una bomba elevadora de presión

8.12 Diseño de instalación, operación y mantenimiento del sistema de riego



Tuberías secundarias bajo tierra



Purga de las tuberías

Siempre al principio de cada temporada .

A lo largo de la temporada de acuerdo a la calidad del agua (reglas generales) :

Agua limpia : una vez por mes

Agua sucia : cada dos semanas

Agua muy sucia : una vez por semana (Nunca purgar mas de 10 laterales de una vez, mejor 5 por 5)

*** Siempre purgar las tuberías después de roturas o arreglos

Purga de las tuberías

Durante la instalación el lavado de toda la tubería se debe hacer del siguiente orden :

- 1 - Líneas principales
- 2 - Líneas secundarias
- 3 - Laterales



Purga de las líneas principales

Se deben lavar muy bien :
Durante la instalación
Después de cada rotura en la línea



Purga de las líneas secundarias



Purga de los laterales



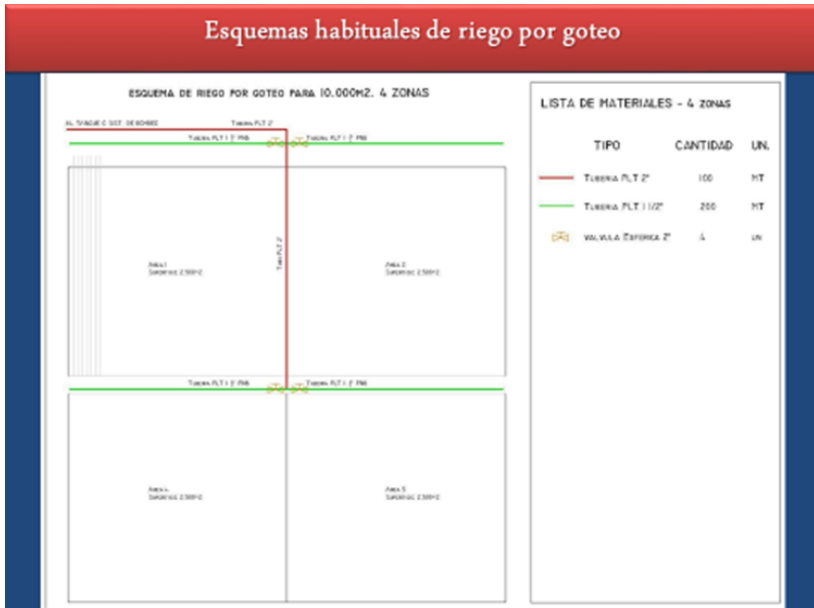
Instalación de llaves de paso para
zonificación de riego



Sistema instalado y en funcionamiento.
Nótese la uniformidad del sistema.



8.13 Ejemplo de esquemas de riego por goteo en parcela de pequeña escala



LITERATURA CONSULTADA

ALTERVIDA (Centro de Estudios y Formación para el Ecodesarrollo, PY). 2003. Producción Agropecuaria Ecológica; Material educativo para pequeños productores. Asunción; PY. 103 p. Consultado el 12 nov. 2012. Disponible en: <http://www.altervida.org.py/v2/uploads/2013/03/PRODUCCION-AGROPECUARIA-ECOLOGICA.pdf>

Arias R, JH; Rengifo M, T; Jaramillo C, M. 2007. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA); En la producción de frijol voluble. (en línea). Antioquia, CO. Manual Técnico. 168 p. Consultado 14 ene 2016. Disponible en <http://www.fao.org/co/manualfrijol.pdf>.

Cáceres, S; Miño, VS; Aguirre A. 2011. Guía Práctica para la Identificación y el Manejo de las Plagas del Pimiento. (en línea). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Bella Vista Corrientes, AR. 79 p. Consultado 23 set 2016. Disponible en:

Camacho Ferre, F. 2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. CAJAMAR, Almería, Es, 386p.

CEICKOR (Centro de Investigación y Capacitación Koppert Rapel). sf. Principales plagas y enfermedades del tomate en invernadero. (en línea). Consultado 13 ene 2016. Disponible en <http://frutastejerina.com/PLAGAS-Y-ENFERMEDADES-TOMATE.pdf>

Cisneros V., F. H. 1980. Principios del control de las plagas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 179 p.

ESTUDIO FAO PRODUCCION Y PROTECCION VEGETAL. El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo. 2002, Roma, Italia, 1 - 8p

Gutiérrez M,M de J.2012. Manejo integrado de plagas en el cultivo de tomate. (en línea). Somoto, NI. Consultado 14 set 2016. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos91/tema-manejo-integrado-plagas-cultivo-tomate/tema-manejo-integrado-plagas-cultivo-tomate.shtml>

Fuentes Yagüe, José Luis. Técnicas de Riego. I.S.B.N.: 84-341-0772-4. IRYDA – 1992. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.

Howell, H., N. 1989. Utilización de métodos físicos y mecánicos. En: Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Estado actual y futuro. In Keith, L; Andrews; José Reutilio, Quesada. (eds.). Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. Honduras. P. 255-259

INATEC (Instituto Nacional Tecnológico); DGFP (Dirección General de Formación Profesional). 2003. Manual para el estudiante: Niveles y umbrales de daños económicos de la plaga. (en línea). 51 p. Consultado 25 nov 2014. Disponible en: http://www.incidenciapolitica.info/biblioteca/146_completo.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. 2014. Producción hortícola bajo cubierta, INTA, Buenos Aires, Ar. 148p.

Kimura, Y; Trabuco, M; Ramírez de López, MB. 2001. Técnica de control de virus de tomate. Proyecto de mejoramiento de la tecnología de producción de hortalizas para pequeños productores en el Paraguay, MAG-JICA. Caacupé, PY. 4 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY); JICA (Agencia de Cooperación Técnica Internacional del Japón). 2002. Manual de Técnicas de Cultivo de hortalizas de fruta: Tomate, Melón, Frutilla. Caacupé, PY. 204 p

Rojas M, J; Castillo D, M. 2007. Planeamiento de la Agro-Cadena del tomate en la región Central Sur de Costa Rica. (en línea). Puriscal, CR. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección Región Central Sur. Programa Regional de Hortalizas. 75. P. Consultado 6 ene. 2013. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00063.pdf>

TaRI (*Tuta absoluta* Red de Información). 2011. Consultado en línea el 08 ene. 2013. Disponible en: www.tutaabsoluta.es

Tonelli, B; Rothman, S. sf. El cultivo de tomate. (en línea). Universidad Nacional de Entre Ríos. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cátedra Cultivos IV (Horticultura). 28 p. Consultado 13 ene 2016. Disponible en: www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/horticultura/tomate.pdf

Wyckhuys, KAG; Fuentes, LS; Niño, NE; Espinosa, L; De Vis, R; Escobar, H. 2009. Manejo Integrado de plagas y enfermedades. (en línea). Eds.: Escobar, H; Lee, R. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero. 2ed. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales (CIAA). 184 p. Consultado 13 ene 2016. Disponible en <http://avalon.utadeo.edu.co/servicios/ebooks/tomate/files/assets/basic-html/page4.html>.



**Resiliencia y gestión
integral de riesgos**
en la agricultura



**Resultados,
nuestro
compromiso**

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA

Representación Paraguay

Campus de la UNA, FCV, Calle Gral. Patricio Escobar casi Ruta Mcal. Estigarribia, San Lorenzo - C.C. 287
Telefax.: (595-21) 584 060

Correo Electrónico: ica.py@iica.int / Sitio Web: www.iica.int/Paraguay