

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA
VICEMINISTERIO DE CULTIVOS VARIOS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES HORTICOLAS
"LILIANA DIMITROVA"

Manual para la producción Protegida de Hortalizas



*La Habana
2006*

**MINISTERIO DE LA AGRICULTURA
VICEMINISTERIO DE CULTIVOS VARIOS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES HORTICOLAS
"LILIANA DIMITROVA"**

Manual para la producción Protegida de Hortalizas

Colectivo de autores.

Instituciones participantes:

Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova"

Centro Nacional de Sanidad Vegetal

Empresa Cítricos "Caribe"

Dirección Nacional de Cultivos Varios, MINAG

Instituto de Investigaciones de Suelos

Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje

*Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical
"Alejandro de Humboldt"*

Instituto de Investigaciones de mecanización Agropecuaria

Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA), MINAG

MINFAR (Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias)

***La Habana
2006***

Editorial: LILIANA

Revisión Técnica: Francisco R. Pupo González

Corrección y estilo: Olimpia Gómez Consuegra

Composición: Mayleysy Rodríguez Velásquez

Omarys García Fernández

Fotografías:

Impreso en:

Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”

Carretera Bejucal-Quivicán, Km. 33^{1/2}, La Habana, Cuba.

Teléfonos:(5366) 681603 al 07

Fax (5366) 682600 y 682601

E.Mail: [dirección@liliana.co.cu](mailto:direccion@liliana.co.cu)

comercial@liliana.co.cu

ISBN:959-7111-37-3

**MINISTERIO DE LA AGRICULTURA
VICEMINISTERIO DE CULTIVOS VARIOS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES HORTICOLAS
"LILIANA DIMITROVA"**

Manual para la producción Protegida de Hortalizas

Colectivo de autores.

Antonio S. Casanova, Olimpia Gómez, Francisco R. Pupo, Manuel Hernández, Marisa Chailloux, Tomás Depestre, , Julio C. Hernández, Víctor Morero, maría León, Alberto Igarza, carmen Duarte, Irene Jiménez, Roberto santos, Aurelio navarro, Aleyda Marrero, Hortencia Cardoza, Francisco Piñeiro, Noel Arozarena, Luisa Vilarino, Maria Isabel Hernández, Eduardo Martínez, Máximo Martínez, Bertalina Muiño, Blanca Bernal, Julia Mirta Salgado, Huberney Martínez, Alfredo Socorro, Félix Cañet, José Fi, Alicia Rodríguez.

***La Habana
2006***

I. INTRODUCCIÓN

En Cuba, el cultivo protegido constituye una tecnología promisoria para extender los calendarios de cosecha de las hortalizas y asegurar su suministro fresco al turismo, mercado de frontera y población, inclusive en los períodos en que la oferta de la producción proveniente del campo abierto resulta en extremo limitada. A nivel mundial el cultivo protegido se reconoce hoy día como una tecnología agrícola de avanzada, que puede influir eficazmente en la producción de hortalizas frescas durante todo el año. La importancia del mismo ha ido creciendo en la medida en que el productor ha dominado la tecnología y obtenido resultados satisfactorios.

En cada país las condiciones climáticas son diferentes y por tanto, los diseños de las estructuras, los cobertores y el manejo de los cultivos se adaptan a sus necesidades y posibilidades. La experiencia y los resultados obtenidos hacen del cultivo protegido un sistema interesante por la protección que brinda a las plantas del exceso de precipitaciones, la radiación solar, plagas y enfermedades, así como por las ventajas que ofrece en el orden agronómico, económico y social.

Los rendimientos en hortalizas alcanzados por algunos de los proyectos existentes en el país representan un importante salto cuantitativo con relación a los que se logran a campo abierto. Existen numerosas unidades de cultivo protegido que poseen un trabajo consolidado, a partir del cumplimiento de una rigurosa disciplina tecnológica que parte de la capacitación sistemática de sus técnicos y obreros, actividad a la que ha contribuido la primera edición del Manual para Casas de Cultivo Protegido, publicado en el año 2003, y otros materiales elaborados sobre el tema.

El presente documento constituye una revisión corregida y ampliada de la primera edición, al calor de los avances logrados en la tecnología del cultivo protegido hortícola en el país en los últimos tres años, fruto de los resultados de las investigaciones de diferentes instituciones, de ensayos participativos realizados en las principales unidades de producción y de valiosos aportes surgidos en talleres, seminarios y forum tecnológicos celebrados entre especialistas y técnicos del MINAG, MINFAR, MININT, ANAP, MES, MINAZ, CNSV y firmas especializadas radicadas en el país.

Esperamos que esta segunda edición del Manual para la Producción Protegida de Hortalizas constituya una herramienta técnico-metodológica, de consulta y de capacitación para los técnicos, productores y dirigentes del país que tienen como objetivo lograr durante todo el año elevados y sostenidos rendimientos de hortalizas de alta calidad, mediante la explotación del sistema de producción protegido en condiciones tropicales, con mayor armonía y cuidado del medio ambiente.

II. INSTALACIONES Y MANEJO CLIMÁTICO

2.1. INSTALACIONES

Los modelos de instalaciones para el cultivo protegido de hortalizas en Cuba se agrupan atendiendo al efecto creado en el interior de las mismas. En una de la tipología se crea un efecto “invernadero”, mientras que en la otra se crea un efecto “sombrilla”, más adecuado para las condiciones del clima subtropical de nuestro país. El significado de los anteriores términos se explica a continuación:

Efecto “Invernadero”

Se denomina así al calentamiento inducido por la radiación solar que atraviesa la cubierta de la atmósfera confinada en el invernadero o casa de cultivo, en relación con el exterior .La luz solar que pasa a través de la cubierta es adsorbida dentro del invernadero, pero una parte de esta energía es reirradiada en forma de rayos infrarrojos largos que no atraviesan la cubierta, quedando atrapada esta energía en el interior lo que provoca un efecto de invernadero para cualquier condición atmosférica y época del año. La presencia del material de cerramiento con malla antinsectos por laterales, frentes, y ventana cenital provoca una reducción de la corriente de aire y por consiguiente una disminución del transporte convectivo de calor. Las instalaciones con estas características se clasifican dentro de la tipología 1, y de forma general se les llama “casas cerradas”.

Efecto “Sombrilla”

Es el efecto buscado en la producción protegida de hortalizas en regiones cálidas intertropicales. Consiste en proteger a las plantas del efecto de las lluvias y a la vez, lograr una disminución de la alta radiación global incidente y permitir al mismo tiempo una mayor aireación de las plantas, lo que se logra cubriendo las instalaciones con un cerramiento superior de polietileno (PE) o rafia plastificada, ventana cenital y colocando malla sombreadora 35 % por laterales y frentes o simplemente levantando o bajando convenientemente la malla antinsectos, también por laterales y frentes. Esto permite continuas renovaciones de aire en el interior de las casas de cultivo, con lo cual se evitan los saltos térmicos que incrementan de 10 a 15 °C la temperatura máxima en el interior de las instalaciones cerradas con malla antinsectos. Por sus características se les llama “casas abiertas” o de tipología 2.

Las condiciones climáticas y económicas de cuba exigen de las instalaciones protegidas, los requisitos siguientes:

- Construcciones resistentes a fuertes vientos y tener larga vida útil.
- Bajo costo inicial y de mantenimiento.
- Ventilación adecuada con suficiente altura en las paredes laterales.
- Fácil desarme y arme de los cobertores ante la inminencia ciclónica.
- Alta trasmisión de la luz por su estructura y cobertores.
- Utilización de plásticos antigoteo y una adecuada pendiente de las estructuras.
- Facilitar las labores de cultivo en su interior.

Tabla 1. Principales modelos de instalaciones de cultivo protegido utilizadas en Cuba.

| Modelo | Procedencia | Dimensiones | | | | Características y efecto creado |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------|-----------|-----------|------------------------------|--|
| | | Altura cumbre (m) | Ancho (m) | Largo (m) | Área total (m ²) | |
| Avririt | GBM, Israel | 7.0 | 125.0 | 41.0 | 5 125.0 | Multitúnel, ventilación cenital, malla antinsectos, pantalla térmica, "Efecto invernadero" |
| Diente de Sierra | CARISOMBRA Cuba - España | 5.3 | 28.0 | 44.0 | 1 232.0 | Multitúnel, ventilación cenital, malla antinsectos, "Efecto invernadero" |
| Double Vent | YAMKO | 5.7 | 31.0 | 44.0 | 1 364.0 | Multitúnel, ventilación cenital, malla antinsectos, "Efecto invernadero" |
| Parral modificada | Cuba | 6.0 | 16.0 | 76.0 | 1 216.0 | Doble ventilación cenital, malla antinsectos, "Efecto invernadero" |
| Negev (Topaz) | GBM, Israel | 5.8 | 24.2 | 41.0 | 992.2 | Multitúnel con ventanas cenitales "Efecto invernadero" |
| DP – 12 | CARISOMBRA Cuba- España | 4.4 | 12.0 | 40.0 | 480.0 | Doble propósito, malla antinsecto y malla monofilamento 6x6. |
| MSC España | JAGUEY | 5.8 | 23.4 | 70.0 | 1638.0 | Pantalla térmica automática. Efecto Invernadero |
| MSC-SIME España-Cuba | GRANMA 1 | 5.5 | 12.0 | 45.0 | 540.0 | Doble propósito. Doble malla lateral. |
| MSC-SIME España-Cuba | GRANMA 2 | 5.5 | 20.0 | 40.0 | 800.0 | Pantalla Térmica. Funcionamiento Manual. Efecto invernadero. |
| A – 12 | CARISOMBRA Cuba - España | 4.4 | 12.0 | 45.0 | 540.0 | Malla de sombra 35 % por laterales y frente. "Efecto sombrilla" |
| Túnel | China | 2.5 | 7.5 | 40.0 | 300.0 | Cerramiento total. "Efecto invernadero" |
| Túnel | CARISOMBRA Cuba - España | 2.5 | 8.5 | 40.0 | 340.0 | Malla antinsecto "Efecto invernadero" |

2.2. MANEJO CLIMÁTICO

El manejo climático de las instalaciones para el cultivo protegido de hortalizas tiene sus particularidades de acuerdo a las condiciones específicas de cada lugar. Por ejemplo, en países fríos se necesita elevar las temperaturas y por tanto buscar el “efecto invernadero” o emplear otras técnicas como la calefacción. En los países en que prevalecen temperaturas elevadas y existen fuertes precipitaciones, se busca un “efecto sombrilla” para proteger las plantas de la alta radiación, buscar más ventilación y proteger los cultivos de las lluvias. En zonas de desiertos se necesita proteger los cultivos de los fuertes vientos y buscar el “efecto” cortavientos y a la vez el ahorro de agua.

En Cuba, el período más crítico para la producción de hortalizas ocurre en primavera - verano (trasplante marzo - agosto), en que prevalecen temperaturas máximas muy elevadas y una alta radiación global.

El microclima en el interior de las casas se torna muy desfavorable, debido a la alta radiación solar, lo cual incrementa considerablemente la temperatura, lo que trae consecuencias desfavorables para la fructificación de las plantas, principalmente en el cultivo del tomate. Este incremento de la temperatura que se genera en el interior de las casas también afecta al hombre que labora en su interior. Esta situación depende de la instalación y su manejo climático, y es crítica en las instalaciones de tipología 1.

Entre los factores que influyen en la variación de la temperatura interior de las instalaciones se encuentran:

- Geometría de las instalaciones.
- Dimensiones de la Casa de Cultivo.
- Tipo de material de cerramiento y su limpieza.
- Ubicación.
- Condiciones orográficas del lugar.
- Presencia o no de ventanas cenitales y laterales.
- Estado vegetativo del cultivo y su manejo agronómico.
- Velocidad del viento predominante.
- Ubicación de las mallas de sombreo.
- Elementos del clima.

Para una mayor comprensión de los fenómenos que ocurren en el interior de las casas de cultivo es imprescindible tener nociones sobre los elementos del clima y cómo influyen sobre los cultivos. Se entiende por elemento climático a toda propiedad o condición de la atmósfera que define el estado físico del tiempo o del clima de un lugar determinado, para un momento o período de tiempo dado.

Los principales elementos del clima a los que se hace referencia son los siguientes:

- Temperatura del aire
- Radiación solar
- Viento
- Humedad del aire
- Evaporación
- Nubosidad

Temperatura del aire.

La temperatura del aire es la temperatura medida mediante un termómetro colocado en el interior de una caseta meteorológica y a una altura de 1.5 m del suelo. La unidad de medida en la que se expresa su magnitud es el grado celsius ($^{\circ}\text{C}$). El factor que más influye sobre la temperatura del aire es la radiación solar, lo cual explica la estrecha correlación entre ambas variables. La temperatura del aire alcanza su máximo anual en el país en los meses de julio y agosto y el mínimo en los meses de enero y febrero. La temperatura es la principal variable climática a tener en cuenta y es la que más influye en las posibilidades productivas en las casas de cultivo.

En la formación de las características tropicales del clima de Cuba es determinante la cantidad de radiación solar que incide sobre la superficie, la que tiene sus variaciones según las condiciones orográficas del lugar y la época del año. Cuando las temperaturas son muy elevadas la evapotranspiración llega a un valor crítico a partir del cual la planta no es capaz de absorber y transportar toda la cantidad de agua que ella necesita transpirar por las estomas y los cierra, es decir se ha producido el estrés hídrico por un desequilibrio entre la transpiración y absorción radicular.

Los factores ambientales, tales como temperatura, humedad y luz afectan grandemente cada proceso de la reproducción en el tomate, y a la vez, el porcentaje de fructificación y el rendimiento. La temperatura en los trópicos es particularmente desfavorable para la fructificación y limita la producción de tomates, al igual se puede decir de la luz.

La fructificación del tomate es sensible a ciertas temperaturas críticas según se conoce hace algún tiempo. Estas inducen la caída de botones y flores como resultado de la falta de fertilización la cual, a su vez, es afectada por un número considerable de factores. Temperaturas superiores a $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ por el día y $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ por la noche, o un período de exposición a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante solo cuatro horas pueden causar la caída de los botones en la mayoría de los cultivares de tomate.

Radiación solar

Es la cantidad de radiación recibida en una superficie horizontal en el suelo, ó sea, es la llamada radiación global. La unidad de medida es el mega joule por m^2 por día ($\text{MJ}/\text{m}^2 - \text{día}$). La intensidad de la radiación global depende fundamentalmente de la altura del sol sobre el horizonte, de la cantidad y tipo de nubes y del grado de transparencia de la atmósfera. Los valores medios anuales de la radiación solar en Cuba oscilan entre 5 100 y 6 600 MJ/m^2 al año aunque en algunas zonas costeras se observan máximas anuales de hasta 8 590 MJ/m^2 y valores máximos en abril y junio.

La radiación solar elevada en el período primavera-verano generalmente calienta los cuerpos por onda corta. El vapor de agua de la atmósfera absorbe 85 % de las radiaciones de longitud de onda larga y en cambio solamente absorbe un 14 % de las radiaciones de onda que envía el sol. La atmósfera terrestre hace efecto de cubierta de un gran invernadero que deja pasar las radiaciones solares de onda corta y no deja escapar las radiaciones terrestres de onda larga. La intensidad de la radiación solar por el día es elevada, aumentando la temperatura y sometiendo a la planta a desequilibrios entre transpiración y absorción radicular. Los cuerpos dentro de la casa de cultivo absorben las radiaciones solares y se calientan y estas altas temperaturas provocan estrés en las plantas, alterando las estructuras reproductivas, el cuajado, la viabilidad del polen y desorganizan en general el sistema enzimático. En tomate, un descenso de radiación afecta negativamente a la calidad del fruto, incrementando su contenido en agua, afectando su compacidad, resistencia al transporte y vida comercial, así como la disminución del contenido de azúcar.

El viento

El desplazamiento del aire, es decir, el viento se caracteriza por su velocidad y dirección. Durante el período lluvioso predomina sobre el país la influencia de los vientos alisios los que imponen un régimen estable de vientos del noreste al este. Las medias mensuales de la velocidad del viento raramente sobrepasan los 15 km/hora, lo cual ocurre principalmente en los meses de seca. La circulación atmosférica registra velocidades medias más altas en las costas, en todo el territorio nacional las direcciones prevalecientes son las del primer cuadrante.

Tabla 2. Dirección del viento predominante (Anual) en 57 estaciones.

| Dirección | Nº de estaciones | % |
|--------------|------------------|----|
| Este | 28 | 49 |
| Noreste | 15 | 26 |
| Estenordeste | 6 | 11 |
| Nortenoreste | 2 | 3 |
| Estesudeste | 1 | 2 |
| Sureste | 1 | 2 |
| Sur | 3 | 5 |
| Norte | 1 | 2 |

El movimiento del aire a través de la cubierta de un invernadero juega un papel fundamental en las condiciones medio ambientales que rodean al cultivo. La temperatura del aire, su humedad y su concentración en CO₂, están afectadas por la ventilación. El aire se intercambia entre el exterior y el interior por las ventanas cenitales, y otros espacios de la cubierta de la casa de cultivo. Al renovar el aire se actúa sobre la temperatura, humedad, anhídrido carbónico y el oxígeno que hay en el interior de la casa de cultivo. El aire caliente, al pesar menos que el frío, se escapa por las ventanas cenitales, lo que deja espacio al aire fresco que penetra por las ventanas laterales. La reducida ventilación se ve limitada por la vegetación de los cultivos tutorados que dificulta la renovación del aire en el interior.

En Cuba, la mayoría de las casas de cultivo están orientadas según los vientos predominantes para que el aire caliente salga por las ventanas cenitales. Las observaciones prácticas de los termómetros y la dirección del viento demuestran que lo fundamental es la velocidad del viento y no su dirección. En las casas de cultivo que no tienen ventana cenital la diferencia de presión depende de las ventanas laterales. A mayor superficie de las ventanas existe mayor posibilidad de entrada y salida del aire. La diferencia de presión es debida al efecto del viento por su velocidad y dirección y a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la casa de cultivo y tienen lugar a la vez. Cuando las velocidades del viento son inferiores a 1.5 m/seg, el efecto térmico predomina.

Para lograr diferencia de presión hay que tener un coeficiente de presión positivo y otro negativo, lo cual puede lograrse con la orientación de las ventanas cenitales y laterales. Si esto no se tiene presente, la ventilación no es eficiente, al estar las ventanas opuestas el aire tendría que entrar y salir por la misma ventana. La ventilación cenital por sí sola no es suficiente para crear un flujo de aire apropiado. La ventilación por los laterales es importante para inducir la ventilación por gravedad cuando la velocidad del viento es baja. Para lograr una ventilación suficiente, la superficie total de ventanas debe ser del 15 al 25 % de la superficie del suelo. La tasa de ventilación debe ser mayor de 50 renovaciones por hora.

Otro aspecto a tener en cuenta es el efecto térmico, donde la fuerza motriz de la ventilación es la diferencia de temperatura entre el aire interior y el exterior. Esta diferencia induce diferencia de densidades del aire y, por tanto, diferencias de presiones variables según la altura de la ventana. Al ser negativas las diferencias de presiones, el aire sale de la casa de cultivo.

Humedad del aire

Es la cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera. Se expresa en porcentaje y se realiza su medición con el psicrómetro. La máxima ocurre en octubre y la mínima en abril. La marcha diaria y anual de esta variable tiene un comportamiento casi siempre opuesto al de la marcha de la temperatura del aire. El máximo se presenta en horas de la madrugada y el mínimo al medio día cuando puede llegar a un 30-40 %. Dentro de las casas de cultivo existen variaciones según los modelos. En las casas cerradas es mayor la humedad relativa que en las casas abiertas. El exceso de humedad producto del fertiriego, incrementa la humedad relativa en el interior de la casa de cultivo y contribuye a la compensación. La humedad relativa alta favorece el desarrollo de enfermedades y puede convertirse en un problema para la obtención de altos rendimientos.

Evaporación

La evaporación es el proceso mediante el cual el agua pasa del estado líquido al gaseoso, o sea, al estado de vapor de agua. Se mide de forma directa por los milímetros evaporados en un tanque evaporímetro. La evaporación media anual para el territorio cubano es de 1995 mm. La mayor parte de la evaporación corresponde al período de abril a septiembre. Los valores mínimos corresponden a diciembre y enero, y los máximos a abril y mayo. La evaporación y la transpiración aumentan en días de baja humedad y disminuyen durante períodos de humedad alta por la variación en tensiones.

Nubosidad

La nubosidad es el grado de cobertura nubosa del cielo. La observación de este elemento se efectúa sobre el supuesto de considerar la bóveda celeste dividida en ocho partes iguales y estimar que parte está cubierta por nubes. Se considera día nublado cuando es superior a 6/8. El máximo de días nublados ocurre en la región central del país, interior de Pinar del Río, mitad septentrional de la Habana y el interior de Camaguey, el mayor número de días despejados ocurre en toda la costa meridional de la región central y en la zona septentrional de Ciego de Ávila, Camaguey, Las Tunas y Holguín. La intensidad luminosa depende de factores meteorológicos, como la existencia de nubes en el cielo, presencia de polvo en la atmósfera, en techos y paredes de la instalación, la condensación de gotas de agua y otros factores como el material de cerramiento y las características constructivas de la instalación.

La falta de luz provoca en la planta la formación de entrenudos largos y delgados, así como de racimos florales débiles y poco numerosos y aborto floral. Se conoce, que con el aumento de luz las necesidades de nitrógeno aumentan y las de potasio disminuyen. En los meses de menos luz éste constituye, de forma general, el factor que más limita la producción en las instalaciones protegidas. Existen determinados factores ambientales que influyen en la intensidad luminosa que llega al interior de las casas de cultivo. Entre ellos, la existencia de nubes en el cielo, la presencia de polvo en la atmósfera y en las paredes de las instalaciones protegidas, así como la condensación de gotas de agua en techos y paredes.

Medidas generales a tomar en las diferentes instalaciones atendiendo a las épocas del año:

- Colocar, a partir del mes de mayo, una malla sombreadora 35 % sobre el techo de las instalaciones o preferentemente situarla 20 cm por encima del mismo, lo cual contribuye a interceptar la radiación infrarroja corta (IRC), disminuye así el calor que se genera dentro de la instalación.
- Establecer, como práctica, abrir las instalaciones en el verano, levanta la malla antinsectos o sustituirla por malla de sombreo 35 %. En las instalaciones que están cerradas herméticamente (variante malla enterrada en trinchera de tierra) para ser abiertas en verano, hay que abrirlas de arriba hacia abajo para evitar tener que sacar la malla enterrada, pues en este proceso de introducirla y sacarla, generalmente se rompe.
- Abrir la parte superior por los frentes y sustituir la malla antinsectos por malla sombreadora 35 %, lo que favorecerá la aireación en el interior de la instalación.
- Emplear cultivares resistentes a geminivirus en tomate y cumplir lo orientado por Sanidad Vegetal para la lucha contra los insectos.
- Los techos cubiertos con polvo, algas o ambos, provocan la falta de luz en el interior de las instalaciones, lo cual altera la fenología y morfología de la planta. Es preciso mantener los techos limpios a través del año, sobre todo en la época de verano donde se presenta la mayor nubosidad.
- Hacer un uso adecuado de la pantalla térmica, en las instalaciones que la posean.
- Aplicar la estrategia de manejo agronómico según los cultivos.

2.3. LOCALIZACIÓN Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES

El cultivo protegido de hortalizas es un sistema de producción intensiva, con una alta inversión inicial, previa a su ubicación se requiere, por tanto, efectuar un estudio de mercado y tener en cuenta además los aspectos edafoclimáticos, económicos, sociales y ambientales. Los productores no deben perder de vista que el tiempo medio de explotación de una casa de cultivo de estructura metálica en Cuba es alrededor de 15 años y, por tanto, se debe garantizar el cumplimiento de un conjunto de medidas para la ubicación definitiva de las instalaciones:

2.3.1-PRINCIPALES ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA LOCALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Organizativos.

- Aprobación del proyecto.
- Microlocalización.
- Seguridad del lugar y condiciones para su protección física.

Estudio de mercado

- Demanda de la producción.
- Volumen de la producción por cultivo.
- Destino de la producción.

Fuente de abasto de agua

- Comprobada calidad del agua por medio de análisis de laboratorio.
- Cercanía a la fuente de abasto.
- Existencia de fuente de abasto alternativa.
- Aforo y garantía de abasto permanente de agua.

Suelo

- Análisis de suelo con sus características físicas, químicas y biológicas.
- Buen drenaje interno y externo.
- Estudio topográfico.
- Topografía llana y libre de obstáculos.
- pH. del suelo entre 5.5 y 7.5

Clima

- Dirección del viento predominante.
- Incidencia de ciclones y otros fenómenos atmosféricos.
- Elementos del clima (temperatura, humedad relativa etc.)

Sociales

- Ubicar las instalaciones cerca de núcleos poblacionales que garanticen fuerza de trabajo estable.
- Ubicación cercana a vías de acceso.
- Locales socio administrativos.
- Fuerza de trabajo calificada.

Ambientales

- Licencia ambiental
- Alejado de áreas con peligro de contaminaciones.

2.3.2- PROTECCION DE LAS INSTALACIONES

La tecnología de cultivo protegido, por sus características estructurales y su alto costo, requiere de un conjunto de medidas especiales para proteger las instalaciones de eventos meteorológicos adversos y minimizar las pérdidas materiales.

El ciclón tropical se define como un centro de bajas presiones, alrededor del cual el viento, junto a nubes de tormenta y lluvia, giran en sentido contrario a las manecillas del reloj.

Los ciclones tropicales se clasifican según la velocidad de los vientos en:

| | | |
|---------------------------|---------------|---------------------------------------|
| -Depresión tropical ----- | | hasta 62 km/h. |
| -Tormenta tropical ----- | | 63 –117 km/h |
| -Huracán | Categoría I | 118 –153 km/h (Escala Saffir Simpson) |
| | Categoría II | 154-177 Km/h |
| | Categoría III | 178-209 Km/h |
| | Categoría IV | 210-250 Km/h |
| | Categoría V | Más de 250 |

Temporada ciclónica: Es la época del año en que con mayor frecuencia se forman los ciclones tropicales en nuestra área geográfica de interés , comprendida por el Atlántico, el golfo de México y el Mar Caribe, y se extiende desde el primero de junio hasta el 30 de noviembre.

Las estadísticas demuestran que las instalaciones de mayores dimensiones son las más afectadas por los ciclones, lo que incide también en la mayor dificultad en la retirada de los cobertores.

La estrategia en los últimos años es la instalación de casas pequeñas de fácil desmontaje de mallas y techos. La experiencia indica que no es practicable desmontar las estructuras metálicas dado el poco tiempo que se dispone, las dificultades tecnológicas y las pérdidas que se producen.

Los cambios climáticos y la incidencia frecuente de ciclones, intensas lluvias y tormentas locales, obligan a tomar medidas excepcionales en la protección de las casas de cultivo. Es de cumplimiento obligatorio en todas las instalaciones protegidas contar con planes de reducción de desastres, para lo cual se debe respetar el mando único creado en estas situaciones y prepararse a partir de la Directiva No. 1 del Vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional y el documento del ejercicio Meteoro de Mayo de 2006, donde de forma concreta, se indica como trabajar para la reducción de desastres en casas de cultivo ante el paso de un huracán.

En estos planes se tiene que dejar claro las vulnerabilidades y riesgos, cómo actuar en las etapas de prevención, preparación, respuesta y recuperación.

Etapa de prevención.

Puntualizar las acciones posibles de disminución de los riesgos de desastre como sigue:

- Programa detallado de desmantelamiento de las casas, discutido y aprobado.
- Entrenamiento de los grupos de desmantelamiento.
- Aseguramiento de los techos, puertas y ventanas de las instalaciones no sólidas (almacenes, casetas, etc.)
- Drenajes ingenieros en sus parámetros de evaluación.
- Volúmenes de cultivo de posible cosecha.
- Reubicación de productos químicos para mayor seguridad (prioridad número 1: altamente tóxicos).
- Plantilla de dirección, técnica y obreros que se dispondrán en tiempo crítico real.

Etapa de preparación.

- Actualización de las plantillas de todo el personal y medios de protección previstos.
- Aseguramiento detallado de los recursos materiales previstos.
- Estimado de las producciones que están listas para cosecha, recursos para su ejecución y afectaciones que se pudieran producir.
- Actualización de la situación existente en los drenajes.
- Inventario de productos (fertilizantes, pesticidas, equipos, etc) y grado de protección.

Aplicación de las fases.

- 1.-**Fase Informativa:** Cuando se pronostique que en un plazo de 96 a 72 horas el organismo ciclónico puede comenzar a afectar un territorio dado.
- 2.-**Alerta:** Cuando se pronostique que a partir de las próximas 48 horas el organismo puede comenzar a afectar un territorio dado.
- 3.-**Alarma:** Cuando se pronostique que a partir de 24 horas el organismo comenzará a afectar el territorio.
- 4.-**Recuperativa:** Cuando ha desaparecido el peligro y los consejos de defensa dicten la aplicación de esta fase.

Medidas en la fase informativa.

- Activación de los planes previstos.
- Ejecución de los trabajos de drenajes ingenieros.
- Concentración, aseguramiento y protección de todos los medios posibles.
- Eliminación de desechos, basuras etc, que interrumpen los drenajes.
- Seguimiento de la información meteorológica.
- Comprobación de la disposición objetiva de hombres y medios.

Medidas en la fase de alerta.

- Conclusión de medidas previstas en la fase anterior.
- Intensificar recolección y traslado a los lugares previstos de productos agrícolas en cosecha.
- Movilización y empleo de las brigadas de trabajo.
- Conclusión de medidas previstas, pendientes de la fase anterior.
- Desmonte y aseguramiento de laterales y techos de casas sin cultivo. Esta medida se aplica cuando el número de casas es grande y existen problemas con la fuerza de trabajo en dependencia de la categoría del huracán. Si se considera que existen condiciones, esta medida se pospone para la siguiente fase.
- Recoger percheros y tutores de estas casas y llevarlos a lugares seguros.
- Enrollar pantallas térmicas, recoger pizarras y motores y ubicarlos en lugares seguros.

Medidas en la fase de alarma ciclónica.

- Acelerar la conclusión de medidas previstas en la fase anterior.
- Desmonte y aseguramiento de laterales y techos de todas las casas.*
- Desenganchar percheros y acostar los cultivos.
- Cumplimiento del sistema informativo.
- Garantizar la protección del personal.

* Si la alarma es por intensas lluvias no desmontar aún los laterales y techos de las casas.

Medidas para la fase recuperativa.

- Eliminación de obstáculos.
- Evaluar y cuantificar daños y necesidades.
- Actualización de los drenajes.
- Cosecha de productos no aptos para el consumo
- Concretar el posible reinicio productivo.
- Comenzar la reconstrucción, demolición y eliminación de obstáculos.

Algunas precisiones para el personal de las casas de cultivo.

- Respetar el mando único creado en casos de huracanes.
- Tener elaborados todos los planes establecidos para cada etapa y fase.
- En las casas existentes, por su tecnología y ensamblaje, no es factible desmontar las estructuras metálicas.
- Capacitar a todo el personal en las tareas a realizar antes del paso de un ciclón.
- Contar con todos los medios, como las herramientas necesarias para el desmonte de mallas y techos.
- Realizar, con anticipación, ejercicios de desmonte de cobertores, enumerarlos para garantizar su montaje nuevamente.



Foto 1. Instalación modelo Avririt

Foto 2. Instalación modelo Diente de Sierra



Foto 3. Instalación Modelo Tropical A-12

Foto4. Instalación Modelo Doble Propósito



Foto 5. Instalación Modelo Granma 1

Foto 6. Instalación Modelo Granma 2

III. EL SUELO Y SU PREPARACIÓN

La casi totalidad de las instalaciones de cultivo protegido de hortalizas en Cuba se encuentran sobre suelo, por lo que es necesario realizar su adecuado manejo, que permita obtener los mejores rendimientos y garantizar su conservación.

3.1. TIPOS DE SUELOS.

Las características exigidas en los suelos en esta tecnología son las siguientes:

- Suelos altos, profundos, con buen drenaje interno y externo.
- Adecuadas condiciones físicas, químicas y biológicas (evitar suelos francoarenosos).
- pH entre 5.5 y 7.5.
- Buena topografía, libre de obstáculos.
- Comprobada sanidad en relación con la presencia de nemátodos, infestación de malezas como hierba fina o cebolleta y residuos de herbicidas.

Los suelos que ocupa el cultivo protegido en Cuba son los siguientes:

Suelos Ferralíticos (Rojo, Rojo Lixiviado, Amarillento Lixiviado).

Son los suelos más productivos del país por sus excelentes características físicas y químicas, de alta productividad. Poseen media o baja fertilidad, bajo contenido de materia orgánica y nitrógeno, tienen un elevado contenido de hierro y fijan el fósforo.

Frecuentemente, por manejo inadecuado, uso excesivo de la maquinaria y de la fertilización presenta compactación, elevación del pH, etc. Igualmente en el proceso de explotación de este sistema las plantas muestran a menudo fuertes deficiencias de magnesio y calcio. Su manejo debe promover la ruptura de la capa compacta para facilitar el drenaje, y garantizar el suministro de materia orgánica, magnesio y calcio.

Suelos Pardos Sialíticos (Pardos con y sin carbonatos, Pardos grisáceos).

Presentan buena capacidad de intercambio catiónico ($> 30 \text{ cmol/kg}$ de arcilla). No poseen un alto grado de desarrollo, son de elevada fertilidad y tienen medio o alto contenido de materia orgánica. Sus limitantes son la topografía accidentada y su poca profundidad. Su preparación resulta más difícil en relación con los suelos anteriores.

Sobre los suelos Ferralíticos y Pardos se encuentra el mayor número de instalaciones en el país. *Otros suelos utilizados son:*

- Ferralíticos.
- Ferríticos.
- Fersialítico.
- Aluvial.

3.2. ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN.

El análisis de caracterización físico-química de los suelos donde estarán asentados los módulos de casas de cultivo se emplea con el objetivo de conocer las principales características físico - químicas de los mismos, para su mejor explotación en función del manejo correcto del riego y de la nutrición y posibles enmiendas a efectuar.

Este se realiza antes de ubicar las instalaciones, acompañado de un estudio de suelos que certifique los factores limitantes existentes (profundidad, drenaje, compactación, pedregosidad, etc.).

Análisis físicos

Humedad higroscópica

Capacidad de campo

Densidad aparente

Límite superior e inferior de plasticidad

Análisis químicos

pH en agua, en cloruro de potasio y acidez hidrolítica

Carbonatos (CO_3)

Cationes intercambiables (calcio, magnesio, potasio, sodio)

Capacidad de intercambio catiónico (Valor T)

Fósforo móvil y potasio asimilable (P_2O_5 y K_2O), M.O.

Cómo tomar las muestras de suelo:

- Se toma una muestra compuesta formada por 5 - 10 submuestras en cada instalación protegida (en dependencia del tamaño) tomada en diagonal encima de los canteros. Es necesario que el suelo se encuentre lo más seco posible, o sea no muestrear después del fertiriego.
- Limpiar con una pala la parte superior del cantero. Introducir la pala hasta una profundidad de 20 cm (medirlo bien).
- Eliminar el suelo que se encuentra en los bordes de la pala, deja solamente el que está en el centro.
- Introducir el suelo extraído en una bolsa limpia de polietileno.
- Cerrar la bolsa e identificar correctamente para su envío al laboratorio.

Corrección del pH del suelo

En los suelos con pH menor de 6.0 o acidificados en el proceso de su explotación se harán aplicaciones de CaCO_3 durante su preparación.

Encalado del suelo

El propósito principal del encalado es la neutralización de los iones Al^{3+} y H^+ que se presentan en suelos ácidos cuyo pH es menor de 5,5; además, disminuir la toxicidad del Al y Mn, elevar el pH, aumentar la disponibilidad del P, mejorar el suministro de Ca y Mg, y mejorar las condiciones del nitrógeno del suelo.

Dosis: t/ha para neutralizar el Al.

t cal/ha = meq Al/100 g x 1,65 si el % de M.O < 7,0

t cal/ha = meq Al/100 g x 2,30 si el % de M.O > 7,0

donde los meq Al/100 g = Al intercambiable extraído con KCl , 1N

Ejemplo: Para un suelo que tiene un pH de 4.8, 6.5 % de M.O y 2.5 meq Al/100 g de suelo, la cantidad de cal a aplicar sería la siguiente:

$$t \text{ de cal/ha} = 2.5 \times 1.65 = 4.1 \text{ t cal/ha}$$

Se usa el factor 1.65 porque M.O < 7 %

La aplicación de cal debe ser homogénea, incorporarla con no menos de un mes de anticipación a la fecha de siembra o plantación, para que tenga tiempo de reaccionar en el suelo y realizar la neutralización del aluminio.

El material ideal para hacer el encalado es el carbonato de calcio o cal agrícola. El 100 % debe pasar por un tamiz N_o 10 y el 50 % por un tamiz N_o 100.

3.3. LABORES DE PRESIEMBRA O PLANTACIÓN.

Materia orgánica

Es favorable la aplicación de materia orgánica bien descompuesta de forma sistemática para mantener y mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

La materia orgánica aportada debe cumplir con la condición indispensable de estar bien descompuesta y libre de malezas, hongos y nemátodos. Debe ser certificada.

La aplicación se realizará sobre la superficie del suelo, al iniciar las labores de su preparación, o sobre los canteros ya conformados, lograr una distribución uniforme e incorporala de forma mecanizada con rotovator o de forma manual con el auxilio de azadón y rastrillo a una profundidad entre 5 - 15 cm, según el tipo de apero utilizado. Resulta de mayor efectividad la primera variante descrita.

Se utilizarán fuentes locales como el estiércol vacuno, la bioterra, el compost y otras de pH ácido o neutro en dosis de 2 - 3 kg/m² y el humus de lombriz a razón de 0.8 – 1.0 kg/m². Evitar utilizar fuentes con elevado pH como la gallinaza.

Se recomienda establecer centros de almacenamiento de materia orgánica al menos para dos ciclos de cultivo.

Desinfección del suelo

En las unidades o en los sistemas de cultivo protegido de tomate y otras hortalizas la desinfección del terreno es una labor imprescindible teniendo en cuenta su carácter intensivo y el alto índice de utilización del suelo en estas unidades. La misma puede realizarse por la vía química física o biológica.

Tratamiento químico

- Aplicar Basamid (Dazomet 98 %) a la dosis máxima de 60 - 100 g/m² o por el procedimiento establecido u otras alternativas que surjan y se orienten.
- Para aplicar Dazomet, el suelo deberá estar excelentemente preparado y en condiciones de tempero lo que se logra con un riego profundo previo a su aplicación, la desinfección se iniciará 48 horas después.

- Cumplir las normas de cubrimiento del suelo con una manta de polietileno y aplicar el gas bajo éste con tuberías de goteros no autocompensados, hacer corresponder una línea a cada cantero.
- Aplicar AGROCELHONE-NE en dosis de 330 – 440 l/ha.
- Aplicación antes de la plantación con el suelo mullido y húmedo, con un 60 % de capacidad de campo. Se aplicará por el sistema de riego con la bomba de inyección a la entrada de la casa de cultivo. Sellar el suelo con lámina de polietileno. Regar dos o tres veces y no regar un día antes de la aplicación. Esperar 28 días para realizar la plantación.

Tratamiento físico.

En suelos que presentan nemátodos, una de las alternativas es el método de solarización, ya sea exponiendo el suelo directamente a los rayos solares por espacio de 30 días, realizar labores de preparación. Otra posibilidad es preparar bien el suelo, humedecerlo y taparlo con una manta de polietileno por 45 días.

El método de solarización es más efectivo en suelos con alto contenido de materia orgánica, ya que también actúa como biofumigación. La efectividad es aún mayor cuando se hace combinada, ya sea con la biofumigación o con Metan sodio (100 cc/m²).

Tratamiento biológico.

El HeberNem. Producto biológico para el control de nemátodos parásitos de las plantas.

- a) Aplicar HeberNem en dosis de 10 l/ha ó 1 ml/m². Primera aplicación de presiembra en el suelo (dosis: 10 l/ha ó 1 ml/m²). Siete días antes del trasplante o siembra directa. (En infestaciones bajas de nemátodos:tres días antes) Por el sistema de riego (riego localizado): a razón de 1 litro en 20 litros de agua, que serán aplicados teniendo en cuenta el área total a tratar. Para garantizar uniformidad en la aplicación, se recomienda el empleo de una mochila o asperjadora manual. Debe regularse una entrega adecuada de la mochila en la zona donde se desarrollará el sistema radicular de la planta en dependencia del tipo de suelo, la solución final por planta que debe aplicarse está entre 40 y 70 ml. Segunda aplicación a los 14 días después del trasplante (dosis 10 l/ha ó 1 ml/ m²). Proceder igual que en la primera aplicación, pero teniendo en cuenta que debe aplicarse un volumen mayor de solución final para cubrir la zona radical (entre 50 y 90 ml).Tercera aplicación, a los 21 días de la segunda (dosis: 10 l/ha ó 1 ml/m²). Proceder igual que en la segunda aplicación. En este caso, se recomienda el uso del fertiriego debido al desarrollo foliar de las plantas. HeberNem puede ser usado en mezcla con materia orgánica, en aplicaciones de presiembra al conformar los canteros, esta práctica incrementa y alarga la efectividad del producto.
- b) Aplicar al suelo un biopreparado a base del hongo *Trichoderma harzianum*, cepa A - 34, destinado al control de hongos tales como *Phytiuum*, *Phytophthora*, etc., que producen la enfermedad conocida como Damping off o Mal de los almácigos. Emplear el biopreparado a una dosis de 6 L/ha, con una solución final de 400 L/ha.La aplicación se realizará posterior a la aplicación inicial de materia orgánica sobre el suelo con humedad superficial o después del riego, dos días antes del trasplante.

3.4. PREPARACIÓN DEL SUELO.

Esta es una de las actividades más importantes de la tecnología, ella debe cumplimentar las exigencias de profundidad en el mullido que favorezcan las propiedades físicas, químicas y biológicas, el control de malezas, el drenaje, la eliminación de sales que se acumulan por efecto del fertiriego y la aplicación de prácticas eficientes de desinfección para el control de nemátodos y otros agentes.

Subsoleo

Previo al montaje de las casas, en los suelos que lo requieran por tener capas internas compactadas o impermeables, se realizará el subsoleo a una profundidad no menor de 40 cm y una distancia entre los órganos del implemento de 30 cm, emplear un subsolador o el multiarado sin sarta, realizar dos pases en forma cruzada, para lo cual se emplean tractores de estera o de gomas.

Igualmente, será necesario realizar esta labor en instalaciones con suelos en los cuales subsistan horizontes compactados. Esta actividad resulta fundamental para facilitar el drenaje, el movimiento de sales y el desarrollo radical de las plantas.

Nivelación

- Se proscribe la nivelación del suelo con motoniveladora o equipo similar que afecte el horizonte "A" del suelo.
- La labor de alisamiento del suelo de las instalaciones puede realizarse, si fuera necesario con aperos adecuados para ello.

Laboreo del suelo

La preparación inicial del suelo se realiza después de montada la casa de cultivo, de forma mecanizada o con tracción animal, según la disponibilidad de implementos y fuentes energéticas, el tiempo medio total de preparación del suelo es de 25 a 30 días.

Preparación del suelo en cultivo de rotación.

El cultivo protegido de las hortalizas es una tecnología intensiva con un elevado índice de rotación del suelo, por lo que requiere que se garantizar condiciones óptimas para lograr los rendimientos potenciales máximos en cada especie. En cultivos en rotación, el tiempo total de laboreo puede ser más breve teniendo siempre presente el cultivo precedente, así como el estado físico y sanitario del suelo.

Laboreo del suelo posterior a la cosecha.

Finalizada la recolección son retirados los restos vegetales y el sistema de riego, posterior a lo cual se procede al laboreo del suelo. Es obligatoria la realización de al menos las labores de rotura con los correspondientes pases de escarificación o mullidos intermedios, lo cual se puede lograr en un mayor o menor plazo, en dependencia del cultivo anterior, tipo de suelo, su grado de humedad y estado sanitario. Se recomienda, regar a tempero durante el proceso de preparación para mejorar la calidad del laboreo y reducir el plazo total de esta labor.

Lavado del suelo.

Esta labor se realiza con el fin de lavar las sales acumuladas en el suelo en el cultivo anterior.

Después de preparado el suelo, efectuar un riego por aspersión con dosis de 15 – 20 L/m² para el lavado de sales y además, crear una franja húmeda hasta la profundidad de 40 – 50 cm. Posterior al lavado, la conductividad eléctrica de los extractos acuosos del suelo (C.E.) descenderá en función de la C.E. del agua utilizada para el lavado, el tipo de suelo y su grado textural. Se persigue que no sea superior a 1.0 mS/cm. En caso de que la C.E. de los extractos acuosos del suelo se mantenga elevada, se debe continuar con el lavado del suelo hasta lograr los rangos permisibles, para poder realizar un nuevo trasplante. Tener en consideración la C.E. (salinidad) del agua usada para el lavado.

Labores básicas de preparación del suelo.

En la práctica, lo más generalizado es la combinación de las labores mecanizadas, con tracción animal y labores manuales, en dependencia de las condiciones locales y las disponibilidades de equipos.

Tabla 3. Labores básicas de preparación del suelo.

| Labor | Implemento | Exigencia (cm) | Observación |
|--------------------------|---|-----------------------|---|
| Riego aspersión 1 | Sistema aéreo, Sistema portátil | (Tempero) | Tiempo y norma según suelo |
| Subsolar | Subsolador RENTER Multiarado M-140 | 30 - 40 | Opcional |
| Roturar | Arado media vertedera Multiarado M-140 Arado criollo | 15 - 20 | Según labor mecanizada o tracción animal |
| Mullido | Grada de pinchos Escarificador | (Tempero) | – |
| Cruzar | Arado de media vertedera Multiarado M – 140 | 20 - 25 | En instalaciones grandes Con saeta de 400 mm |
| Remate de cabeceras | Arado criollo Arado de media vertedera | Máxima profundidad | Obligatorio |
| Riego aspersión 2 | Sistema aéreo Sistema portátil | (Tempero) | Si fuera necesario |
| Mullido | Grada de pinchos o discos Rotovator | > 15 | – |
| Trazado de canteros | Surcador acanterador de doble aleta | > 15 | Bien rectos |
| Conformación de canteros | Instrumentos manuales Rotoacanterador RTM 1400 | 15 | Cumplir dimensiones normadas |

Variante mecanizada

Esta labor se realiza generalmente en instalaciones grandes. En casas de baja altura se usan equipos pequeños o también se les quita el techo a los equipos para facilitar su trabajo dentro de la instalación.

Previo al inicio del laboreo del suelo se procede a dar un riego por aspersión hasta lograr una humedad de tempero que favorezca las labores de preparación del suelo. Este riego se realiza con el sistema de riego aéreo que poseen algunas instalaciones o con un equipo portátil de riego por aspersión.

La preparación básica del suelo se realiza a partir del subsolado, de ser necesario, e incluye labores de rotura y cruce (casas grandes) con labores intermedias de mullido o escarificado del suelo.

Variante con tracción animal

Está fundamentada en labores similares a las que se realizan en la preparación mecanizada del suelo, en su lugar se emplean implementos desarrollados para la tracción animal. Por lo general se realizan con bueyes en casas pequeñas y en una sola dirección. La aradura se realiza a todo el suelo o simplemente sobre el cantero y sin romper los pasillos. Las dos variantes son necesarias para mejorar el suelo y el desarrollo radicular.

Variante manual

La preparación manual del suelo se realiza con el empleo de tridente, azada, pala, rastrillo lo que constituye una opción factible para unidades pequeñas.

Procede también combinar las labores de preparación del suelo, de forma mecanizada y con tracción animal, en la medida de las posibilidades y siempre que se logren las exigencias técnicas definidas.

Las casas de cultivo están sometidas a una explotación intensiva y el tiempo de preparación del suelo se reduce notablemente, en dependencia de cómo queda el suelo después de la cosecha anterior. La labor de cruce se practica en las casas estrechas, donde se repiten las araduras en una sola dirección.

Trazado y conformación de los canteros

El trazado de los canteros se realiza en función de lograr una adecuada distribución espacial de las plantas para obtener la densidad óptima a establecer en cada especie, que permita un adecuado crecimiento y desarrollo de la plantación. En esta tecnología se pretenden establecer densidades de población que oscilan entre 1.8 y 2.5 plantas/m².

Canteros anchos (doble hilera).

En sus inicios la tecnología concibió el trasplante o la siembra directa sobre canteros altos de superficie plana, los cuales son trazados a una distancia de 180 a 200 cm de centro a centro de los canteros, de manera que se logre un plato o superficie del cantero entre 110 y 120 cm, que permita establecer un esquema de dobles hileras, quedando los pasillos entre canteros con un ancho medio entre 70 y 90 cm. La altura del cantero no deberá ser menor de 15 cm.

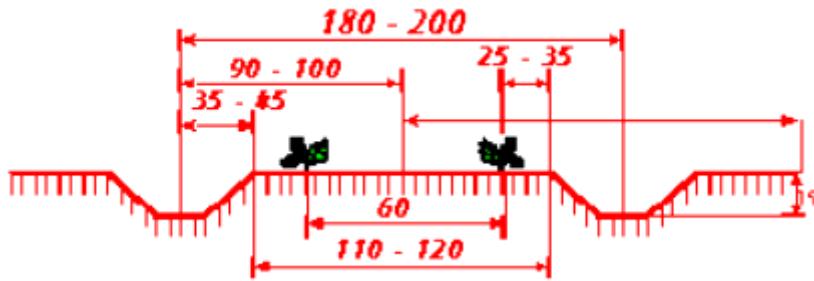


Figura 1. Esquema de plantación a doble hilera.

Es el esquema de plantación más generalizado en el país, la plantación se realiza sobre canteros altos con las siguientes características:

| | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Ancho del plato del cantero: | 110 – 120 cm |
| Distancia entre hileras: | 60 cm |
| Distancia entre plantas: | 50 cm |
| Distribución de las plantas: | Tresbolillo |
| Pasillos: | 70 – 90 cm |
| Densidad: | 2.0 – 2.2 plantas/m ² |

La distancia media entre hileras debe ser de 60 cm, aunque algunos productores reducen esta distancia hasta 40 cm para buscar un solapamiento del cono de humedad de los goteros de ambas hileras y contrarrestar daños fisiológicos observados en ocasiones en las plantas, derivados de las fluctuaciones de humedad en el suelo, fundamentalmente en el verano y en suelos ligeros. Esta práctica es recomendable siempre y cuando los alambres del tutorado superior se mantengan a una distancia media de 60 cm.

Es importante cuidar la terminación final del cantero, evitar que su superficie quede inclinada hacia uno de los extremos, dejar preferentemente bordes en ambos lados del mismo que resguarden el cono de humedecimiento de los goteros y evitar que se humedezca el pasillo. Para esta labor de conformación lo ideal es el empleo del rastrillo de forma manual

Canteros estrechos (hilera sencilla)

La hilera sencilla consiste en una siembra o plantación en un cantero estrecho donde las hileras de plantas están separadas. Esta variante es utilizada por algunos productores con buenos resultados, principalmente en la atención fitosanitaria. En el cultivo del pimiento es donde más se ha utilizado.

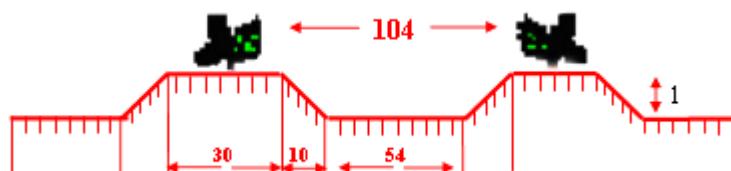


Figura 2. Esquema de plantación a hilera sencilla.

Características del esquema de plantación a una hilera en una instalación de 12 m de ancho.

11 canteros; 11 hileras de plantas; 11 laterales de riego.

| | |
|-----------------------------|---------------|
| Ancho del plato del cantero | 30 cm |
| Distancia entre hileras | 104 cm |
| Distancia entre plantas | 40 cm - 50 cm |
| Ancho del pasillo | 54 cm |
| Plantas por metro cuadrado | 1.75; 1.94 |
| Distancia entre goteros | 40 cm |
| Largo del cantero | 4 300 cm |

Ubicación de los alambres del tutorado y las mangueras de riego.

Al montar las casas de cultivo es muy importante que los alambres del tutorado se ubiquen según el esquema de plantación diseñado para esa instalación. Si no existe esta coordinación, se pueden presentar grandes dificultades para el manejo de los cultivos. Después de trazado los canteros según el esquema, se monta el sistema de riego a las distancias indicadas. Las distancias se toman a partir del centro de los tubos laterales hacia el centro de la casa de cultivo y se repite para la segunda mitad de la casa en forma inversa. Es importante que los montadores de las instalaciones de cultivo protegido respeten estas distancias para que los alambres coincidan con las hileras de plantas.

Tabla 4. Posibles variantes para el trazado de los canteros en túneles de 12 m de ancho.
(Distancias a partir del centro de los tubos laterales).

VARIANTE 1 (6 canteros)

| Distancia de los alambres (m) | Distancia de las mangueras (m) | Centro de los pasillos (m) |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 0.85 | 0.90 | 0.30 |
| 1.55 | 1.50 | 2.10 |
| 2.65 | 2.70 | 3.90 |
| 3.35 | 3.30 | 5.70 |
| 4.45 | 4.50 | |
| 5.15 | 5.10 | |
| | | |

VARIANTE 2 (7 canteros)

| Distancia de los alambres (m) | Distancia de las mangueras (m) | Centro de los pasillos (m) |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| 0.90 | 0.95 | 0.32 |
| 1.50 | 1.45 | 2.00 |
| 2.50 | 2.55 | 3.60 |
| 3.10 | 3.05 | 5.20 |
| 4.10 | 4.15 | |
| 4.70 | 4.65 | |
| 5.70 | 5.75 | |



Foto 7. Implementos para la preparación del suelo

Foto 8. Aradura del suelo



Foto 9. Pase de Rotovator al suelo

Foto 10. Fase de marcado de canteros



Foto 11.Preparación manual de canteros

Foto 12.Fase final de preparación de canteros



Foto 13.Equipo para la desinfección del suelo

Foto 14. Manta de polietileno para la desinfección del suelo

IV. PRODUCCIÓN PROTEGIDA DE PLÁNTULAS EN CEPELLONES.

La producción protegida de plántulas en cepellones constituye un importante eslabón en los sistemas de producción intensiva de hortalizas bajo cultivo protegido a nivel mundial y muy en particular en condiciones tropicales. Estos sistemas están concebidos para generar producciones elevadas y competitivas por superficie durante todo el año, a partir del empleo de nuevos híbridos cuyas semillas tienen un elevado costo.

Por lo tanto una de las principales ventajas de la tecnología de cepellones es maximizar el ahorro de semillas de híbridos costosos. No menos importantes resultan la reducción de pérdidas en el trasplante, que influye negativamente en el rendimiento de los cultivos, y el hecho de que esta tecnología forma parte de la estrategia de lucha contra el complejo mosca blanca- geminivirus (begomovirus).

Otras ventajas son las siguientes:

- Mayor uniformidad vegetativa de las plántulas.
- Facilidad para que las plántulas superen la crisis del trasplante.
- Mayor precocidad y uniformidad de la producción.
- Seguridad en el cumplimiento de los plazos de plantación y producción.
- Mínimo riesgo de enfermedades en las raíces y cuellos de las plántulas.
- Posibilita la producción de plántulas en períodos adversos.
- Menor exigencia y especialización en la labor de trasplante manual.
- Simplifica y facilita las operaciones de protección fitosanitaria y de riego.
- Ahorro de agua, fácil control de malezas y reducción de daños en el campo.
- El proceso de extracción y manipulación de las plántulas es más sencillo.
- El cepellón es el vehículo ideal para trasladar al campo plántulas injertadas sobre patrones resistentes, para la aplicación de medios biológicos, biofertilizantes, etc.
- Se logra un mayor número de plántulas por superficie (m^2) y por año.
- Propicia mayores rendimientos por superficie.
- Facilita la selección y agrupación de las plántulas por tamaños.

Con frecuencia la calidad actual de la producción de plántulas en cepellones en los sistemas de cultivos protegidos del país resulta insatisfactoria, lo cual influye en la uniformidad de las plantaciones y en los resultados productivos de los cultivos.

Deben evitarse el empleo de sustratos inadecuados y la ausencia de su certificación como libres de nemátodos, lo que compromete la sanidad de las instalaciones y deprime los resultados productivos, así como las deficiencias en el manejo de las plántulas.

4.1. MEDIOS REQUERIDOS.

La casa de producción de plántulas.

- Instalación protegida, ubicada vientos arriba, en un lugar alto, ventilado, de buen drenaje, con adecuada fuente de abasto de agua, seguridad, vías de acceso y alejada de áreas de producción intensiva de especies afines.
- Observación de los requisitos fitosanitarios y nematológicos y su aprobación por el Sistema Estatal de Protección de Plantas.
- Adecuadas dimensiones (ancho x largo x altura).
- Ubicada según los vientos predominantes (vientos arriba).
- Cerramiento superior de polietileno flexible (PE) ó rafia plastificada, libre de polvo.
- Cerramiento de laterales y frentes con malla antinsectos.
- Ventilación cenital con malla antinsectos.
- Sistema de riego localizado con microaspersión aérea y laterales independientes.
- Posibilidad de riego alternativo con manguera y ducha o regadera para casos de emergencias.
- Porta bandejas convenientemente nivelados y separados del suelo.
- Doble puerta de entrada y salida situada contraria a la dirección de los vientos predominantes, con punto de desinfección de manos y pies.
- Pantalla térmica móvil interior o malla sombreadora exterior por encima del techo de la instalación, en primavera - verano.
- Módulo de trampas entomológicas (amarillas, azules y blancas).
- Provista de instrumentos de medición climática para temperatura y humedad relativa.
- Altura del portabandejas de 80 cm.
- Deslizador frontal de bandejas (opcional).

Para la protección de la entrada de aguas pluviales a la instalación, se requiere:

- Poner en todo el perímetro externo de la casa, un zócalo de 1.0 m de ancho con 0.50 m de altura sobre el suelo.
- Trazar y mantener el drenaje externo de la casa.
- Adecuada altura del piso, el que debe estar preferentemente cubierto por gravilla o rocoso, preferentemente, que garantice el filtrado de los drenajes de riego.

En el interior de la instalación se debe cubrir el suelo con una capa de gravilla u otro material que no provoque calentamiento en la misma y, a la vez, evite la propagación de malezas y el desarrollo de enfermedades. Durante el período de primavera - verano, en que prevalecen las temperaturas más elevadas durante el año y una mayor radiación, es preciso aplicar medidas de manejo climático a la casa de producción de plántulas, entre ellas:

- Colocar una malla sombreadora exterior sobre o separada del techo para interceptar la radiación infrarroja corta (IRC) incidente. Con lo cual la temperatura en el interior de la casa disminuye unos 4 ° C.
- Otra posibilidad es colocar una pantalla térmica móvil en el interior de la instalación.

Durante todo el año el techo de la instalación deberá permanecer libre de incrustaciones de polvo, mediante su lavado periódico, para lograr una buena transmisividad de la luz.

Nave de preparación de sustratos, almacén y área de pregerminación.

Esta instalación es muy importante ya que tiene múltiples funciones:

- Crear facilidades para la preparación adecuada del sustrato a emplear.
- Realizar la siembra directa y la pregerminación de las semillas.
- Almacén ideal para conservar sustratos, aditivos, bandejas y otros medios de trabajo.

La nave debe estar techada con fibrocem, zinc, o guano, con aleros y con paredes levantadas hasta $\frac{1}{3}$ de su altura y malla tipo “peerless” hasta el techo, en el área abierta, debe cumplir los siguientes requisitos:

- Ser lo más ventilada posible.
- Estar situada cerca de la casa de producción de plántulas.
- Estar provista de agua y de electricidad.
- Tener dimensiones variables según el tamaño de la unidad (Ej. 8 m ancho x 12 a 20 m de longitud).

Esta instalación está dividida en tres áreas principales:

Un área con paredes levantadas hasta $\frac{1}{3}$ de altura y el resto hasta el techo cerrado con malla “peerless” que permita una buena aireación interior de la instalación que se utiliza para la preparación y conservación de sustratos; desinfección y llenado de bandejas; siembra y riego inicial, con los siguientes componentes:

- Punto de preparación del sustrato con cajuela de 2.0 m x 1.5 m.
- Mesa para el llenado y siembra de bandejas.
- Porta bandeja para riego inicial, con drenaje al exterior.
- Punto de almacenaje y conservación del sustrato desinfectado.
- Punto de desinfección de bandejas por inmersión.

Otras áreas cerradas:

- Como almacén para guardar aperos, bandejas, aditivos, medios biológicos, instrumentos de medición, etc.
- Como cámara de germinación de las semillas que debe estar provista de falso techo y climatización, en lo posible, así como estantería para la colocación de las bandejas en la fase de pregerminación de las semillas.

En un extremo de la nave de preparación de sustratos, se van depositando los materiales orgánicos para ser tamizados y desinfectados, para lo cual la instalación debe tener una puerta de entrada por esta parte. En el otro extremo de la casa se deja una puerta de entrada y salida del personal y las bandejas. La instalación debe estar dotada de un punto de desinfección de manos y de pies en la puerta de acceso del personal y un punto de desinfección y badén, en la puerta de entrada del sustrato.

Principales medios e instrumentos de medición necesarios en la casa de producción de plántulas.

Medios

| | | |
|-----------------|------------------------------------|----------------------------|
| Zaranda o tamiz | Burro o estante | Papel de filtro |
| Vagón | Marcador de profundidad de siembra | Placa Petri |
| Pala | Polietileno para cubrir bandejas | Marcador de bandejas |
| Cubo plástico | Sacos de polietileno | Agua de lluvia o destilada |

Equipos e instrumentos de medición

| | | |
|------------|---|------------------|
| Balanza | Kits diagnóstico (nitritos y nitratos) | pH metro |
| Termómetro | Conductímetro | Probeta graduada |

4.2. SUSTRATO.

La calidad del sustrato elegido es el principal factor de éxito en la producción de plántulas de hortalizas en cepellones. Además de servir de soporte a la plántula, el medio de cultivo tiene que suministrar a las raíces cantidades equilibradas de aire, agua y nutrientes. Si las proporciones de estos componentes no son adecuadas, el crecimiento de las plántulas puede verse afectado.

Generalmente suele darse mayor importancia a las propiedades físicas de los sustratos que a las químicas, ya que una vez seleccionada una mezcla como sustrato, apenas puede modificarse su estructura física, mientras que su composición química puede ser mejorada antes o durante el crecimiento de las plántulas. Para cumplir correctamente las funciones de regulación del suministro de agua y de aire, los sustratos deben poseer una elevada porosidad y capacidad de retención de agua, unidas a un drenaje rápido y una buena aireación.

La turba rubia del musgo *Spaghnum*, es un sustrato considerado ideal para la producción de plántulas hortícolas en cepellones, dadas su calidad biológica, sanidad y fundamentalmente sus propiedades físicas. Sin embargo, es un sustrato relativamente caro que crea dependencia de otros mercados. Una alternativa para su uso sería emplearlo en combinación con materiales orgánicos locales, para mejorar las características físicas de éstos. Su pH es ácido (3.5 – 4.5) el cual debe corregirse antes de su empleo, para que no se afecte la germinación de las semillas.

La fibra de coco es un producto que se ha venido empleando como sustrato hortícola alternativo de la turba rubia con mucho éxito. El país no cuenta actualmente con cantidades de fibra de coco de uso agrícola para enfrentar la producción de plántulas hortícolas en cepellones. Su conductividad eléctrica (CE) depende de la zona agroecológica donde se cultive el cocotero, aspecto que debe tenerse muy en cuenta. Es válido emplearla en combinación con otros materiales orgánicos nacionales, lo cual mejoraría sus propiedades físicas.

Materiales orgánicos locales.

La tecnología enfatiza el empleo de materiales orgánicos locales disponibles en cada territorio. *Los materiales orgánicos recomendados son los siguientes:*

| | | |
|------------------|--------------------|---------------------------|
| Humus de lombriz | Compost de cachaza | Turba parda de la Ciénaga |
| Estiércol vacuno | Biotierra | Cáscara de café y de pino |
| Fibra de coco | Aserrín | Otros compost |

Requisitos para su empleo:

- Encontrarse libres de nemátodos.
- Estar bien descompuestos o debidamente compostados.
- Conductividad eléctrica (C.E.) no mayor de 0.8 mmhos/cm.
- pH entre 6.0 y 7.5.
- No ser portador de semillas de malezas indeseables.

La mayoría de los subproductos y residuos orgánicos, han de sufrir la descomposición microbiana antes de su empleo como sustratos mediante compostaje. Si éste no es adecuado, se producirán fenómenos fitotóxicos para las plantas. Es importante que durante este proceso se tenga en cuenta la conductividad eléctrica del agua que se emplea.

El humus de lombriz es el sustrato orgánico más utilizado en Cuba para la producción de plántulas en cepellones, por sus cualidades físico-químicas, sanidad y estabilidad.

Sustrato órgano mineral.

La tecnología enfatiza la utilización de sustratos orgánicos locales enriquecidos con Litonita (Ver página siguiente) ó la aplicación foliar de abono soluble rico en fósforo para la obtención de una plántula de calidad con un sistema radical profundo.

¿Qué es la Litonita?

La Litonita es un producto a partir de la zeolita cubana con granulometría de 2 - 3 mm, cargada con macro y micro elementos, que se emplea como aditivo al sustrato para semilleros hortícolas. Ésta garantiza los nutrientes necesarios para producir plántulas de alta calidad, sin la necesidad de la adición de abono químico soluble en forma foliar o mediante fertirriego. Otras ventajas son:

- Evita la compactación del sustrato y su lavado por acción de los riegos.
- No incrementa la conductividad del sustrato.
- Disminuye los problemas fitosanitarios a nivel radical.
- Exige menor especialización del productor que cuando se emplea la nutrición por medio del fertirriego.
- Se logra una mayor armonía medio ambiental.

Desinfección del sustrato.

Química

Para los materiales orgánicos que no cuenten con certificado fitosanitario, utilizar el siguiente producto:

Basamid (Dazomet 98 %): Aplicado a una dosis de 300 g/m³ de sustrato con no menos de 72 horas antes de su utilización. Se mezclará el producto manualmente con el sustrato y luego se incorpora agua hasta lograr un 60% de humedad. Se tapará herméticamente hasta pasados cinco días, en que se levanta el nylon y se airea dos veces durante dos días. Es recomendable hacer pruebas de germinación antes de la siembra.

Física

Para la desinfección por solarización se seleccionará un lugar bien nivelado donde el agua no se encharque en caso de lluvia y que la corriente no entre en contacto con la estiba del sustrato. Se tenderá una manta de nylon negro para aislar el sustrato del suelo. Esta manta debe tener al menos 26 m de largo por 5 m de ancho, se toman 50 cm de cada lado para que no haga contacto con el suelo. Se hará una estiba de $25 \times 4 \times 0,2 = 20 \text{ m}^3$. Estos datos pueden ajustarse según las necesidades de cada lugar. Una vez llenado con el sustrato el espacio antes citado, se humedecerá hasta el 60 %, para lo cual se le harán incisiones en varias partes de la superficie, con el objetivo de que la humedad sea uniforme por toda el área de la estiba del sustrato; al finalizar ésta, se procede al tapado con un nylon transparente mayor o igual a 2 m de espesor. Debe garantizarse un tapado de la estiba hermético para que los gases del vapor de agua circulen y no salgan al exterior. Al cabo de los 30 días, destapar y envasar el sustrato.

Biológica

- a) HeberNem: dosis de 20 ml/100 kg de sustrato. Adicionar 20 ml del producto a 10 L de agua y agitar hasta lograr una suspensión homogénea. Mezclar la suspensión con 100 Kg. del sustrato, emplear para ello una mochila o regadera. Dejar reposar el sustrato entre tres y siete días antes de la siembra de la semilla.
- b) El sustrato se desinfecta con un biopreparado a base de *Trichoderma harzianum, cepa A - 34* para eliminar el complejo de hongos que causan el Damping off o Mal de los almácigos, para lo cual se emplean 300 ml del biopreparado por 10 kg. de sustrato. Este tratamiento se realiza al menos un día antes del llenado de las bandejas, durante el proceso de preparación del sustrato, con humedad de tempero.

¿Cómo preparar el sustrato órgano- mineral?

Materia orgánica + Litonita (mezcla en volumen)

Ej. 90 % de Humus de lombriz + 10 % de Litonita

Cultivos: tomate y pimiento

Ej. 95 % de Humus de lombriz + 5 % de Litonita

Cultivos: pepino, melón, sandía y lechuga

Procedimiento: La materia orgánica seleccionada, en condiciones de tempero, se une y se mezcla en volumen homogéneamente con la Litonita.

No emplee zeolita sin cargar como aditivo para enriquecer los materiales orgánicos utilizados como sustratos, pues en este caso ésta se cargaría primero de los nutrientes del material orgánico, antes de cederlo, creando así una deficiencia nutricional en las plántulas que afecta su calidad.

Otras alternativas:

- a) En las unidades en que no se disponga de Limonita, se recomienda emplear para los cultivos de tomate y pimiento:

100 % del sustrato seleccionado + fertilizante foliar 9 - 45 - 15

Realizar una aplicación de la fórmula 9 - 45 - 15 al 1.5 %, cuando las plántulas tengan dos hojas verdaderas formadas (240 g del fertilizante/mochila de 16 L), con lo cual se tratan de 58 a 60 bandejas. La aplicación se realiza posterior al riego ordinario, en las primeras horas de la mañana.

b) En unidades en que no se disponga de Litonita ni de abono foliar rico en fósforo de la fórmula 9 - 45 - 15.

Aplicar 1 g de fertilizante relación 1 - 3 - 1/L de sustrato.

Mezclar el fertilizante con el sustrato uniformemente, previo al llenado de las bandejas.

Las unidades que dispongan de turba rubia importada o fibra de coco, pueden hacer un uso más racional de los mismos añadiéndolos sólo en un 20 % en volumen al material orgánico local seleccionado, lo cual mejora las características físicas del último.

Ejemplo:

70 % H. de lombriz + 20 % de turba rubia ó fibra de coco + 10 % de Litonita

80 % H. de lombriz + 20 % de turba rubia ó fibra de coco + 9 - 45 - 15 al 1.5 %

La cascarilla de arroz al 10 - 15 %, en volumen, mezclada con el sustrato órgano mineral y previamente desinfectada, pudiera ser empleada.

4.3. BANDEJAS.

Para la producción de plántulas en cepellones, se utilizan bandejas o contenedores de diferentes materiales (poliestireno expandido o polietileno flexible o rígido) con diferentes dimensiones de alvéolos. Aspectos importantes a tener en cuenta en la elección de la bandeja a utilizar son el volumen y el número de alvéolos por bandeja, en función de la especie y del sistema de producción de que se trate.

Tabla 5. Algunas características de las bandejas recomendadas.

| Dimensiones (cm) | Procedencia | Alvéolos (No) | Volumen (Cm ³) | Plantas/m ² (No) |
|------------------|-------------|---------------|----------------------------|-----------------------------|
| 2.9 x 2.9 x 6.5 | Cuba | 247 | 32.5 | <700 |
| 4.0 x 4.0 x 7.0 | España | 150 | 45.0 | 450 |

Se recomienda introducir gradualmente, en los cultivos de tomate, pimiento, melón y sandía, la bandeja de 4.0 x 4.0 x 7.0 cm. Por tener un mayor volumen de alvéolo (45.0 cm³), resulta superior a la de 2.9 x 2.9 x 6.5 cm (32.5 cm³) para lograr un mejor manejo agronómico y mayor tiempo de las plántulas en la fase de semillero, esto es particularmente importante en la campaña de primavera-verano.

Se trata de lograr una plántula de más edad, vigorosa, con mayor número de hojas y grosor del tallo que la actual. Con mayor protección física en la fase de plántula y un ciclo vegetativo más breve en el campo.

Utilización de bloques prensados.

Es un sistema de producción de plántulas en su propio terrón, que no requiere del empleo de bandejas o contenedores. Los bloques de diferentes dimensiones se elaboran mecánicamente a partir del sustrato seleccionado, con la humedad requerida. La máquina comprime el sustrato en forma de bloques, en el caso del tomate frecuentemente son de 5 cm x 5 cm x 5 cm (125 cm³). En cada operación de la máquina se produce un número determinado de bloques que se colocan sobre cajuelas o contenedores apropiados para su traslado a la fase de pregerminación y crianza de plántulas. Se recomienda en aquellos lugares donde la bandeja puede constituir un limitante (Información en el IIHLD).

Desinfección de bandejas.

Sumergirlas durante cinco minutos en solución de lejía al 5 % ó Formol al 2 %, en este último caso se requiere un lavado posterior de las mismas con agua antes de su empleo.

4.4. SEMILLAS.

Es necesario conocer previamente la germinación de las semillas disponibles, para realizar a tiempo cualquier ajuste en la siembra.

Tratamiento de las semillas.

Previo a la siembra, se tratan las semillas no resistentes a begomovirus con el insecticida Gaucho (Imidacloprid), en dosis de 70 g/kg de semilla, humedecer la mezcla con 70 ml de agua por 100 g de semilla y revolver para uniformar el tratamiento, luego exponerlas al aire durante unos 15 minutos para que se sequen. La semilla procedente de híbridos resistentes no es necesaria tratarla con Gaucho.

Este producto protege a las semillas contra el complejo mosca blanca - geminivirus por un plazo de tres semanas, por lo cual las mismas deben tratarse preferentemente un día antes o en el momento de la siembra.

Tabla 6. Número promedio de semillas por gramo.

| Especie | Semillas/g (No) |
|----------|--------------------|
| Tomate | 250 – 340 |
| Pimiento | 110 – 150 |
| Pepino | 30 – 40 |
| Melón | 28 – 32 |
| Sandía | 25 – 28 |
| Lechuga | 900 |

Tabla 7. Números de plantas en un túnel de 12 m x 45 m.

| Parámetros | Variante 1 (7 canteros) | Variante 2 (6 canteros) | Variante 3 (1 hilera) |
|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Distancia de plantación (cm) | 40 | 40 | 40 |
| Distancia a sembrar (m) | 43 | 43 | 43 |
| Hileras | 14 | 12 | 11 |
| No. de plantas por hilera | 107 | 107 | 107 |
| Total de plantas | 1498 | 1284 | 1177 |
| Plantas por m ² | 2.8 | 2.4 | 2.2 |
| Distancia de plantación (cm) | 50 | 50 | 50 |
| Distancia a sembrar (m) | 43 | 43 | 43 |
| Hileras | 14 | 12 | 11 |
| No. de plantas por hilera | 86 | 86 | 86 |
| Total de plantas | 1204 | 1032 | 946 |
| Plantas por m ² | 2.2 | 1.9 | 1.7 |

La tabla anterior nos permite comparar el número de plantas en tres variantes diferentes al utilizar distancias de plantación de 40 cm y 50 cm entre plantas. Esto no es un patrón fijo y puede cambiar según las condiciones locales, época del año y criterios de los productores.

4.5. FASES Y COMPONENTES DE TRABAJO.

La tecnología tiene cinco fases o componentes que son: preparación del sustrato, formación del soporte, siembra, germinación y crecimiento de plántulas.

Preparación del sustrato

- Al menos un día antes de la siembra, el material orgánico certificado, con comprobada conductividad eléctrica y pH, según lo establecido, se pasa por una zaranda para lograr la granulometría deseada y eliminar partículas indeseables.
- Si se empleara más de un material orgánico, ambos se mezclan homogéneamente en los volúmenes correspondientes y en condiciones de tempero y posteriormente se mezclan en volumen, con 5 o 10 % de Litonita, según la especie a sembrar.
- El sustrato órgano mineral preparado se trata seguidamente con el biopreparado a base de *Trichoderma harzianum*, cepa A - 34.
- Todas estas actividades se realizan cumpliendo con todas las medidas sanitarias correspondientes.

Formación del soporte.

- Las bandejas, previamente desinfectadas, son llenadas de forma manual o mecanizada, evitar que tengan contacto con el suelo.
- Para el llenado de los alvéolos de las bandejas, se requiere que el sustrato tenga una humedad de tempero, cuidar que todos los alvéolos queden bien llenos, evitar espacios vacíos o su compactación durante esta operación.
- Los tabiques que separan los alvéolos deben quedar libres de sustrato.
- Después de llenada la bandeja, antes de la siembra, es conveniente aplicarle un riego uniforme al sustrato y luego rellenar los alvéolos nuevamente.
- Cuando la siembra se realiza de forma manual, es aconsejable llenar las bandejas un día antes, para evitar complicaciones el día de la siembra.

Siembra.

- La siembra puede ser manual o mecanizada.
- Para la siembra manual las bandejas se colocan sobre una mesa y se marca la profundidad a nivel de cada alvéolo de forma simultánea y uniforme, con el marcador de profundidad correspondiente. (2 mm para tomate; 3 mm para pimiento y hasta 5 mm para las cucurbitáceas).
- La siembra manual se realiza colocando una semilla por alvéolo y dos en los extremos cortos de las bandejas, como reserva para sellar posibles fallos de germinación, excepto en cucurbitáceas.
- La semilla debe quedar sembrada en el centro del alvéolo, lo que beneficia la extracción posterior de las plántulas.

- Previo al tape de las semillas se debe verificar la calidad de la siembra. Este se realiza, con el mismo sustrato tamizado convenientemente y con menor humedad tanto en siembra manual como mecanizada. La uniformidad del tape es factor importante en el éxito de una germinación uniforme.
- En cada tiro de semilla debe identificarse a nivel de bandeja el nombre de la variedad, la fecha de siembra y su destino.
- Posterior a la siembra directa manual, las bandejas se colocan sobre el porta bandejas de la casa de preparación, donde se les aplica el primer riego de germinación con varios pases ligeros, hasta que se logre el drenaje del agua por los orificios inferiores de los alvéolos.
- Es importante evitar que con el primer riego se remuevan las semillas. Una alternativa para evitarlo es proteger las bandejas con una malla fina por encima, antes de este riego.
- La siembra mecanizada se realiza con sembradora de precisión a una semilla por alvéolo, seguidamente se procede al tape uniforme de la semilla y el proceso termina con un riego ligero.
- Es conveniente disponer de cierta cantidad de agua de lluvia o destilada ($C.E.= 0$), para el riego inicial de las semillas, con vistas a evitar la elevación de la conductividad eléctrica y favorecer la germinación homogénea de las semillas.

Germinación.

- Despues del primer riego, las bandejas se estiban en número no mayor de seis, con un separador entre las mismas. Se cubren con un polietileno lo más herméticamente posible para evitar la pérdida de humedad y se colocan en la cámara de pregerminación.
- Observar sistemáticamente las bandejas estibadas a partir de las 24 horas de la siembra.
- Cuando observe el inicio de la germinación de las primeras semillas (5 % o menos), proceda a destapar y desestivar las bandejas y a trasladarlas para la casa de posturas.
- Riegue al menos dos veces al día, bien temprano en la mañana y al caer la tarde, hasta lograr la germinación total. Emplee aproximadamente 1.5 L de agua/bandeja/día.
- La pregerminación de semillas antes de la siembra constituye una alternativa a emplear en la época de primavera - verano. Después de su desinfección, las semillas se colocan a pregerminar distribuidas sobre papel de filtro, papeles de periódico, etc. bien humedecidos y cubiertos. Colocarlas en un lugar fresco a temperaturas entre 25 y 26 °C.

Crecimiento de las plántulas.

- A las bandejas trasladadas a la casa de posturas se les debe controlar la fecha de entrada en esta instalación.
- Hasta tanto todas las semillas hayan nacido, hay que controlar cuidadosamente el riego y asegurar que no falte humedad ni haya excesos que asfixien las plantitas.
- Despues de lograr la germinación uniforme de las semillas a partir del inicio de la formación de la primera hoja verdadera en tomate y pimiento se establece un manejo del riego que favorezca un crecimiento armónico de la parte vegetativa de las plántulas y su sistema radical para lo cual se revisa el semillero en horas tempranas de la mañana y la tarde y se riega cuando se note el inicio de estrés en las plantitas (10 % de las plántulas).
- No regar nunca en horas del mediodía.

Otras prácticas de manejo cultural son:

- Eliminación de malezas, en su fase de crecimiento inicial.
- Labor de repicaje para sellar los alvéolos vacíos con plántulas de reserva (de alvéolos con doble número de plántulas). Esta actividad se realiza preferentemente cuando aún las plántulas están en la fase cotiledonal, en horas de la tarde, seguida de un riego ligero.
- Preparación de bandejas sin plantas, para repicar plántulas pequeñas a fin de evitar que estas se afecten por competencia con las mayores, cuando los espacios vacíos en otras bandejas no favorezcan esta posibilidad.
- Aplicación de abono foliar rico en fósforo, en la formación de las primeras dos hojas verdaderas, sólo en plántulas producidas en sustratos no enriquecidos con Litonita.
- Cambio de posición de las bandejas, si fuera necesario, en el caso de crecimiento no uniforme de las posturas debido a mala ubicación de las mismas.

4.6. MEDIDAS FITOSANITARIAS.

- Sólo el personal que labora permanentemente en la casa de posturas tendrá acceso al lugar, el cual utilizará ropa y zapatos limpios, con los que no deberá visitar otras áreas de cultivo aledañas.
- Desinfectar los aperos y utensilios con formol al 2 %, así como aplicar un insecticida recomendado al efecto, a techos, paredes, piso y puerta de entrada. Previo a la entrada de las primeras bandejas a la casa.
- Colocar trampas entomológicas amarillas, blancas y azules, inclusive en el área de la puerta de entrada. De con la identificación en trampas de la presencia de un nivel importante de insectos, debe procederse a la aplicación de un insecticida recomendado al ambiente.
- Como medida preventiva para controlar los hongos que producen el “Damping off”, se realizarán uno o dos tratamientos con el biopreparado *Trichoderma harzianum* cepa A - 34, al 10 %, de forma foliar, el primero debe efectuarse antes del trasplante con humedad en el cepellón.
- Se harán aplicaciones preventivas de medios biológicos y fungicidas en horarios adecuados y posteriores al riego.
- Diariamente, se observarán las plántulas en horas tempranas de la mañana, en busca de alteraciones producidas por plagas o enfermedades.
- Los medios y utensilios empleados en la producción de plántulas no deben salir de la casa (mochila, frascos, vasijas, tanque, regadera, etc.).
- Siempre que se inicie una actividad fitosanitaria con nuevos productos o dosis, se deberá realizar una prueba previa para valorar su resultado y decidir su aplicación generalizada.
- Aproximadamente en un perímetro de 100 m alrededor de la casa de posturas, debe garantizarse la no presencia de plantas hospederas de plagas, especialmente las transmisoras de begomovirus
- Desinfección sistemática de paredes, piso y techo de la casa de producción de plántulas.

Trasplante

- Las plántulas estarán listas para el trasplante en dependencia de la especie, variedad, época del año, características de la instalación y prácticas de manejo empleadas.
- Previo al trasplante se debe provocar un endurecimiento de las plántulas a través del manejo del riego.
- Dar un riego el día anterior al transplante para propiciar humedad de tempero en el cepellón que propicie su fácil extracción.
- Para la mejor extracción del cepellón se emplea un empujador o “punch”, si fuera necesario.

Tabla 8. Características y ciclo vegetativo deseados en las plántulas.

| Especie | Altura de la plántula (cm) | Número de hojas | Grosor del tallo (mm) | Ciclo (días) |
|----------|----------------------------|-----------------|-----------------------|--------------|
| Tomate | 12 - 14 | 3 - 4 | > 3.0 | 24 - 30 |
| Pimiento | 12 | 6 | > 3.0 | 32 - 36 |
| Pepino | 10 | 2 | 3.5 – 4.0 | 10 - 12 |
| Melón | 12 - 15 | 2 - 3 | > 4.0 | 16 - 18 |
| Sandía | 12 - 15 | 2 - 3 | > 4.0 | 16 - 20 |
| Lechuga | 7 - 8 | 3 | > 2.5 | 19 - 23 |

Otros aspectos a tener en cuenta

- Preparar un transporte especializado para trasladar las bandejas al área de trasplante, sin que se afecten las plántulas.
- Organizar el retorno de las bandejas, a la instalación correspondiente.
- Lavar las bandejas después de su retorno del campo y previo a su desinfección con medios químicos.
- Almacenar las bandejas en estibas y en un lugar adecuado para su reciclaje.

Capacitación.

- El técnico responsable de la casa de preparación de sustratos y de producción de plántulas en cepellones, deberá estar debidamente capacitado en esta tecnología.
- Los obreros recibirán capacitación sistemática en todas las actividades que se realizan en las instalaciones para la producción de plántulas en cepellones.



Foto 15. Casa de producción de plántula



Foto 16. Bandeja en proceso de siembra de semilla



Foto 17. Plantulas de tomate en fase inicial



Foto 18. Plantulas de tomate en fase final de desarrollo



Foto 19. Cepellón de tomate



Foto 20. Injerto en tomate

V. CULTIVARES Y MANEJO AGRONÓMICO.

5.1. TOMATE (*Lycopersicon esculentum*, MILL.). FAMILIA: SOLANÁCEA

5.1.1-Cultivares recomendados

El sistema de cultivo protegido demanda del empleo de cultivares híbridos F₁ de tomate de crecimiento indeterminado, para el cultivo vertical, a fin de lograr mayor eficiencia en la instalación, éstos permiten la combinación de características tales como alta productividad, calidad del fruto y resistencia simultánea a diversos patógenos. No obstante, en ocasiones puede ser recomendable la utilización de híbridos F₁ del tipo semideterminado en este sistema productivo, ello pudiera ocurrir en la época de primavera-verano, cuando se necesite un ciclo de producción más corto. Es bueno recordar que el cultivar constituye el elemento de mayor impacto en esta tecnología, por lo que hay que analizar bien su elección. En todos los casos, es necesario conocer previamente las características del cultivar a emplear las cuales deben cumplimentar las necesidades productivas de cada lugar (tabla 9). Por ejemplo, en las instalaciones protegidas abiertas es recomendable utilizar cultivares resistentes o tolerantes a geminivirus transmitidos por la mosca blanca; durante el verano se busca la mayor tolerancia al calor, etc. Por otra parte, es conocido que la comercialización del tomate en el país se hace según el diámetro del fruto, éste determina las categorías de venta en este sentido, corresponde a las de “selecta” y “primera” los mejores precios. En consecuencia, es recomendable conocer previamente la estructura del rendimiento que brinda cada cultivar según la época de cultivo, pues a igualdad de rendimientos, se podrá decidir por aquél que posea la mayor efectividad económica (mayores porcentajes de frutos de las categorías “selecta” y “primera”).

5.1.2-Manejo agronómico

El cultivo protegido implica un cambio de enfoque en el manejo agronómico de los cultivos hortícolas, en los que se incluye el tomate, determinado entre otros factores por:

- Las características vegetativas y de otro tipo de los nuevos cultivares.
- El alto precio de las semillas híbridas.
- El tipo de instalación protegida utilizada.
- La mejora de la calidad de la cosecha.

Densidad y esquema de plantación.

La densidad de plantación depende de diversos factores, tales como: tipo y fertilidad del suelo, cultivar empleado, época y forma de conducción de la plantación. Para el cultivo del tomate se recomienda una densidad de 1.8 a 2.2 plantas/m² para lo cual se pueden emplear diferentes distribuciones espaciales de las plantas.

Doble hilera sobre el cantero.

Es el esquema de plantación más generalizado en el país, la plantación se realiza sobre canteros altos (Figura N°1). La distancia entre plantas es variable entre 40 cm – 50 cm. La siembra o plantación frente al gotero presenta un gradual desarrollo por las ventajas que presenta al tener las plantas el agua y los nutrientes más cerca de las raíces.

Tabla 9. Híbridos F₁ de tomates recomendados.

A.- Crecimiento indeterminado:

| Cultivar/ Procedencia | Tipología | | Época recomendada | | Planta | | Fruto | | | | Resistencia/ tolerancia |
|--------------------------|-----------|---|----------------------|------|------------|--------|-------------|-------------------|-----------|------------|---|
| | 1 | 2 | Inv. | Ver. | Maduración | Vigor | Peso (g) | Forma | Firmeza | Larga vida | |
| FA 180 HAZERA | X | | X | | Media | Fuerte | 180 – 220 | Achatado profundo | Buena | Prolongada | V ₁ , F ₁ , F ₂ , TMV |
| LTM-12 IIHLD-Cuba | X | X | X | X | Media | Fuerte | 150 - 180 | Globoso Profundo | Buena | Moderada | TMV, V, F ₁ , F ₂ TYLCV N (tolerante) |
| B-H 9916 | X | | X | | Media | Fuerte | 220 - 240 | Globoso | Buena | Moderada | TMV, F ₁ , F ₂ , V ₁ |
| FA 572 HAZERA | X | | X | X | Media | Fuerte | 180 – 280 | Achatado profundo | Muy Buena | Prolongada | V ₁ , F ₁ , F ₂ , TMV |
| FA 574 HAZERA | X | | X | X | Media | Fuerte | 200 – 300 | Achatado profundo | Muy Buena | Prolongada | V ₁ , F ₁ , F ₂ , TMV |
| FA 516 HAZERA | X | | X | | Media | Fuerte | 180 – 240 | Globoso profundo | Muy Buena | Prolongada | F ₁ , F ₂ , TMV |
| LTJ-13 IIHLD-Cuba | X | | X | | Temprana | Fuerte | 140 - 180 | Redondo achatado | Buena | Moderada | S, TMV |

B.- Crecimiento determinado o semideterminado

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|---|---|----------|--------|-----------|----------|-------|------------|-------------------------------------|
| HA-3057 (HAZERA) | | X | X | X | Temprana | Fuerte | 170 - 200 | Achatado | Buena | Prolongada | V, F1, TMV, TYLCV (alta tolerancia) |
| HA3063 (HAZERA) | | X | X | X | Temprana | Fuerte | 170 - 200 | Achatado | Buena | Prolongada | V, F1, TMV, TYLCV (alta tolerancia) |
| HA 3019 HAZERA | | X | X | X | Temprana | Fuerte | 170 - 200 | Achatado | Buena | Prolongada | V, F1, TMV TYCLV (alta tolerancia) |

Leyenda:

V = *Verticillium dahliae*

F₁ = *Fusarium oxysporum* (raza 0)

F₂ = *Fusarium oxysporum* (raza1)

N = Nemátodos

TMV = Virus del mosaico del tabaco

TYLCV = Virus del encrespamiento amarillo de la hoja del tomate

S = *Stemphylium* spp

Inv. = Invierno

Ver. = Verano

Una hilera sobre el cantero.

Puede ser una alternativa para algunos sistemas de producción, siempre y cuando, el esquema de plantación final responda a la densidad óptima de plantas/m² sugeridas para esta especie. El esquema aparece en la Figura N° 2.

La distancia entre hileras puede reducirse hasta 40 cm para lograr el solapamiento del cono de humedad de los goteros y evitar fluctuaciones en la humedad del suelo que afecten la calidad del fruto, principalmente en época de verano o en suelos ligeros. En este caso, resulta imprescindible que la doble línea del alambre superior permanezca distanciada a 60 cm para lograr una adecuada separación de las plantas en su conducción vertical.

Época de siembra o plantación.

En la tecnología de cultivo protegido de hortalizas en Cuba se definen dos épocas de producción durante el año que son las siguientes:

| Época de producción | meses |
|----------------------------|----------------------|
| Invierno | Septiembre a febrero |
| Primavera-verano | Marzo a agosto. |

Esta división es válida para todas las hortalizas mayores y particularmente importante para el cultivo del tomate, ya que su desarrollo vegetativo y reproductivo, está muy influenciado por las condiciones climáticas imperantes, lo que puede determinar el cultivar a utilizar, así como las prácticas culturales, la nutrición, el riego y otras actividades.

Los sistemas de cultivo protegido deben cumplimentar, la demanda de hortalizas, principalmente tomate, que hace el turismo y el mercado de frontera, aun durante el verano, cuando las condiciones que prevalecen son en extremo adversas al cultivo e impiden su normal desarrollo y fructificación a campo abierto.

Método de siembra o trasplante

En la producción de tomate bajo cultivo protegido se utiliza exclusivamente el trasplante en cepellones.

A continuación aparecen actividades comunes en tomate, pimiento, pepino melón y sandía:

- Previo al trasplante se dará un riego al área de plantación para garantizar la humedad adecuada para el establecimiento de las plántulas en cepellones y evitar el estrés de las mismas en la fase de trasplante.
- Los orificios para trasplantar las plántulas se abrirán con el auxilio de un plantador o una estaca de madera aguzada, que desplace un volumen de suelo similar al taco del cepellón, para lograr un adecuado contacto entre éste y las paredes del orificio abierto.
- Las bandejas-semilleros se trasladarán con mucho cuidado al área de plantación y se colocarán al inicio de los canteros, separadas por cultivares.
- Al extraer las plántulas de las bandejas se deberá tener sumo cuidado para evitar ocasionar daños al taco del cepellón o al sistema radical de las plántulas.

- El trasplante debe realizarse con sumo cuidado para evitar pérdidas de plántulas, lo cual provoca falta de uniformidad de la plantación y gastos adicionales en semillas y otros insumos, así como de fuerza de trabajo y tiempo.
- Seleccionar las plántulas por su tamaño, con personal experto para lograr trasplantar posturas uniformes.
- Las plántulas de tomate deben ser enterradas hasta el nivel de las hojas cotiledonales, pero no así las de pimiento, pepino melón, y sandia. Emplee posturas pequeñas y evite que el cuello de la plántula quede demasiado enterrado.
- Después de colocada la postura en el orificio se procede al tape del cepellón, que se realiza mediante una ligera presión del suelo hacia la plántula.
- Aplicar riego ligero después del trasplante para garantizar una adecuada humedad alrededor de las raíces y evitar los espacios de aire entre el cepellón y el suelo circundante, lo cual beneficia el rápido desarrollo radical de las plántulas.
- Posterior al primer riego, luego del trasplante, la plantación deberá someterse a un estrés por varios días, en dependencia del cultivo, tipo de suelo, humedad, época del año, etc., con vistas a favorecer el desarrollo radical de la planta y un adecuado arraigue de la misma, lo que se deberá corresponder con el desarrollo vegetativo que alcanzan los nuevos cultivares.
- Revisar diariamente la humedad existente en el suelo, a fin de determinar el momento adecuado para reiniciar el riego.
- Si se presenta muertes de plántulas, posterior al trasplante, las mismas deberán reponerse dentro de los siete días posteriores al mismo con plántulas producidas según aparece en el capítulo de semillero.
- Una variante es transplantar preferentemente en los canteros del borde de la instalación un determinado número de plantas “extras” que constituyan una reserva para posibles fallos detectados después del trasplante por Damping off, daños físicos o “quimeras” (plantas sin yema terminal, difíciles de detectar en el semillero).
- Para sustituir los fallos, según la última variante, se procede a motear las plantas extras del propio cantero y trasplantarlas en un orificio de mayor volumen. A las plantas retraspantadas se les riega individualmente después de esta labor y se les corta parte de los foliolos.
- Las labores de trasplante y retraspante se realizan preferiblemente en horas avanzadas de la tarde.

La instalación debe ser ocupada en su totalidad por un mismo cultivar, para evitar diferencias de ciclos vegetativos, exigencias nutricionales, sanitarias, de riego y en las prácticas de manejo.

Labores culturales.

Tutorado y baje de las plantas.

El tutorado permite la conducción de la planta en forma vertical, para lograr que las ramas dispongan de suficiente luz, aire y espacio para el normal crecimiento y desarrollo de su producción; además, propicia condiciones menos favorables para el desarrollo de enfermedades; evita que los frutos hagan contacto con el suelo y favorece las labores propias del manejo fitosanitario.

- La planta se mantiene vertical, enredada hoja a hoja, a través de un cordel tomatero plástico, el cual debe tener de 4 a 5 m de longitud, éste se ata desde la parte inferior del tallo de la planta, debajo de una hoja, hasta el alambre superior, a través del “perchero”, que es una pieza de alambre con forma similar a un gancho de carnicería donde se enreda el cordel de reserva. El perchero va enganchado al hilo de alambre superior correspondiente a la hilera de plantación.
- El cordel tomatero se coloca temprano, una semana después del trasplante. El amarre en la parte inferior del tallo no debe comprimirlo, debe tener cierta holgura que permita su engrosamiento a lo largo del ciclo vegetativo.
- A medida que la planta va creciendo se practica su deshije y enrede en el cordel tomatero en el sentido de las manecillas del reloj. Esta labor se realiza con cuidado para evitar daños mecánicos.
- El cordel tomatero no debe quedar rígido, sino suave, de forma que la planta vaya quedando inclinada con un ángulo de 45°, durante todo su crecimiento, a lo que se le denomina “vaivén”, esto permitirá un “baje” de la planta menos brusco favorecido por el ángulo que ésta ha ido teniendo durante su crecimiento.
- Otra variante de conducción es la de amarre del cordel tomatero sin presillas, dejándolo enterrado en el suelo en el momento del trasplante para evitar los desfases en la labor.
- Cuando la planta alcanza alrededor de 180 a 200 cm de altura en invierno, debe producirse una labor de “baje” de la misma, según la inclinación que ya ha venido tomando, de manera que la yema terminal quede situada a una altura de 100 a 120 cm, del suelo, aproximadamente.
- El “baje” es en extremo útil para favorecer el cuajado de los frutos, sobre todo en el período primavera - verano, en el que ocurren temperaturas superiores a 40 °C, ya que al bajar la planta los racimos florales se colocan a una temperatura inferior que resulta mas favorable para su fructificación.
- En época de verano resulta conveniente mantener la planta bajada con la yema terminal situada por debajo de 120 cm del suelo.
- Baje la planta con mucho cuidado para evitar daños mecánicos irreversibles.
- Previo al “baje”, a la planta se le practica una poda de las hojas inferiores caducas, daños de enfermedades o en contacto con el suelo. (Ver deshoje).
- Para mantener en posición vertical los cultivares del tipo determinado y semideterminado, se emplea también el cordel tomatero, que ata las plantas directamente al alambre superior sin necesidad de “perchero”.
- Otra alternativa, es utilizar una especie de espaldera similar a la recomendada en el cultivo del pimiento, pero de 120 - 140 cm de altura y con sólo dos alambres longitudinales cada 30 - 40 cm de altura.
- Con la espaldera se evita que las plantas cubran la calle, que se rompan los tallos o que los frutos hagan contacto con el suelo y se dañen, además beneficia la labor de protección fitosanitaria de las plantas.

Poda o deshije.

- Con la poda o deshije se trata de lograr una planta vigorosa y equilibrada, que sus frutos no queden ocultos entre el follaje y a la vez mantenerlas con suficiente aireación y libres de la persistente humedad, que ocasionaría problemas fitosanitarios.
- Es una labor que se realiza simultáneamente con el tutorado de las plantas y comienza a ejecutarse, en cultivares determinados, 15 - 20 días después del trasplante. Los hijos axilares se eliminan con los dedos y excepcionalmente con un instrumento cortante, debiéndose eliminar cuando éstos no rebasan los 5 cm.

Los cultivares indeterminados se pueden deshijar:

- A un tallo: Eliminando todas las yemas o hijos que se desarrollan en las axilas de las hojas del tallo principal.
- A dos tallos: Denominado también en horqueta, para lo cual se deja el hijo fuerte que está debajo del primer racimo y se deshija el resto que se forma en ambos tallos.
- La poda a dos tallos no se practica corrientemente en este sistema, pero resulta útil realizarla en plantas contiguas a fallos de población o plantas que sufrieron decapite temprano por síntomas de begomovirus, logrando un mejor cubrimiento del espacio y compensación de las posibles pérdidas en rendimiento.
- Las variedades determinadas o semideterminadas, que comúnmente no se deshijan a campo abierto, crecen con más exuberancia bajo cultivo protegido, por lo que deben ser deshijadas parcialmente. Eliminar los hijos axilares situados por debajo del hijo fuerte inferior al primer racimo, evitando afectar este último. Este deshije evita el exceso de follaje en la parte inferior de la planta, facilita el control fitosanitario y mejora el tamaño de los frutos.
- Algunos cultivares de crecimiento semideterminado pueden ser guiados a un solo tallo, dejando un hijo seguidor debajo del primer racimo del tallo principal, antes de que la planta se determine. Al hijo seguidor se le deja el hijo por debajo del primer racimo y así de forma sucesiva. El objetivo de este manejo, es lograr un mejor equilibrio follaje/frutos, mayor número de racimo por planta y una producción máxima precoz y de alta calidad comercial. Al surgir más de un tallo, se conducen con dos cordeles tomateros.
- Se podarán también los brotes que salen como prolongación de los racimos, hijos o “chupones” que salen del tallo a nivel del suelo en plantaciones en desarrollo.

Poda de frutos.

Consiste en eliminar los frutos poco desarrollados y deformados de cada racimo. Es una labor indispensable para lograr frutos de mayor calidad y se realiza a lo largo de todo el ciclo.

Deshoje.

- Consiste en la poda o eliminación de las hojas caducas o enfermas o en contacto directo con el suelo, las que se encuentran en la parte inferior del tallo, con el objetivo de sanear la planta al eliminar posibles hospederos de plagas y enfermedades. La práctica indica las ventajas del deshoje sistemático; comenzar a eliminar las dos primeras hojas alrededor de los 30 días de la plantación.
- Iniciar esta labor antes del primer baje de las plantas, momento en el cual existe una masa foliar exuberante.
- Si no se practica la labor de deshoje previo al baje de la planta, se pondrá en contacto una gran masa foliar con el suelo, exponiéndola al ataque de hongos patógenos.
- Es recomendable dejar al menos una o dos hojas en el tallo por debajo del racimo inferior.
- Inmediatamente después de esta labor debe asperjarse la plantación con un fungicida adecuado para evitar el ataque de patógenos por las heridas.
- La masa foliar eliminada debe ser extraída de la instalación rápidamente e incinerada en un lugar acondicionado al efecto.

Decapitado.

El decapitado es una poda de la yema terminal de la planta que se hace con varios objetivos:

- Decapitado parcial, denominado también cambio de tallo o rotación de eje, consiste en suprimir la yema terminal de la planta, pero dejar un hijo seguidor, para continuar el crecimiento de la planta en altura.
- Se procede a realizar un “cambio” en el crecimiento del tallo principal del tomate (decapitar + dejar hijo seguidor) cuando se observa un adelgazamiento o exceso de grosor en el tallo principal de cultivares indeterminados (en relación a sus características, ciclo de cultivo, etc.)
- Cuando se realiza el cambio de tallo en el invierno, generalmente la planta cuenta con un mayor número de racimos que cuando se efectúa en el verano. Este constituye un elemento de manejo cultural importante para la formación del rendimiento deseado en la plantación.
- Decapitado final, es una labor que se realiza al eliminar la yema terminal de la planta, sin dejar hijo seguidor, para limitar de forma definitiva su crecimiento en altura, en busca de mayor tamaño y calidad del fruto, como una estrategia para limitar el ciclo de producción del cultivo ante su envejecimiento, o problemas fitosanitarios. Esta labor deberá realizarse 45 días antes de la fecha fijada para concluir el ciclo del cultivo.

Vibrador.

La aplicación del vibrador o “abeja eléctrica” a los racimos florales del tomate es una técnica auxiliar que pretende el desprendimiento de los granos de polen de las anteras por acción mecánica, para lograr una fecundación o cuajado de los frutos más efectiva.

- Se debe aplicar el vibrador cuando se comprueba que hay polen en las flores (al golpear sobre un plástico negro), pero éste normalmente no puede desprenderse debido a la alta humedad relativa ambiental; la temperatura no rebasa los 34 °C.
- Es muy efectivo aplicar el vibrador a diario o en días alternos, a partir de la apertura de las primeras flores, lo cual garantiza la polinización de un mayor número de flores por racimo.
- Aplicar el vibrador después de las nueve de la mañana.
- Conservar el vibrador cargado en un lugar seco y fresco.

Si la unidad no cuenta temporalmente con vibrador eléctrico, una alternativa es hacer vibrar manualmente el ramillete floral para lograr el desprendimiento del polen de la flor y la fecundación deseada.

Hormonas.

Cuando las temperaturas sobrepasan los 34 °C, generalmente no hay producción de polen o el polen producido no es viable, por lo cual es necesaria la aplicación de hormonas reguladoras de la fecundación.

- La aplicación de hormonas se realiza preferentemente al atardecer (después de las 4:00 pm) en busca de temperaturas más frescas, mayor número de flores abiertas y más turgencia en la planta, o en el horario de la mañana después de la caída del rocío y a temperaturas inferiores a 30 °C.
- Se recomienda sólo el uso de productos registrados en el país.

| Producto | Dosis (cc/L) | Frecuencia |
|-----------------|---------------------|-----------------------|
| Procarpil | 4 a 5 | Dos veces por semana. |
| Hormoton | 5 | Dos veces por semana. |

- El producto se aplica con un aerosol especial, colocar la mano del operario detrás del racimo para impedir que el mismo haga contacto con la parte terminal de la planta. Para su aplicación se emplea únicamente agua destilada o agua lluvia.
- La aplicación debe coincidir con una buena humedad de campo.
- No deben repetirse aplicaciones a una misma flor.
- La aplicación de vibrador o “abeja eléctrica” es importante para lograr una polinización más efectiva y así incrementar los rendimientos por planta. Su aplicación requiere la presencia de polen.
- Las hormonas deben aplicarse con estricto cuidado y según la norma técnica establecida

Observe para su aplicación:

- La NO presencia de polen
- La dosis, horario y forma de aplicación adecuadas
- El intervalo correcto entre las aplicaciones.

Otras labores culturales.

Otras labores comunes a los cultivos de tomate, pimiento, pepino y melón, son las que se realizan para eliminar las malezas tales como: escardas manuales, guataqueas ligeras y arranque de malezas y las que se efectúan para mejorar las condiciones físicas del suelo y la aireación del sistema radical de la planta como es el caso del mullido y la escarificación, de gran importancia a partir del establecimiento de las plántulas después del trasplante.

- En la ejecución de estas labores debe mantenerse la conformación del cantero.
- Los pasillos de los canteros se mantendrá libres de malezas; cuidar las líneas de riego por goteo durante la ejecución de estas labores.

Aporque.

El aporque de las plantas constituye una alternativa de manejo cultural para el cultivo del tomate, ya que beneficia la emisión de raíces en la zona basal del tallo que sirven de anclaje a las plantas y además resulta beneficiosa su aplicación en caso de daños de enfermedades fungosas a nivel de la base del tallo.

5.1.3- Cosecha y Poscosecha.

Orientaciones generales para la recolección.

- La labor de cosecha se inicia alrededor de los 65 – 75 días posteriores a la plantación, en dependencia del cultivar y la época del año.
- El momento más favorable para la cosecha es durante las horas tempranas de la mañana, más frescas, una vez que haya desaparecido la humedad en la superficie de los frutos.
- Para cumplimentar las disposiciones relativas a la calidad referidas a sus requisitos mínimos (NC131:2001) para consumo fresco, los frutos deben estar sanos, limpios, sin daños mecánicos, sin heridas, típicos de la variedad, sin daños por plagas, exentos de olores y sabores extraños.
- Los frutos cosechados en condiciones de alta temperatura pierden su consistencia firme y aparecen rugosidades en la epidermis, por lo que son más susceptibles a los ataques fungosos durante su transportación.
- Cuando el tomate se cosecha, siguiendo las Buenas Prácticas Agrícolas, se toma el fruto con la mano y se aplica una ligera torsión a la vez que este se hala, cuando el fruto es inmaduro, es recomendable sostener el pedúnculo para no halarlo mientras se aplica la torsión, y así no se ocasiona daños a la planta.
- Los frutos se desprenderán de la planta por su pedúnculo, se conserva o no la estrella, según el destino del mercado.
- Según el mercado en que se quiera comercializar el fruto varia el criterio de cosecha, como se detalla a continuación:
 - Si se va a comercializar como producto fresco en el mercado nacional, lo ideal es cosecharlo en estado “sazón avanzado” o grado 2 (inicio del color rosado en el extremo pistilar), porque este es el tomate con buena firmeza y podrá soportar el manejo desde la cosecha hasta que llegue al consumidor, mejor que un fruto maduro o sobre maduro.
 - Si el tomate es para comercializar en mercado de exportación, debe cortarse cuando aún está de color verde (grado 1). Este es el tomate llamado “verde maduro” en el mercado internacional (madurez fisiológica), al partirlo se observa que las semillas están completamente desarrolladas y el material gelatinoso ya se ha desarrollado al menos en un lóbulo. Cuando se trata de variedades extra firmes la madurez no se expresa según el patrón mencionado, por lo que se recomienda cosecharlas cuando la superficie tenga por lo menos un 30% de color rosado.
- Los frutos se manipularán siempre con sumo cuidado, colocándose en las cajas de cosecha en una o dos camadas como máximo, sin golpes bruscos, teniendo cuidado que las estrellas no perforen y dañen los frutos aledaños. Estos no deben exponerse al sol, pues pierden su consistencia sin recuperarla después, y se afecta su calidad comercial. Las cajas deben ubicarse sobre tarimas de maderas u otro soporte según las Buenas Prácticas Agrícolas, para evitar la contaminación del producto, por el contacto directo con el suelo. Una vez llenas las cajas se transportarán al centro de beneficio.
- El beneficio implica, la limpieza, selección, clasificación y embalaje de los frutos. Se debe efectuar en una instalación limpia, fresca y ventilada. Lo más aconsejable, desde todos los puntos de vista, es el beneficio mecanizado, por su rapidez, comodidad y sobre todo por su economía.
- Durante esta labor, se separarán los frutos con defectos, tales como daños mecánicos o por insectos, rajaduras fisiológicas, deformaciones, anomalías en la coloración y diámetro no aceptable para la comercialización según la norma vigente. Los frutos quedarán desprovistos de toda suciedad, tales como tierra, residuos de plaguicidas, etc., se tratará de no emplear agua para lograr este objetivo.

Categorías de venta.

Según se establece en la NC-131: 2001, los frutos se clasifican por su calibre, el cual está determinado por el diámetro máximo de la sección ecuatorial, según se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 10. Escala de calibración.

| Categoría | Diámetro (mm) |
|-----------|---------------|
| • Selecta | > 75 |
| • Primera | 65 – 74 |
| • Segunda | 55 – 64 |
| • Tercera | < 55 |



1. Mature-Green (Sazón o madurez fisiológica): Superficie del tomate 100% color verde, con estrella beige en el extremo donde cae la flor.



2. Breaker (Sazón avanzado): Hay cambio de color hasta un máximo de 10% (puede ser rozado o amarillo).



3. Turning (Pintón inicial): Desarrollo de color amarillo, rosado, o rojo superior al 10 % pero inferior al 30 %.



4. Pink (Pintón medio): Desarrollo de color amarillo, rosado, o rojo superior al 30 % pero inferior al 60 %.



5. Lig Red (Pintón): Desarrollo de color rosado, o rojo superior al 60 % pero inferior al 90 %.



6. Red (Maduro firme): Desarrollo de color rojo superior al 90 % pero firme.

Figura 3. Grados de madurez del Tomate según el color.

Fuente: www.postharvest.ucdavis.edu. Suslow, T. y Canweel, M.2001

Descripción de los envases.

- Los envases deberán reunir las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia, para asegurar una manipulación, transporte y conservación apropiada de los frutos. Deben estar exentos de cualquier material y olor extraño.
- Los frutos se envasarán en cajas de cartón, plásticas o de madera que no posean partes punzantes o desgarrantes que afecten la calidad del producto.
- El envasado se efectuará, en todos los casos, por categorías o calidades tratando de lograr la mayor uniformidad en cada caja en tonalidad o color.

Transportación y manipulación.

Las condiciones de transporte pueden dañar la calidad de los frutos y restarle vida comercial. Algunas de las prácticas inadecuadas son:

- Mal acomodo del producto dentro de los empaques en los vehículos de transporte.
- Mal sistema de suspensión y estado general del vehículo en que se transporta el producto.
- Exceso de velocidad del trasporte en relación con las características y estado de las vías de comunicación.
- Problemas de clima, tiempo, altas temperaturas y mala ventilación durante el transporte de cargas mixtas no aceptables.
- Higiene deficiente en los vehículos.

Condiciones del transporte.

El transporte local, que se lleva a cabo en pocas horas (en un plazo no superior a las cuatro horas posteriores a la cosecha), es recomendable en las horas más frescas del día, en vehículos con protección contra la incidencia directa del sol y de la lluvia, con ventilación, y buena circulación de aire. El transporte a otros mercados, deberá realizarse de forma refrigerada. La temperatura recomendada para la transportación es de 12 °C.

Cuando se transportan cargas mixtas (distintos tipos de productos), es necesario analizar compatibilidad entre los productos y, a la vez, asegurarse de que todos estén en buen estado, para evitar la proliferación de hongos y otros microorganismos entre los distintos productos.

Siguiendo las Buenas Prácticas Agrícolas, la higiene en el interior del transporte es importante para minimizar la contaminación microbiológica, que puede llevar al deterioro del producto (daños patológicos) o al incremento de riesgos por enfermedades para el consumidor. Los vehículos deben estar limpios y desinfectados, no deben utilizarse para otros usos (animales, productos químicos, etc.) que pueden contaminar los frutos. El transporte debe ser inspeccionado antes de cargar el producto.

Además se cumplirá con la NC38-03-01 y la NC38-03-02. Las cajas se almacenarán a una altura máxima de cinco estibas, para evitar daños por aplastamiento.

Almacenamiento y conservación.

Los productos, después de recolectados, se protegerán del sol y de la lluvia hasta su transportación, la cual no debe exceder las ocho horas desde la cosecha hasta la recepción por la unidad comercializadora.

El almacenamiento a temperatura ambiente se realizará en locales limpios, ventilados, secos y libres de materiales que puedan afectar al producto, no permitir que el sol y la lluvia incidan directamente sobre los mismos. El almacenamiento refrigerado, se realizará por grado de madurez, según se muestra en la tabla 11.

Tabla 11.Rangos de temperatura para almacenamiento del tomate por grado de madurez.

| Estado de madurez | Rango de temperatura °C) | Vida de almacenamiento |
|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Verde maduro | 12.5 - 15.0 | 14 días |
| Rojo claro | 10.0 - 12.0 | 8-10días |
| Maduro firme | 7.0 - 10.0 | 3-5 días |

Fuente: www.posthavest.ucdavis.edu. Suslow, T. y Canweel, M.2001

- El producto almacenado en frío deberá contar con una temperatura interna inferior a los 25 °C, de ser más alta, debe dejarse reposar hasta lograr su disminución.
- Los frutos de tomate con características de larga vida, procedentes de plantaciones con buena agrotecnia, beneficiados y manipulados como se ha indicado anteriormente, soportan adecuadamente un período de almacenamiento refrigerado de hasta 25 días, cuando son cosechados en estado pintón, sin afectarse sus propiedades comerciales.
- Además se cumplirá con lo establecido con la NC 38-03-03.

Rendimiento

El rendimiento esperado en el tomate es de 130 - 180 t/año. En la campaña de invierno el rendimiento debe estar entre 80 a 110 t/ha, mientras que en la campaña de primavera - verano el rendimiento debe oscilar entre 50-70 t/ha. Este dependerá del cultivar utilizado, la fecha de plantación y las prácticas de manejo aplicadas.



Foto 21. Planta de reserva



Foto 22. Plantación de tomate en doble hilera



Foto 23. Plantación de tomate a una sola hilera



Foto 24. Colocación de presillas para el tutorado



Foto 25. Colación del perchero para el tutorado



Foto 26. Deshije



Foto 27. Aplicación del vibrador



Foto 28. Deshoje



Foto 29. Híbrido de Tomate Número 12 Indeterminado



Foto 30. Híbrido de Tomate Determinado



Foto 31. Racimo donde se observa la necesidad de poda del fruto



Foto 32. Decapitado final



Foto 33. Proceso de beneficio

5.2- PIMIENTO (*Capsicum annuum*, L). FAMILIA: SOLANÁCEA

5.2.1- Cultivares recomendados.

En la producción de pimiento bajo cultivo protegido solo se utilizan híbridos F₁ ya que son los cultivares que mejor se adaptan a este sistema de cultivo. Las principales características de los cultivares utilizados en Cuba son las siguientes:

Tabla 12. Características de los híbridos comerciales de pimiento

| Cultivar | Origen | Frutos | | | | | Resistencia |
|--------------------------|------------|------------------------|-------------|------------|----------|----------------|---------------------------|
| | | Color en la maduración | Forma | Pericarpio | Peso (g) | Lóbulos Número | |
| Hiram (N ₀₁) | CUBA-IIHLD | rojo | rectangular | grueso | 150 | 3- 4 | TMV; PVY |
| N _o 5 | CUBA-IIHLD | rojo | rectangular | grueso | 150 | 3- 4 | TMV; CMV |
| Híbrido Amarillo | CUBA-IIHLD | amarillo | cuadrado | grueso | 170 | 4 | TMV |
| Denver | Francia | rojo | cuadrado | grueso | 135 | 3 - 4 | CMV; PVY; TMV |
| Atlas | Francia | rojo | cuadrado | grueso | 145 | 3 - 4 | CMV; PVY; TMV |
| HA 831 | Israel | amarillo | cuadrado | mediano | 110 | 3 - 4 | PVY, TMV |
| HA 490 | Israel | amarillo | cuadrado | mediano | 140 | 4 | TMV; L ₄ ; PVY |
| FAR 3 | Israel | rojo | rectangular | grueso | 130 | 3 | TMO, TMV, PVY |

Leyenda:

TMV = Virus del mosaico del tabaco

PVY= Virus Y de la papa

CMV = Virus del mosaico del pepino

L₄ = Virus del moteado suave del pimiento

Otras cultivares recomendados por su buen comportamiento agronómico y productivo son los híbridos franceses CLX - 641 y P - 240.

5.2.2- Manejo agronómico.

Los híbridos de pimiento utilizados en el sistema de cultivo protegido son altamente productivos, con hábito de crecimiento erecto que permite el alargamiento del período de cosecha y por lo tanto el ciclo vegetativo de esta especie

Densidad y esquema de plantación.

La densidad de plantación depende de diversos factores, tales como: cultivar empleado, hábito de crecimiento, época de plantación, localidad, manejo de la poda y otros factores. En general, deben lograrse densidades que oscilen entre 1.8 y 2.2 plantas/m² para lo cual se pueden emplear diferentes distribuciones espaciales de las plantas mediante los siguientes esquemas de plantación:

Doble hilera sobre el cantero.

Este es el esquema más generalizado en el país. La plantación se realiza sobre canteros altos. (Ver Fig.1). Las distancias entre plantas están entre 40 cm – 50 cm y se aplican según condiciones locales, época del año y criterios de los productores.

Una hilera sobre cantero.

La adopción del esquema de plantación a hilera sencilla sobre un pequeño cantero de unos 40 cm de ancho, es una alternativa con la cual se han logrado buenos resultados productivos y calidades del fruto. La ventaja de este esquema es que facilita el manejo de la planta y su cosecha y la aplicación de una adecuada defensa fitosanitaria.

Época de siembra o plantación.

Las épocas de siembra o plantación para el cultivo del pimiento son las mismas que las enunciadas en el cultivo del tomate.

Método de siembra o trasplante.

El trasplante en cepellones es el único medio de propagación recomendado para el cultivo del pimiento en el sistema de producción protegida. Para ello deben emplearse plántulas de 32 a 36 días de sembradas, con una altura media de 12 cm, 6 hojas verdaderas y un grosor del tallo de 3 mm.

Las labores de preparación del suelo, riego para la plantación hasta el retrasplante, son iguales a las recomendadas para el cultivo del tomate.

Labores culturales.

Tutorado.

Lo más novedoso y positivo en el manejo cultural del pimiento es conducir a la planta tallo a tallo con el auxilio del cordel tomatero. De acuerdo al material vegetal utilizado se define el número de tallos a dejar por planta, este oscila entre 2 a 4. Las plantas se conducirán de forma vertical a medida que las mismas van creciendo.

Otra alternativa de tutorado es en “espaldera”, la cual consiste en colocar, para cada hilera postes de 1.5 m de altura por hileras separados entre 6 y 8 m. A los postes se le sitúan alambres longitudinales cada 30 cm de altura, en la medida que las plantas vayan creciendo, de forma que las dobles hileras queden dentro de los alambres, lo cual evita la caída de las plantas.

Poda.

Se practican cuatro tipos de poda bien diferenciadas en todo su ciclo vegetativo, teniendo sus diferencias de acuerdo al tipo de híbrido, época del año tipo de suelo y criterios propios de los productores.

Poda de frutos.

- Una primera poda se realiza para eliminar el fruto formado en la primera bifurcación de la planta a fin de beneficiar su crecimiento y desarrollo. Se efectúa generalmente en las plantas poco exuberantes, aunque hay criterios divididos en este tipo de poda.
- No dejar más de un fruto por rama para buscar frutos de mayor calidad comercial.
- Se realizan otras podas para eliminar los frutos deformados, dañados y pequeños, no comerciales.

Poda de formación.

Se suprimen los brotes por debajo de la primera bifurcación de la planta. Esta es una actividad de gran importancia para el pimiento.

Poda de aclareo.

- Consiste en eliminar todas las ramas no productivas, dejando solo los tallos y ramas productivas, los cuales deben tener sus frutos protegidos por hojas.
- Las ramas productivas salidas de los tallos principales se decapitan después del primer fruto.
- La eliminación de estas ramas no productivas se realiza siempre por debajo de los frutos para que los mismos queden protegidos de posibles quemaduras por el sol. Esta práctica permite una adecuada cobertura fitosanitaria y mejor calidad del fruto.

Poda de rejuvenecimiento.

- Si después de cumplido su ciclo productivo de alrededor de seis meses, la plantación no ha sufrido afectaciones fitosanitarias importantes, tales como virosis, se puede aplicar una poda de rejuvenecimiento, que consiste en cortar el tallo de la planta sobre la segunda horqueta. Ello permite repetir otro ciclo productivo.
- La fecha más apropiada para realizar esta actividad es desde mediados de agosto hasta finales de septiembre.
- Después de cualquiera de las podas practicadas es obligatorio dar un tratamiento fungicida, preferentemente a base de cobre.

Deshoje.

Es una importante labor que se realiza en este cultivo con el objetivo de eliminar las hojas dañadas, enfermas o caducas de la planta a través de todo su ciclo vegetativo. Después de cada labor de deshoje debe realizarse una aplicación de fungicida.

Polinización.

Con la presencia de abejas se aprecia una mejora de la fecundación en este cultivo la que ayuda a elevar los rendimientos, por lo que es recomendable colocar colmenas en el sistema. El pimiento al tener buena respuesta en la autopolinización, no se practica como el tomate la polinización manual.

Decapitado.

Definido el ciclo del cultivo, de 20 a 30 días antes de su demolición, se práctica el decapite de todas las yemas apicales de la planta en función de favorecer el peso y calidad de los frutos.

5.2.3- Cosecha y postcosecha.

Orientaciones generales para la cosecha

- La cosecha del pimiento se inicia entre los 70 y 75 días después del transplante cuando se hace en estado verde y 20 días mas cuando es el estado maduro.
- El horario más favorable para la cosecha es en horas tempranas de la mañana o en las últimas de la tarde, la misma deberá realizarse con tijeras o cuchillos a fin de evitar desgarraduras o daños en frutos y plantas.
- El manejo de los frutos después de cosechados, su beneficio, selección y limpieza son comunes al señalado para el cultivo del tomate

Categorías de venta

Para todas las categorías y las tolerancias permitidas, los pimientos deberán:

- Estar enteros.
- Tener aspecto fresco.
- Presentar apariencia y desarrollo característico de la variedad.
- Estar sanos; se excluirán los frutos afectados de podredumbre o de alteraciones que los hagan no aptos para el consumo.
- Estar libres de daños causados por la exposición al sol.
- Estar limpios, prácticamente exentos de materias extrañas visibles.
- Presentar pedúnculo cuya longitud máxima será de 1 cm.
- Estar exentos de humedad exterior anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica.
- Estar exentos de plagas o enfermedades que afecten el aspecto general del producto.
- Estar exentos de olores y/o sabores extraños.
- Ser cosechados a partir de su madurez técnica, desde verde hecho hasta maduro consistente.

Los pimientos deberán presentar un desarrollo y un estado tal que les permitan soportar el transporte, la manipulación y el acondicionamiento, así como responder a las exigencias comerciales en el punto de destino.

Los pimientos se clasificarán en tres categorías de calidad, las cuales se describirán a continuación:

Categoría “Extra”

Los pimientos de esta categoría deberán ser de calidad superior, firmes, consistentes y presentar la forma, apariencia y desarrollo característico de la variedad y que satisfagan los requisitos mínimos establecidos

Categoría I

Los pimientos clasificados en esta categoría deberán ser de buena calidad, suficientemente firmes y presentar las características del tipo de la variedad, pero que satisfagan los requisitos mínimos establecidos.

Deberán estar exentos de grietas sin cicatrizar.

Podrán presentar los siguientes defectos leves y daños siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. Estos defectos y daños son los siguientes:

- Deformación y color.
- Defecto de la epidermis.
- Daños cicatrizados de hasta 1cm de longitud.

Categoría II

Esta categoría comprenderá a los pimientos que no podrán clasificarse en las categorías superiores, pero que satisfagan los requisitos mínimos establecidos

Deberán ser bastante firmes y no presentar grietas sin cicatrizar.

Los pimientos podrán presentar los siguientes defectos y leves daños siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. Estos defectos y daños son los siguientes:

- Deformación y color.
- Defecto de la epidermis.
- Daños cicatrizados de hasta 3 cm de longitud.

Clasificación de los cultivares atendiendo a su forma

- Cuadrado
- Rectangular
- Triangular
- Alargado
- Redondeado

Escala de calibración

| Tipo | Diámetro Mínimo (cm) | | | | | |
|-------------|----------------------|----------------|--------------|-------------------|----------------|--------------|
| | Extra | | | Primera y Segunda | | |
| | Ancho Superior | Ancho Inferior | Largo | Ancho Superior | Ancho Inferior | Largo |
| Cuadrado | 10-12 | 10-12 | 10-12 | 8-9 | 8-9 | 8-9 |
| Rectangular | 10-11 | 6-8 | 16-18 | 7-9 | 4-5.5 | 10-15 |
| Triangular | 9-11 | | 8-10 | 7-8.5 | | 5-7 |
| Alargado | 5-6 | | 16-28 | 4-5 | | 16-28 |

No se tendrá en cuenta, para su comercialización, el calibre mínimo de aquellos cultivares que no se recogen en la escala de calibración.

Tolerancias por calidades y grado de madurez.

Categoría Extra

Cinco por ciento (5 %), en número o en peso, de pimientos que no se correspondan con el grado de madurez establecido y a las características de la categoría, pero que se ajustan a las de la categoría I.

Categoría I

Cinco por ciento (5 %), en número o en peso, de pimientos que no se correspondan a las características de la categoría indicada, pero que se ajustan a las de la categoría II y cinco por ciento (5 %) de los pimientos que no cumplen con el grado de madurez establecido.

Categoría II

Diez por ciento (10 %), en número o en peso, de pimientos que no se correspondan a las características de la categoría indicada y cinco por ciento (5 %) de los pimientos que no cumplen con el grado de madurez establecido.

Para la categoría extra, se aceptará un 5 % de los pimientos que no se correspondan al calibre mínimo o máximo establecido.

Para el resto de las categorías, se aceptará un 10 % de los pimientos que no correspondan al calibre inmediatamente inferior o superior al calibre indicado.

Envase

El contenido de cada envase deberá ser homogéneo y contar únicamente de pimientos del mismo origen, variedad, categoría y calibre. Para las categorías extra y primera deberán ser homogéneos en cuanto a la madurez y el color. La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el conjunto teniendo en cuenta el máximo aprovechamiento, dejando una separación mínima de 2,5 cm entre el producto y el borde superior del mismo, para que permita una correcta manipulación y no se dañen los pimientos.

Los envases deberán reunir las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia, para asegurar una manipulación, transporte y conservación apropiada de los pimientos y deberán estar exentos de cualquier materia y olor extraño.

Los pimientos se envasarán en cajas de cartón, plásticas o de madera que no posean partes punzantes o desgarrantes que afecten la calidad del producto.

Se permitirá el uso de materiales, en particular papel o sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Además de los requisitos de la NC 108, se aplicarán las siguientes disposiciones específicas:

Si el producto no es visible desde el exterior, cada envase deberá etiquetarse con el nombre del producto y, facultativamente, con el de la variedad y(o) tipo comercial.

Para los envases no destinados a la venta al por menor, se indicará la naturaleza del producto en letras agrupadas en un mismo lado, marcadas de forma legible e indeleble y visibles desde el exterior, o bien en los documentos que acompañan al embarque.

Transportación y manipulación

- El producto se transportará en vehículos limpios, que no tengan partes punzantes, protegido de la lluvia y el sol, el mismo no deberá contener restos de plaguicidas, ni de sustancias tóxicas se evitará la transportación en las horas de mayor incidencia solar.
- Las cajas se manipularán con cuidado, evitando arrastrarlas y golpearlas.
- Los frutos después de recolectados se protegerán del sol y la lluvia hasta su transportación, la cual no deberá exceder las ocho horas desde la cosecha hasta la recepción por la unidad comercializadora.

Almacenamiento y conservación

El almacenamiento a temperatura ambiente se realizará en locales limpios, ventilados, secos y libres de materiales que puedan afectar al producto, no se permitirá que el sol o la lluvia incidan directamente sobre el mismo. El tiempo dependerá del estado de madurez y destino del producto.

El almacenamiento en cámaras frigoríficas se realizará a una temperatura entre 6 °C y 8°C, humedad relativa de 85 % a 90 % y el tiempo dependerá del estado de madurez y destino del producto.

Rendimiento.

Con el empleo de los híbridos recomendados y la aplicación de adecuadas prácticas de manejo agronómico deben esperarse rendimientos promedios de 70 t/ ha en cada ciclo.

Para todo el procedimiento de transporte, manipulación y conservación ver lo indicado en el tomate.



Foto 34. Plantación de pimiento a doble hilera



Foto 35. Plantación de pimiento a una sola hilera



Foto 36. Tutorado Tipo Holandes



Foto 37. Tutorado en Espalderas



Foto 38. Híbrido Número 5



Foto 39. Híbrido Amarillo



Foto 40. Híbrido Número 1



Foto 41. Diferentes formas y grados de madurez de los frutos

5.3 -PEPINO (*Cucumis sativus L.*). FAMILIA: CUCURBITÁCEAS

5.3.1- Cultivares recomendados.

La mayoría de los híbridos comerciales que se emplean bajo cultivo protegido son del tipo ginóico y partenocárpico, que no necesitan la presencia de abejas para su polinización a diferencia de las variedades monoicas cultivadas tradicionalmente a cielo abierto. Además estos nuevos híbridos se caracterizan por sus atributos de precocidad hasta la primera cosecha y sus altos potenciales de rendimiento. Se propone para esta tecnología los siguientes cultivares.

Tabla 13. Características de los híbridos comerciales de pepino recomendados.

| Cultivar | Fruto | | | | Planta | | |
|------------------|--------|------------------------|---------------|-------|-------------------|---------------------|-----------------------------|
| | Origen | Color | Longitud (cm) | Vigor | Días a la cosecha | Tolerancia | Observación |
| HA 454 (SARIG) | Israel | Verde Oscuro | 14 - 16 | Bueno | 32 - 35 | PM | Rendimiento muy concentrado |
| HA 436 (ATAR) | Israel | Verde oscuro Brillante | 18 - 20 | Bueno | 32 - 35 | F ₁ , PM | Rendimiento muy concentrado |
| HA-1237 (DARIUS) | Israel | Verde oscuro brillante | 18 -20 | Bueno | 32 - 35 | - | Rendimiento muy concentrado |

PM = Mildiu pulverulento (*Oidium sp*)

F = *Fusarium*

Los tres cultivares anteriores se destacan por su precocidad. El HA 436 posee frutos de mayor grosor que el resto; la planta fructifica muy bien y presenta menos frutos en las ramas laterales, lo que facilita su manejo en comparación con el cultivar HA 454.

5.3.2- Manejo agronómico.

Los cambios que se manifiestan en el Manejo agronómico del pepino bajo cultivo protegido son profundos, no sólo por el hecho de la diferencia en la velocidad del crecimiento inicial de los mismos, su producción precoz y rendimientos entre 15 y 20 veces superiores al de la media actual de las variedades utilizadas a campo abierto, sino también por el hecho de que se cultivan de forma vertical, unido a la reducción de un 30 % de la intensidad lumínica que se produce en estos sistemas, por lo cual las labores culturales requieren ser ejecutadas en el momento adecuado con mucha rigurosidad, ya que los nuevos híbridos se tornan más susceptibles a los daños mecánicos.

Densidad y esquema de plantación.

Depende de diversos factores tales como cultivar empleado, hábito de crecimiento, época de siembra o plantación, tipo de suelo y poda a emplear.

El esquema de siembra o plantación recomendado para el cultivo del pepino es el que se encuentra en la Fig. N°1. La distancia entre plantas varía entre 40cm – 50cm. Las siembra o plantación frente al gotero es una alternativa que presenta buenos resultados.

Época de siembra o plantación.

El pepino bajo esta tecnología se cultiva durante todo el año atendiendo a las épocas de siembra o plantación señaladas en el cultivo del tomate.

Método de siembra o transplante.

El pepino se propaga mediante trasplante en cepellones o por siembra directa.

Trasplante en cepellones.

Las actividades que se realizan desde: riego de la plantación hasta el retraspante, son iguales a las del cultivo del tomate.

Siembra directa.

- Se obtienen excelentes resultados con este método cuando se garantizan las condiciones óptimas para una germinación uniforme de la semilla y se evitan los daños en las semillas que pueden causar algunos insectos o roedores.
- La semilla se depositará a razón de una por nido, cubriendose con una capa de 4 - 5 mm de suelo suelto. Es imprescindible conocer el porcentaje de germinación de la semilla empleada para no tener afectaciones con la población final.
- Una alternativa para lograr una alta población en siembra directa es la pregerminación de las semillas antes de la siembra, las cuales se llevan al campo con sus raíces bien definidas.
- Resulta imprescindible el mantenimiento sistemático de la humedad en los 5 - 10 cm de profundidad del suelo durante los 3 - 5 días posteriores a la siembra directa.
- Es provechosa la ubicación de cebos contra roedores así como la aplicación de Basudin al 1 % al cantero para la eliminación de insectos perjudiciales.
- Otra práctica útil para lograr una población uniforme, sin diferencias en el crecimiento y desarrollo de las plantas, es sembrar un 5 % de semillas extras distribuidas en los canteros de los laterales de la instalación, de forma que no compitan con la siembra normal. Cuando se detecten las fallas, antes de emitir la primera hoja verdadera, motear la plántula y reponerla.

Labores culturales.

Las prácticas de Manejo agronómico del cultivo son las siguientes:

Tutorado.

- Se realiza cuando la planta de pepino tiene entre cuatro y seis nudos (2 ó 3 hojas verdaderas).
- El enrede del cordel puede realizarse de distintas formas:
- Por medio de una presilla plástica que abraza al tallo y fija el cordel (mejor manejo y menos daño a la planta).
- Mediante cordel tomatero enterrado en el suelo a 10 cm del tallo de la planta.
- El enrede del cordel es una actividad muy importante que se realiza en la medida que la planta crece, en el sentido de las manecillas del reloj pasándolo hoja a hoja por debajo de cada una.
- Esta labor se realiza diariamente o cada dos días, porque en este sistema el cultivo del pepino puede crecer a un ritmo de 15 a 18 cm por día.

- El cordel puede colocarse recto o con una inclinación de 45° para permitir que la planta descance y no se ruede.

Deshije.

- Eliminar todos los hijos axilares de los primeros 60 cm de la planta cortándolos por su base..
- Decapitar las ramas, a partir del primer entrenudo, para aprovechar su fructificación.
- Dejar de tres a cinco ramas por planta para conformar un adecuado rendimiento, sin que esto afecte el cuaje de frutos en el tallo principal.
- Podar los zarcillos cuando estos no permitan realizar un adecuado enrede de la planta.

Poda de frutos.

- Existen cultivares que emiten numerosas flores femeninas (HA 454) en una misma axila, la planta no podrá desarrollar toda esta carga de frutos aun cuando se le suministre la nutrición que requiere, en este caso se puede realizar la poda de frutos dejando un fruto por axila, con una nutrición adecuada.
- Se podarán los frutos deformados o afectados por otras causas, que no resulten comerciales. Esta labor se realiza tan pronto se observan las afectaciones de los frutos, debiéndose realizar el mismo día de la cosecha.
- Eliminar los frutos no cuajados, los cuales son objeto generalmente de la agresión de patógenos oportunistas.

Deshoje.

- Eliminar las hojas caducas, dañadas y enfermas para facilitar la aireación del cantero y la sanidad de la plantación.
- Eliminar los frutos no cuajados, los cuales son objeto generalmente de la agresión de patógenos oportunistas.
- Podar los zarcillos cuando estos no permitan realizar un adecuado enrede de la planta

Decapitado.

- Al llegar la planta al alambre del tutorado debe pasarse por encima de mismo por dentro del cantero para dejarla descolgar hacia el pasillo y así dejar el centro del cantero libre lo cual permitirá una mejor aireación y una reducción de la humedad.
- Decapitar la yema apical de la planta cuando se aproxima a 30 cm del suelo. Al realizar esta actividad la planta responde iniciando de nuevo el cuaje de frutos en estratos inferiores repercutiendo de manera positiva en la producción.

5.3.4- Cosecha y postcosecha.

Orientaciones generales para la recolección

- La labor de recolección se inicia a partir de los 32 – 35 días posteriores a la plantación, en cada labor serán cosechados los frutos que presenten estado de madurez comercial, en función de la variedad. La permanencia de los frutos sobre la planta, una vez alcanzado su pleno desarrollo, atenta contra el desarrollo de nuevos frutos y de los existentes.
- El horario más favorable para la cosecha es en horas tempranas de la mañana o última de la tarde.
- La cosecha se realiza cortando los pedúnculos próximos al fruto con tijeras o cuchillo a fin de evitar desgarraduras y daños en tallos y frutos, que afecten la calidad de la producción.
- El manejo de los frutos después de cosechados, su beneficio, selección y limpieza son comunes a lo señalado para el cultivo del tomate.

Categorías de venta

Para todas las categorías los frutos de pepino deben ser:

- Enteros
- Con aspecto fresco
- Con apariencia y desarrollo característico de la variedad
- Sanos; se excluyen los afectados de podredumbre o de alteraciones que los hagan no aptos para el consumo
- Libres de daños causados por la exposición al sol
- Limpios, prácticamente exentos de materias extrañas visibles
- Uniformes, de color característico del cultivar.
- Exentos de humedad exterior anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica
- Prácticamente exentos de plagas o enfermedades que afecten el aspecto general del producto.
- Exentos de olores y/o sabores extraños.

Los pepinos deben presentar un desarrollo y un estado tal que les permitan soportar el transporte y la manipulación, así como responder a las exigencias comerciales en el punto de destino.

Los pepinos se clasificarán en dos categorías de calidad, las cuales se describirán a continuación, según NC: 478

Categoría I

Los pepinos clasificados en esta categoría deben ser de buena calidad, suficientemente firmes y presentar las características del cultivar. Deben estar exentos de grietas sin cicatrizar. Pueden presentar los siguientes defectos leves y daños siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. Estos defectos y daños son los siguientes:

- Deformación y color.
- Defecto de la epidermis.
- Daños cicatrizados de hasta 10 mm de longitud.

Categoría II

Esta categoría comprende los pepinos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero que satisfacen los requisitos mínimos establecidos.

Deben ser bastante firmes y no presentar grietas sin cicatrizar.

Los pepinos pueden presentar los siguientes defectos y leves daños siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. Estos defectos y daños son los siguientes:

- Deformación y color
- Defecto de la epidermis
- Daños cicatrizados de hasta 30 mm de longitud.

Tolerancias por calidades y grado de madurez.

Categoría I

Cinco por ciento en número o en peso de pepinos que no se correspondan a las características de la categoría indicada, pero que se ajustan a las de la categoría II. Cinco por ciento de los pepinos que no cumplan con el grado de madurez establecido.

Categoría II

Diez por ciento en número o en peso de pepinos que no se correspondan a las características de la categoría indicada. Cinco por ciento de los pimientos que no cumplen con el grado de madurez establecido.

Para todas las categorías, se acepta un 10 por ciento de los pepinos que no correspondan al calibre inmediatamente inferior o superior al calibre indicado.

Envase

El contenido de cada envase deberá ser homogéneo y contar únicamente de pepinos del mismo origen, variedad, categoría y calibre. Para las categorías primera y segunda deben ser homogéneos en cuanto a la madurez y el color. La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa de todo el conjunto, teniendo en cuenta el máximo aprovechamiento, dejando una separación mínima de 25 mm entre el producto y el borde superior del mismo, para que permita una correcta manipulación y no se dañen los pepinos.

Los envases deberán reunir las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia, para asegurar una manipulación, transporte y conservación apropiada de los pepinos y deben estar exentos de cualquier materia y olor extraño.

Los pepinos se envasarán en cajas de cartón, plásticas o de madera que no posean partes punzantes o desgarrantes que afecten la calidad del producto.

Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Transportación y manipulación

- El producto se transportará en vehículos limpios, que no tengan partes punzantes, protegido de la lluvia y el sol. El vehículo empleado para el transporte no puede contener restos de plaguicidas, ni de sustancias tóxicas.
- Las cajas se manipularán con cuidado, evitando arrastrarlas y golpearlas.
- Se evitará la transportación en las horas de una mayor incidencia solar.
- Además se cumplirá con lo establecido en la NC 38-03-01 y la NC 38-03-02.

Almacenamiento y conservación

Los frutos después de recolectados se protegerán del sol y la lluvia hasta su transportación, la cual no debe exceder las ocho horas (desde la cosecha hasta la recepción por la unidad comercializadora).

El almacenamiento en cámaras frigoríficas se realizará a una temperatura entre 10 °C y 12,5 °C (los frutos son sensibles a temperaturas inferiores a 10°C) y humedad relativa de 95 % y el tiempo no debe superar los 14 días, ya que pierde calidad visual y sensorial.

Rendimiento.

Es factible obtener 100 t/ha en cada ciclo de cultivo si se propicia un manejo agronómico adecuado, en especial una aceptada estrategia fitosanitaria.

El procedimiento para la transportación y manipulación de los frutos exige los mismos requisitos que el tomate.



Foto 42. Tutorado inicial

Foto 43. Plantación de pepino en desarrollo



Foto 44. Deshije

Foto 45. Flor de pepino ginoico



Foto 46. Primeros frutos haciendo contacto con el suelo

Foto 47. Frutos en etapas de cosecha

5.4. MELÓN (*Cucumis melo* L.). FAMILIA: CUCURBITACEA.

El melón es una planta anual, herbácea, rastrera, que presenta un sistema radical de abundante crecimiento en los primeros 30 cm de profundidad del suelo. Sus hojas son de tamaños y formas variadas; la mayoría de los cultivares utilizados son andromonóicos (presencia de flores hermafroditas y masculinas en la misma planta) y monoicos (flores femeninas y masculinas en la misma planta).

Esta especie se cultiva en Cuba casi exclusivamente bajo el sistema de cultivo protegido, debido a los problemas fitosanitarios que presenta a campo abierto.

5.4.1- Cultivares recomendados.

Tabla 14. Características de los híbridos comerciales de melón recomendados.

| Cultivar/ Tipo | Fruto | | | | Resistencia Tolerancia * | Observación |
|--------------------------------|---|---------------------|--------------------|--------------|-----------------------------|--|
| | Cáscara en la maduración | Forma | Pulpa | Peso (kg) | | |
| Re vigal (C-8) Tipo Galia | Amarillo verdoso, bien reticulado | Redonda | Verde | 0.8 - 1.2 | PM1 CMV* | Alto contenido de azúcares |
| Arava Tipo Galia | Amarillo naranja, bien reticulado | Globo achatado | Verde | 1.2 | PM1 | |
| Jalisco (Gal-51) Tipo Galia | Amarillo verdoso, bien reticulado | Redonda | Verde | 1.0 | PM1 | Buena productividad y conservación |
| Charenlí Tipo Charentais | Verde, Ligeramente reticulado | Lobulado ovalado | Anaran- jada | 1.2 | PM1 | Alto contenido de azúcares. |
| Jandro Tipo Charentais | Amarillo verdoso | Redonda | Anaran- jada | 1.1 | PM1 Cc* | Fruto liso y semi larga vida. |
| Gealline | Amarillo | Ovalado | Amarilla rosado | 1.2 | FO, 1, 2, SF1, SF2-E | Fruto larga vida (LSL) |
| Castella | Amarillo | Redondo | Rosada | 1.2 | FO, 1, 2, SF1, SF2-E | Fruto larga vida (LSL) |
| Magenta | Amarillo | Ovalado | Rosado intenso | 1.2 | FO, 1, 2, SF1, SF2-E | Fruto larga vida (LSL) |

PM 1 = Mildiu pulverulento.

CMV = Virus del mosaico del pepino.

Cc = Corinospora cassiicola

5.4.2- Manejo agronómico.

Densidad y esquema de plantación:

La densidad de siembra o plantación óptima para los diferentes cultivares de melón está entre 2.0 - 2.2 pl/m².

El esquema de plantación que se adopte estará en dependencia del cultivar, la localidad y la época del año, se puede recomendar el siguiente:

Doble hilera sobre cantero

Es el esquema de plantación más utilizado en el país, se corresponde con:

| | |
|------------------------------|-----------------------------|
| Ancho del plato del cantero: | 110 - 120 cm |
| Distancia entre hileras: | 60 cm |
| Distancia entre plantas: | 45-50 cm |
| Distribución de las plantas: | tresbolillo |
| Pasillos | 70 – 90 cm |
| Densidad: | 2.0 - 2.2 pl/m ² |

La densidad debe ser estable, el esquema puede variar según la instalación.

Época de siembra o plantación.

El melón se puede sembrar todo el año brindando los mejores resultados en la época de las temperaturas más bajas.

Método de siembra o trasplante.

El melón se propaga mediante trasplante en cepellones o por siembra directa.

Trasplante por cepellones.

Generalmente se utiliza el sistema de trasplante por cepellones lo cual brinda algunas ventajas como ahorro de semilla y se evitan los daños por roedores. Los alvéolos de forma redonda o cónica y con 4 cm de profundidad aproximadamente, son mejores que los tronco-piramidal de 6 cm de profundidad utilizados actualmente. La siembra directa se emplea, si no se dispone de bandejas de cepellón y/o cuando se han tomado medidas con el objetivo de disminuir o eliminar el daño por roedores. El período de cepellón dura aproximadamente 18 días.

Siembra directa

- La siembra se realiza depositando una semilla por nido, tapándola con una ligera capa de suelo.
- Se sembrará un 5 % adicional de la población de la Casa de Cultivo en bandejas, para cubrir los fallos que puedan ocurrir por diferentes causas. Estas se siembran cada tres hiladas de alvéolo para asegurar un mejor desarrollo.
- En este método se debe usar la pregerminación de las semillas, lo que reduce al máximo las afectaciones por roedores, sembrándolas cuando al menos el 30 % posean la radícula afuera.
- En el momento de depositar la semilla en el suelo, la superficie de este debe estar con suficiente humedad.

Labores culturales.

Tutorado.

- El melón bajo cultivo protegido se guía verticalmente sobre un cordel tomatero que se pondrá inmediatamente después del trasplante y el amarre se realiza entre 7 y 10 días posteriores. En el caso de la siembra directa el amarre se realizará a los 20 días después.
- Se debe colocar el cordel antes de que la planta alcance las seis hojas verdaderas, ya que en esta fase el crecimiento es muy rápido.
- El amarre se puede realizar cuando la planta de melón tiene entre 7 y 10 días de transplantada o en el momento del trasplante.

La sujeción de la planta al cordel puede realizarse de distintas formas:

- Por medio de una presilla plástica que abraza al tallo y fija el cordel.
- Enterrando el cordel de tutorar con una baliza a una separación de 10 cm de la planta.
- Enterrando ("sembrando") el cordel de tutorar junto con el tajo del cepellón en el momento del trasplante.
- Amarrando el cordel al tallo holgadamente y de modo tal que el nudo no se corra con el peso de la planta y estrangule al tallo.

El enrede de la planta es una actividad muy importante que se realiza a medida que la planta crece:

- El cordel se enreda en la planta realizándose todos los movimientos alrededor de la planta, para evitar que el tallo principal de ésta se quiebre.
- El enrede se realiza en el sentido de las manecillas del reloj, hoja a hoja, por debajo de las mismas.
- Se debe realizar el enrede de plantas con una frecuencia diaria o en días alternos, porque el melón crece rápidamente y los tallos pueden doblarse hacia abajo.
- Realizar esta labor después de las 9 de la mañana, a partir de este momento las plantas están menos turgescentes y se reduce el riesgo de que se parte el tallo.
- Cuando las plantas sobrepasan el alambre de tutorar, se deja que el tallo crezca alrededor de 50 - 70 cm, y se dobla sobre el alambre de tutorar hacia la parte del pasillo, para evitar el exceso de sombra y humedad en la parte interna del cantero. Con esta práctica se evita que el peso de los frutos baje la planta y se superpongan una cantidad importante de hojas en la parte inferior del hilo de tutorar, lo que trae consigo problemas fitosanitarios.

Poda.

En este cultivo se realizan varios tipos de poda. Atrasos en esta actividad conspiran contra el cuaje y desarrollo normal de los frutos y afectan también el crecimiento del tallo principal de la planta.

Poda de ramas secundarias.

1. Poda obligatoria. La planta se guía de forma vertical a un solo tallo, se eliminan todas las ramas secundarias y las flores femeninas por debajo de los 50 – 60 cm de altura o hasta la octava-novena hoja, se dejan solamente las hojas que salen del tallo principal. Este es el principal y primer tipo de poda que se realiza.
2. A partir de 50 - 60 cm de altura (8^a – 9^a hoja), se dejan crecer todas las ramas secundaria las cuales se podan dejándoles una hoja por encima de la primera flor femenina que aparezca. Este procedimiento es el más usado y ofrece mayores posibilidades para la polinización y cuaje del fruto.
3. Otro tipo de poda de ramas secundarias, se realiza a partir de las hojas 12-13, es poco usual y puede realizarse en dependencia de las condiciones y posibilidades existentes de fuerza de trabajo. Con este tipo de poda se obliga a las abejas a trabajar sobre las flores femeninas de mayor interés, que se encuentran entre los nudos 8 y 13, se les mantiene menos tiempo trabajando en la instalación, se maneja mejor la fertirrigación y se acorta el ciclo de cultivo, pero necesita muchas jornadas de trabajo.

Poda de frutos.

- Existen híbridos que emiten numerosas flores femeninas, la planta no podrá desarrollar toda esta carga de frutos, aún cuando se le suministre la nutrición que requiere. En este caso es necesario realizar la poda de frutos dejando uno solo por axila (nudo) y no más de tres por plantas.
- Cuando los frutos están deformados es muy importante podarlos. Esta labor debe hacerse cuando el fruto es pequeño.
- Cuando las ramas secundarias de las plantas crecen libremente a partir de la octava hoja y las flores femeninas de estas cuajan y desarrollan más de tres frutos, el resto de los frutos por encima de esta cifra deben ser podados. Se dejarán aquellos frutos que se encuentren más cercanos de la octava hoja.
- Cuando el cuaje es deficiente en las flores femeninas de mayor interés, que se encuentran entre los nudos 8 y 13; los frutos que se logren por encima de la hoja 13 se dejan, hasta lograr 3 frutos bien formados.

Poda de zarcillos.

Esta poda se realiza cuando los zarcillos se sujetan al cordel de tutorar no permiten realizar un buen enrede de la planta, estrangulen al fruto o a una hoja o en el caso que sostengan al fruto por el pedúnculo.

Poda de hojas (deshoje).

Se deben eliminar las hojas inferiores que estén caducas o enfermas, con una tijera o cuchilla, lo más próximo posible al tallo principal.

Decapitado.

- Decapitar la planta cuando el tallo principal posea una altura de unos 100 cm por encima del alambre que soporta al cordel de tutorar.
- Realizar las podas con las uñas o las yemas de los dedos, esto es posible cuando los órganos son jóvenes y no están fibrosos. Debe evitarse hacer podas atrasadas.

Polinización.

- Este aspecto constituye uno de los más decisivos en el éxito del cultivo del melón, ya que necesita de insectos polinizadores para lograr el cuaje del fruto.
- La abeja *Apis mellifera* es el insecto polinizador por excelencia. Las colmenas deben ser ubicadas una semana después de la aparición de las primeras flores masculinas. Estas se podrán ubicar en el interior de las instalaciones o debajo de la malla lateral.
- Las abejas son más eficientes cuando se colocan las colmenas en el interior de la casa de cultivo (con no menos de 20,000 abejas), de lo contrario las abejas se dirigen a mayores distancias en busca de alimento, evitando penetrar a las instalaciones protegidas que tienen temperaturas muy elevadas en comparación con el exterior.

En el interior de la instalación: Se colocarán una o dos colmenas (en dependencia de su población) sobre una banqueta, a una altura de 1.20 - 1.50 m. Con la piquera en dirección hacia el sol, en el lado sur. Debe situárseles un recipiente con agua conteniendo piedras pequeñas que sobresalgan el nivel del líquido. Colocar otro recipiente con azúcar prieta húmeda como suplemento alimenticio.

Debajo de la malla lateral de la instalación: Las colmenas se ubicaran debajo de la malla lateral de forma tal que la mitad de la piquera quede dentro de la casa y la otra mitad quede fuera de la casa, en dirección al sol.

- Previo a la ubicación las abejas es obligatorio realizar una revisión técnica de la colmena.
- El movimiento de las colmenas hacia las casas y luego su regreso a su apiario pueden realizarse en cualquier horario.
- Para aumentar la efectividad del trabajo de las abejas se puede preparar un jarabe de flores masculinas de melón y aplicarlo por vía foliar a la plantación o ponerlo en un recipiente cercano a la colmena. Del trabajo de estos insectos dependerá enteramente el rendimiento del cultivo.
- El período de trabajo efectivo de las abejas en las plantaciones de melón es de 10 a 20 días, al término de este tiempo las colmenas deben ser retiradas.
- Cuando por causa de malas condiciones del tiempo, sobre todo debido a un temporal, las abejas no trabajen, se recomienda realizar la polinización manual, de forma directa restregando el cono de anteras de las flores masculinas sobre el estigma de la flor femenina.
- No se pueden aplicar productos pesticidas dañinos a las abejas en presencia de estos insectos, en caso de necesidad, antes de asperjar productos fitosanitarios, las colmenas deben retirarse, su reubicación se realizará a las 48 horas después de la aplicación, también pueden aplicarse productos inocuos para las abejas; estos productos aparecen en el registro oficial de plaguicidas del CNSV.
- Una vez instaladas las colmenas hay que evitar retirarlas antes de tiempo por afectaciones de plagas a los cultivos.

Es importante cumplir con las medidas establecidas por la dirección de apicultura, para evitar el deterioro de las colmenas, además, las mismas deben ser atendidas por una persona especializada.

5.4.3- Cosecha y postcosecha.

Requisitos mínimos

Para todas las categorías y las tolerancias permitidas, los melones deberán estar:

- Enteros, simétricos y uniformes;
- Con aspecto fresco;
- Con apariencia y desarrollo característico de la variedad;
- Sanos; no deben estar afectados por podredumbre o de alteraciones que los hagan no aptos para el consumo;
- Color externo del fruto uniforme, excepto cuando estos están en contacto con el suelo y esa zona cambia de color y aspecto.
- La superficie de la cáscara debe ser uniforme
- Libres de magullamientos y cicatrices;
- La cicatriz del pedúnculo debe ser lisa, sin adherencias de tallo que sugiera una cosecha prematura;
- Libres de rajaduras y de daños por quemaduras de sol;
- Limpios, prácticamente exentos de materias extrañas visibles;
- Exentos de humedad exterior anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- Prácticamente exentos de insectos o enfermedades que afecten el aspecto general del producto;
- Exentos de olores y/o sabores extraños;
- Con un grado de madurez, que garanticen que la pulpa posea un color, dulzor, sabor y olor característico de la variedad;
- La pulpa más próxima a semilla debe tener como mínimo 10 grados brix, ser firme y con el color característico de la variedad;
- La semilla no debe estar desprendida, ni debe haber acumulación de líquidos.

Índices de cosecha.

Los melones Cantaloupe se cosechan por su madurez no por su tamaño. Idealmente, la madurez comercial corresponde al estado firme- maduro o “¾ desprendido”, que se identifica cuando al tirar de la fruta suavemente, esta se desprende de la planta. Los melones continúan su maduración después de la cosecha.

El color de los frutos en el estado “¾ desprendido” varía de acuerdo con las variedades, algunas cambian de color nítidamente y en otras se hace imperceptible.

Otro indicador, es la presencia de la red bien formada y uniforme en toda la superficie del fruto.

- La labor de cosecha se inicia en los híbridos israelíes cuando el fruto comienza el cambio en el color de la base del pedúnculo y en el ápice del mismo.
- Cuando la comercialización es inmediata puede esperarse un cambio más nítido de color y que exista una ligera separación entre la corona y la corteza en la base del pedúnculo, que permita el desprendimiento sencillo de éstos.
- Cuando los frutos se cosechan con pedúnculos, actividad que se realiza con el auxilio de una tijera, se evitan pérdidas por pudriciones en la base de éste. Los híbridos israelíes poseen buenas características de conservación.
- La cosecha en el híbrido ‘Charenlí’ es más complicada, porque el fruto no cambia de color nítidamente, debe cosecharse cuando hay un ligero cambio de color hacia el amarillo verdoso. Este híbrido tiene corta vida de anaquel.
- Es muy importante cosechar en horas de la mañana.
- El manejo de los frutos después de cosechados, su beneficio, selección y limpieza son comunes al señalado para el cultivo del tomate.

Los frutos de melón deben presentar un desarrollo y un estado tal que les permitan soportar el transporte, manipulación, almacenamiento y conservación, así como responder a las exigencias comerciales en el punto de destino.

Categorías de venta

Los frutos de melón se clasifican en tres categorías de calidad, la distinción en categorías se basa principalmente en la apariencia externa, según (**NC: 477**).

Categoría Extra

Los frutos de melón de esta categoría deberán ser de calidad superior, tener la pulpa firme, y presentar la forma, apariencia y desarrollo característico de la variedad, que satisfacen los requisitos mínimos.

Categoría I

Los frutos de melón de esta categoría deberán ser de buena calidad, tener la pulpa firme, y presentar la forma, apariencia y desarrollo característico de la variedad y que satisfacen los requisitos mínimos. Pueden presentar defectos leves y daños, siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. Estos defectos y daños son los siguientes:

- Leve deformación en un extremo del fruto.
- Ligeros defectos de la epidermis.
- Leve deformación de la sutura pistilar.

Categoría II

- Esta categoría comprende los frutos de melón que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero que satisfacen los requisitos mínimos. Los frutos de melón de esta categoría deberán ser de buena calidad, tener la pulpa firme, y presentar la forma, apariencia y desarrollo característico de la variedad.
- Pueden presentar los siguientes defectos y daños siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. Estos defectos y daños son los siguientes:
 - Deformación apreciable en uno o en los dos extremos del fruto.
 - Varios defectos de la epidermis.
 - Deformación de la sutura pistilar.

Clasificación por calibre

El calibre está determinado por el peso del fruto.

El calibre mínimo de los frutos de melón clasificados en las categorías extra, primera y segunda se fija en 0.80 kg

Escala de calibración

| Código de Calibre | Peso kg | |
|-------------------|---------|--------|
| | Mínimo | Máximo |
| 1 | 0.80 | 1.20 |
| 2 | 1.21 | 1.50 |
| 3 | 1.51 | 2.00 |

Tolerancias por calidades y grado de madurez.

Categoría Extra

Cinco por ciento en número o en peso de frutos de melón que no se correspondan a las características de la categoría indicada, pero que se ajustan a las de la categoría I, se incluye un dos por ciento de los frutos de melón que no cumplan con el grado de madurez establecido.

Categoría I

Cinco por ciento en número o en peso de frutos de melón que no se correspondan a las características de la categoría indicada, pero que se ajustan a las de la categoría II, se incluye un cinco por ciento de los frutos de melón que no cumplan con el grado de madurez establecido.

Categoría II

Diez por ciento en número o en peso de frutos de melón que no se correspondan a las características de la categoría indicada, se incluye un diez por ciento de los frutos de melón que no cumplan con el grado de madurez establecido.

Envase

Los envases deberán reunir las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia, para asegurar la manipulación, transporte y conservación apropiada de los frutos, deben estar exentos de cualquier materia y olor extraño.

Los frutos de melón se envasarán en cajas de cartón, plásticas, de madera o en pallets, que no posean partes punzantes o desgarrantes que afecten la calidad del producto.

Se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Transportación y manipulación

- Los frutos no se tirarán, ni se harán rodar por el piso.
- El producto se transportará en vehículos limpios, que no tengan partes punzantes.
- El vehículo empleado para el transporte no puede contener restos de plaguicidas, ni de sustancias toxicas.
- El vehículo empleado para el transporte puede ser refrigerado o no
- Las cajas se manipularán con cuidado, evitando arrastrarlas y golpearlas.
- Se evitará la transportación en las horas de una mayor incidencia solar.
- No se permite la utilización de sacos o jamos de más de 100 kg para manipular y transportar el producto.
- Además se cumplirá con lo establecido en la NC 38-03-01 y la NC 38-03-02.

Almacenamiento y conservación

Los frutos después de recolectados se protegerán del sol y la lluvia hasta su transportación, la cual no debe exceder las ocho horas desde la cosecha hasta la recepción por la unidad comercializadora.

El almacenamiento a temperatura ambiente se realizará en locales limpios, ventilados, secos y libres de materiales que puedan afectar al producto, no permitiendo que el sol o la lluvia incidan directamente sobre el mismo, el tiempo no debe exceder las 72 horas.

Cuando se usa la refrigeración deben ser almacenados a 7 - 10 °C de temperatura, con una humedad relativa de 90 - 95 %, pueden durar en estas condiciones de 2- 3 semanas según el híbrido.

Rendimiento.

El melón es un cultivo muy exigente y necesita un manejo muy preciso para lograr rendimientos estables, los meses de temperaturas más bajas es donde se alcanzan los más altos rendimientos, los que oscilan entre 40 y 50 t/ha.



Foto 48. Inicio de la conducción vertical de las plantas de melón

Foto 49. Flor de la planta de melón.



Foto 50. Fruto de melón desarrollado

Foto 51. Híbrido F1 Charenli



Foto 52. Diferencia entre fruto de melón y sandía

5.5. SANDÍA (*Citrullus lanatus* Thunb) FAMILIA: CUCURBITACEA

5.5.1-Cultivares recomendados

El número de cultivares comerciales de sandía recomendados para la tecnología de cultivo protegido es muy limitado, ya que la mayoría de los materiales evaluados no han demostrado atributos de resistencia a las principales enfermedades que afectan a este cultivo en el país y no poseen buenos rendimientos. De las variedades tradicionales de polinización abierta, solo Crinsom Sweet y Sugar Baby se adaptan discretamente a este sistema de cultivo, Charleston Gray no debe utilizarse por los malos resultados que brinda. Odem es el cultivar más utilizado y con mejores resultados.

Tabla 15. Características de los híbridos y variedades comerciales de sandía recomendados.

| Cultivar | Color de la corteza | Forma | Pulpa | Peso (kg) | Tolerancia Resistencia ** | Observación |
|--------------------------------|---------------------|---------|--------------|-----------|---------------------------|---|
| <i>Crinsom Sweet</i> | Rayada en bandas | Redonda | Rojo | 4 – 7 | ---- | Rendimiento discreto |
| <i>Sugar Baby</i> | Verde oscuro | Redonda | Rojo | 5 – 8 | PM 1 | Rendimiento discreto |
| <i>Odem F₁ Hib.</i> | Verde oscuro | Ovalada | Rojo intenso | 6 – 9 | Fusarium, raza 1** | Corteza no muy gruesa. Posee alto contenido de azúcares |
| <i>Sandial</i> | Rallada en bandas | Redonda | Rojo | 2 - 4 | Cc | Corteza fina, buena calidad gustativa |

PMI * = Mildiu pulverulento

Cc = Corinespora cassícola

5.5.2- Manejo agronómico.

Densidad y esquema de plantación.

Los esquemas estarán en dependencia del cultivar y de la época del año, los mismos podrán variar en los siguientes rangos:

Doble hilera sobre el cantero. Crecimiento vertical (Ver Fig. 1)

| | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Ancho del plato del cantero: | 110 - 120 cm |
| Distancia entre hileras: | 60 cm |
| Distancia entre plantas: | 35 - 40 cm |
| Distribución de las plantas: | Tresbolillo |
| Pasillos | 70 – 80 cm |
| Densidad: | 2.5 - 2.8 plantas/m ² |

Una hilera sobre cantero. Crecimiento rastrero.

Cuando se cultiva la sandía de forma rastrera, se ubicará a una sola hilera sobre el cantero, con una separación entre plantas de 0.50 - 1.00 m, que se corresponde con una densidad de población de 0.5 a 1.0 pl/m² (5 000 – 10 000 plantas por hectárea)

Época de siembra o plantación.

La sandía se puede sembrar todo el año brindando los mejores resultados en la época de las temperaturas más bajas.

Método de siembra

Generalmente se utiliza el sistema de trasplante por cepellones lo cual brinda algunas ventajas como ahorro de semilla y se evitan los daños por roedores. Los alvéolos de forma redonda o cónica y con 4 cm de profundidad aproximadamente, son mejores que los tronco-piramidal de 6 cm de profundidad utilizados actualmente. La siembra directa se emplea, si no se dispone de bandejas de cepellón y/o cuando se han tomado medidas con el objetivo de disminuir o eliminar el daño por roedores. El período de cepellón dura aproximadamente 18 días.

Ver melón para el resto de los aspectos relacionados con la siembra directa.

Labores culturales.

Poda en cultivo vertical:

La sandía cuando se soporta con un tutor vertical, se guía a un solo tallo. Se eliminan todas las ramas secundarias y se deja crecer en el tallo principal un solo fruto por planta, tratando de que cuaje a una altura de 1m aproximadamente.

Cuando el fruto posee un tamaño similar al de una naranja y la yema apical del tallo principal no haya alcanzado el alambre de tutorar, se baja y se apoya la zona apical en el suelo, preferentemente sobre algún material (hierba, plástico) que evite el contacto directo de este con el suelo.

En caso que no se pueda bajar la planta, pues esta ya alcanzó el alambre de tutorar y se enredó en el mismo, es obligatorio sostener los frutos con bolsas de mallas, pues cuando estos adquieran un peso de alrededor de un kilogramo se caen. Los frutos de melón que cuelgan no se desprenden, los de sandía sí.

Poda en cultivo rastrero:

La principal poda se realiza cuando las plantas se encuentran entre los 20 y 30 días de sembradas y caen al suelo horizontalmente, ya que no pueden mantener la posición vertical por su propio peso. Se elimina la yema apical del tallo principal con los dedos o auxiliado con una cuchilla, para estimular el crecimiento de las ramas secundarias y terciarias que son las más productivas.

Polinización (ver cultivo del melón).

5.5.3- Cosecha y poscosecha.

Requisitos mínimos

Para todas las categorías y las tolerancias permitidas, los frutos de sandía deberán estar:

- Enteros, simétricos y uniformes.
- Con aspecto fresco.
- Con apariencia y desarrollo característico de la variedad.
- Sanos; no deben estar afectados por podredumbre o de alteraciones que los hagan no aptos para el consumo.
- Color externo del fruto uniforme, excepto la zona que está en contacto con el suelo, que es amarilla cremosa.
- Libres de magullamientos y cicatrices.
- Libres de rajaduras y de daños por quemaduras de sol.
- Limpios, prácticamente exentos de materias extrañas visibles.
- Con la apariencia de su superficie cerosa y brillante.
- Exentos de humedad exterior anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica.
- Prácticamente exentos de insectos o enfermedades que afecten el aspecto general del producto;
- Exentos de olores y/o sabores extraños.
- Con un grado de madurez, que garanticen que la pulpa posea un color, dulzor y sabor característico de la variedad.
- La pulpa central del fruto debe tener como mínimo 7 grados brix, ser firme, crujiente y con el color característico de la variedad.

Índices de cosecha.

- Los frutos de sandía se cosecharán en plena madurez de consumo, ya que no desarrollan más color o incrementan sus azúcares de forma apreciable una vez separadas de plantas. La mancha de suelo (la porción del fruto que está en contacto con el suelo) cambia de blanco pálido a amarrillo cremoso en el estado apropiado para el corte.
- Otro indicador de cosecha es el marchitamiento o desecación del zarcillo que está insertado en la misma axila de donde sale el pedúnculo del fruto.
- Un indicador bastante difícil de aplicar es el cambio de sonido, cuando el fruto pasa del estado inmaduro al maduro
- Los frutos de sandía deben presentar un desarrollo y un estado tal que les permitan soportar el transporte, la manipulación, el almacenamiento y conservación, así como, responder a las exigencias comerciales en el punto de destino.
- La labor de cosecha se inicia cuando el fruto comienza a perder la cera que cubre la corteza y al golpearlo con los nudillos
- Otro indicador de la maduración, es cuando el zarcillo que se encuentra en la base del pedúnculo está seco o de un color pardo oscuro, otro elemento es cuando las dos hojitas inmediatas al pedúnculo están secas.
- El fruto se cosechará cortando el pedúnculo con una tijera, dejando una pequeña porción del mismo para evitar pudriciones.
- La cosecha se realiza entre los 65 – 85 días después del trasplante.

El horario más favorable para la cosecha es en horas temprana de la mañana para cumplimentar las normas de calidad que establecen la cosecha de frutos frescos, sanos, limpios, típicos de la variedad, sin deshidratación apreciable, libres de descomposición y humedad externa

Categorías de venta

Los frutos de sandía se clasifican en tres categorías de calidad, la distinción en categorías se basa principalmente en la apariencia externa, según (**NC: 476**).

Categoría Extra

Los frutos de sandía de esta categoría deberán ser de calidad superior, tener la pulpa firme, y presentar la forma, apariencia y desarrollo característico de la variedad y que satisfacen los requisitos mínimos.

Categoría I

Los frutos de sandía de esta categoría deberán ser de buena calidad, tener la pulpa firme, y presentar la forma, apariencia y desarrollo característico de la variedad y que satisfacen los requisitos mínimos, pueden presentar defectos leves y daños, siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. Estos defectos y daños son los siguientes:

- Leves deformación en un extremo del fruto.
- Ligeros defectos de la epidermis.
- Pocos daños cicatrizados de hasta 30 mm de longitud.

Categoría II

Esta categoría comprende los frutos de sandías que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero que satisfacen los requisitos mínimos. Los frutos de sandía de esta categoría deberán ser de buena calidad, tener la pulpa firme, y presentar la forma, apariencia y desarrollo característico de la variedad, pueden presentar los siguientes defectos y daños siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. Estos defectos y daños son los siguientes:

- Deformación apreciable en uno o en los dos extremos del fruto.
- Varios defectos de la epidermis.
- Algunos daños cicatrizados de hasta 60 mm de longitud.

El calibre está determinado por el diámetro máximo de la sección ecuatorial.

Calibre mínimo

El calibre mínimo de los frutos de sandías clasificados en las categorías extra, primera y segunda se fija en 15 cm.

Escala de calibración

| Código de Calibre | Diámetro (mm) | |
|--------------------------|-----------------------|---------------|
| | Mínimo | Máximo |
| 1 | 15 | 25 |
| 2 | 26 | 35 |
| 3 | 36 | 45 |

Tolerancias por calidades y grado de madurez.

Categoría Extra

Cinco por ciento en número o en peso de frutos de sandía que no se correspondan a las características de la categoría indicada, pero que se ajustan a las de la categoría I, se incluye un dos por ciento de los frutos de sandía que no cumplan con el grado de madurez establecido.

Categoría I

Cinco por ciento en número o en peso de frutos de sandía que no se correspondan a las características de la categoría indicada, pero que se ajustan a las de la categoría II, se incluye un cinco por ciento de los frutos de sandía que no cumplan con el grado de madurez establecido.

Categoría II

Diez por ciento en número o en peso de frutos de sandía que no se correspondan a las características de la categoría indicada, se incluye un diez por ciento de los frutos de sandía que no cumplan con el grado de madurez establecido.

Tolerancia de calibre

Para todas las categorías, se acepta un 5 por ciento de los frutos de sandía que no correspondan al calibre inmediato inferior o superior, al calibre indicado.

Envase

Los frutos de sandía se envasarán de forma tal que el producto quede debidamente protegido, el contenido de cada envase deberá ser homogéneo y contar únicamente con frutos de sandía del mismo origen, variedad, categoría y calibre.

Los envases deberán reunir las características de calidad, higiene, ventilación y resistencia, para asegurar la manipulación, transporte y conservación apropiada de los frutos que deben estar exentos de cualquier materia y olor extraño.

Los frutos de sandía se envasarán en cajas de cartón, plásticas, de madera o en pallets, que no posean partes punzantes o desgarrantes que afecten la calidad del producto.

En dependencia del mercado, los frutos podrán etiquetarse individualmente con un sello pegante, siempre y cuando estén impresos o etiquetados con tinta o pegamento no tóxico.

Transportación, manipulación

- Los frutos no se tirarán, ni se harán rodar por el piso.
- El producto se transportará en vehículos limpios, que no tengan partes punzantes.
- El vehículo empleado para el transporte no puede contener restos de plaguicidas, ni de sustancias tóxicas.
- El vehículo empleado para el transporte puede ser refrigerado o no.
- Las cajas se manipularán con cuidado, evitando arrastrarlas y golpearlas.
- Se evitará la transportación en las horas de una mayor incidencia solar.
- La transportación puede ser a granel solo en las variedades que lo permitan (Charlestón Gray y Sugar Baby), no sobrepasando la estiva el 1.00 m de altura.

No se permite la utilización de sacos o jamos de más de 100 kg para manipular y transportar el producto.

Los frutos después de recolectados se protegerán del sol y la lluvia hasta su transportación, la cual no debe exceder las ocho horas desde la cosecha hasta la recepción por la unidad comercializadora.

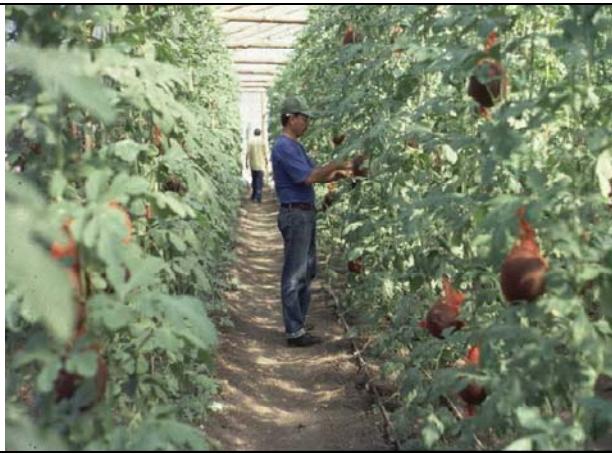
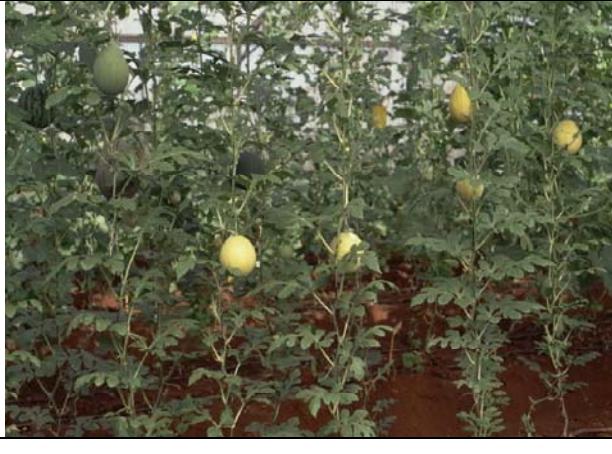
Además se cumplirá con lo establecido en la NC 38-03-01 y la NC 38-03-02.

Almacenamiento y conservación

- El almacenamiento a temperatura ambiente se realizará en locales limpios, ventilados, secos y libres de materiales que puedan afectar al producto, no permitiendo que el sol o la lluvia incidan directamente sobre el mismo, el tiempo no debe exceder las 72 horas.
- El almacenamiento en cámaras frigoríficas se realizará a una temperatura entre 10 – 15 °C durante 14 días y entre 7 °C – 10 °C para conservar durante 21 días, ambos rangos con una humedad relativa de 85 a 90 %. A 7 °C se corre el riesgo del daño por frío.

Rendimiento.

La sandía en nuestras condiciones ha mostrado rendimientos más elevados y estables que el melón, se pueden alcanzar entre 45 y 55 t/ha.

| | |
|--|--|
|  |  |
| <i>Foto 53. Inicio de la conducción vertical de la sandía</i> | <i>Foto 54. Conducción vertical. Eenrede a favor de las manecillas del reloj</i> |
|  |  |
| <i>Foto 55. Colocación de los sostenedores de malla a los frutos de sandia. Poco usual</i> | <i>Foto 56. Frutos de Sandia "bajados" y apoyados en el suelo</i> |
|  |  |
| <i>Foto 57. Sandía de corteza amarrilla</i> | <i>Foto 58. Sandía Rallada</i> |
| | |

5.6. INOCUIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS

En las últimas dos décadas ha crecido notablemente en el consumo de frutas y vegetales en y un marcado incremento en la distribución global de este tipo de productos. Los organismos de salud pública han observado que con el incremento en el consumo de estos productos, también se ha dado un aumento en el número de brotes de enfermedades causadas por parásitos asociados con los alimentos.

Según las estadísticas del Centro para la Prevención y Control de Enfermedades (CDC por sus siglas en inglés), desde 1988 a 1998 *Salmonella* y *Escherichia coli* 0157:117 fueron los dos agentes bacteriales responsables de la mayoría de los brotes asociados con alimentos. Desde 1990 a 1998, el 75,3 % de los reportes de brotes asociados con productos vegetales fueron de fuentes domésticas, mientras que 7,5 % fueron de frutas y vegetales importados. El origen de alrededor de 17.2 % del producto involucrado en los brotes no pudo ser identificado y se clasificó como desconocido.

El producto puede servir como fuente de toda clase de patógenos portados por alimentos, incluyendo bacterias, virus, protozoos, hongos y helmintos, pero generalmente son asociados con bacterias patogénicas, porque el riesgo de la enfermedad es más grande debido al crecimiento potencial de estos organismos en el producto antes del consumo. Las frutas y vegetales crudos son productos agrícolas que no reciben ningún tratamiento "letal" específicamente diseñado para matar los patógenos antes de ser consumido. Este tratamiento no se da en ningún paso entre el proceso de producción en finca y el consumo, lo que significa que los patógenos que se introduzcan en algún punto del mismo, pueden estar presentes cuando el producto es consumido. Hay mercados y poblaciones especiales como las de hospitales, niños, ancianos, inmunodeficientes los cuales requieren alimentos sanos química, física y microbiológicamente, no obstante toda la población tiene derecho a este tipo de alimentos.

Por tanto, como las hortalizas se consumen cocidas o crudas, éste conlleva cierto grado de riesgo, sobre todo si el producto no se ha manejado siguiendo prácticas que aseguren que en ningún momento se contamine. Como ya se mencionó la presencia de algunas bacterias y otros microorganismos pueden contaminar el producto y pueden afectar negativamente la salud de los seres humanos. Esto puede ocurrir al cosechar con las manos sucias, o por contacto con suelo contaminado por excremento humano o animal (este puede llegar al productor o cajas por medio del agua de lluvia o riego), por cajas y agua contaminada (con la que se aplican los agroquímicos, se irriga o se lava la fruta).

También, los agroquímicos pueden causar contaminación en el producto o las cajas, por contacto con residuos en las bodegas, vehículos de transporte u otros sitios donde se almacenen.

Para evitar la contaminación de las hortalizas, se deben seguir algunas recomendaciones:

- **Agua:** se debe utilizar solo agua de buena calidad microbiológica y química para todas las etapas de campo y poscosecha, incluyendo la que se emplea para la aplicación de agroquímicos, el riego y el lavado de la fruta cosechada, con el fin de evitar la contaminación del producto con microorganismos y residuos químicos dañinos para el consumo humano. Paralelamente, deben efectuarse análisis frecuentes de la calidad del agua utilizada y llevar un registro de ellos, tomando las medidas correctivas que correspondan.

- **Animales:** en la parcela de producción, se debe eliminar la presencia de animales domésticos como gatos, perros, vacas, caballos, cerdos, porque pueden promover la contaminación del producto. El excremento, pelo y suciedad de estos animales atraen moscas y favorecen la contaminación microbiológica y física, directa e indirectamente, del producto, de las aguas y del material de empaque.
- **Uso de compost, o fertilizantes de origen orgánico:** estos se producen a partir de residuos vegetales y animales, y requieren completar los procesos de descomposición, pues, de otra manera, constituyen una fuente de contaminación microbiológica. No debe mezclarse el producto terminado con aquel que no se ha procesado (cerdaza, gallinaza, cabraza, boñiga u otros). Para ello, el manejo del abono listo para aplicar debe ser cuidadoso, y se debe evitar el uso de herramientas y equipos empleados para el producto en otras etapas; además, se deben mantener tapados para que no se contaminen con excretas de otras aves y roedores. Para el tomate y otros cultivos, se recomienda el uso de estos fertilizantes durante la preparación del terreno y la siembra, y etapas posteriores, pero su uso debe interrumpirse cuando hay frutos en las plantas.
- **Cosecha y empaque en campo:** se debe cuidar la higiene de los trabajadores (manos y ropa) y del material de empaque usado en el campo (limpio y desinfectado). Además, el producto empacado en el campo debe colocarse sobre tarimas de madera para evitar el contacto directo de la fruta y las cajas con el suelo.
- **Transporte a la empacadora:** debe estar limpio y desinfectado, libre de posibles fuentes de contaminación química y microbiológica.

Plaguicidas: deben manejarse separadamente del producto fresco. Nunca deben almacenarse junto con el producto o el material de empaque del tomate.

Lavado: el producto que viene del campo debe lavarse, pues en el campo las posibles fuentes de contaminación química (residuos) y microbiológica (hongos y bacterias) son grandes. Se recomienda realizar el lavado en dos etapas: un lavado inicial con agua clorada (100-150 mg/L), para reducir la carga microbiológica sobre la superficie del producto fresco (a una temperatura ligeramente mayor que la temperatura del tomate que viene del campo) y un segundo lavado, también con agua clorada, pero que puede ser a una temperatura inferior a la de la fruta, para eliminar parte del calor de campo del tomate. Para que el agua clorada tenga acción germicida, es importante controlar la concentración de cloro, el pH (acidex) del agua de lavado (menor de 7,5) y efectuar cambios frecuentes, tal como file descrito en los capítulos anteriores.

Empaque: la higiene y sanidad del personal de empaque, su ropa y los equipos de la planta empacadora es muy importante. Se debe vigilar que existan buenas prácticas dentro de la zona de empaque.

5.7. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD, LA INOCUIDAD Y LA APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN EL CULTIVO PROTEGIDO.

La **calidad** de los alimentos, está constituida por el conjunto de características externas e internas predeterminadas, que diferencian las unidades individuales de éste y tienen significado para definir la aceptabilidad por el consumidor. Este concepto tiene una gran amplitud en las condiciones del comercio de alimentos en mercados selectos a los que está destinada las producciones de las casas de cultivo, en el que deben armonizarse con las legislaciones nacionales e internacionales los intereses de los productores, comercializadores y consumidores.

La **calidad** de un producto es el resultado de su proceso de elaboración a lo largo de toda la cadena alimentaria, que incluye la secuencia de etapas y operaciones involucradas en la producción, procesamiento, distribución, almacenamiento y manipulación de las frutas y vegetales desde la producción primaria y el consumo, en correspondencia con el modelo conocido como **calidad e inocuidad de la granja a la mesa**. En este análisis se pueden distinguir las categorías siguientes:

- a) **La calidad como resguardo de la inocuidad.** Significa que las frutas y vegetales no causarán daños al consumidor, cuando se preparan y consuman de acuerdo con el uso previsto, la inocuidad de los alimentos es relativa a la ocurrencia de peligros relacionados con agentes biológicos, químicos y físicos ó la condición en que estos alimentos se hallan, que puedan ocasionar un efecto adverso a la salud del consumidor. Este es el nivel básico imprescindible debe ser cumplido por un producto alimenticio para ser comercializado y es controlado según la legislación sanitaria nacional, para resguardo de la salud pública de los ciudadanos de contraer enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs). En el caso particular de las frutas y vegetales los principales peligros para la inocuidad son las contaminaciones por plaguicidas, microorganismos de origen fecal y agentes físicos tales como polvo y tierra.
- b) **La calidad nutricional.** Se refiere a la aptitud de las frutas y los vegetales para satisfacer las necesidades del organismo en términos de energía y nutrientes. Este factor ha adquirido gran relevancia debido al conocimiento verificados de los efectos beneficiosos para el organismo de una dieta saludable o equilibrada.
- c) **La calidad definida por los atributos de valor.** Estos atributos son factores adicionales a la calidad básica de inocuidad de un alimento y diferencian los productos de acuerdo a sus características organolépticas, composición nutricional y la satisfacción del acto de alimentarse, ligada a tradiciones socio-culturales, educación y conveniencia, la trazabilidad a zonas o grupos de productores con condiciones naturales y/o culturales reconocidas por su calidad, el respeto al medio ambiente a lo largo de toda su cadena productiva, a las leyes sociales de los trabajadores encargados de la producción, a las tradiciones y el derecho al comercio justo y equitativo, entre las otras particularidades de este sistema productivo.

Para satisfacer estos requerimientos, en las casas de cultivo se deben implementar las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), ya que constituyen un conjunto de procedimientos de trabajo certificables, que permiten a los productores mantener la confianza del consumidor sobre la base de los principios de:

- Calidad y seguridad del producto alimentario.
- Minimización del impacto y el deterioro ambiental, con la consecuente conservación de la naturaleza, fauna y flora.
- Reducción del uso de productos agroquímicos a través de la adopción de sistemas de producción integrada.
- Mejorar el uso eficiente y racional de los recursos naturales como son: el suelo, agua, aire y energía.
- Asegurar una actitud responsable frente a la salud y seguridad de los trabajadores, al igual que respecto a su bienestar y educación.

Especial significación tienen en la producción de frutas y vegetales frescos, la aplicación de las BPA para prevenir el incremento de la ocurrencia de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs), asociadas con el consumo de estos productos, ya que los mismos se consumen en estado frescos y no son procesados para eliminar agentes patógenos.

Principales aspectos a considerar en la implementación de programas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

La implementación de programas de BPA incluye los trece principios que se mencionan a continuación.

- 1. Trazabilidad y registro.** Se deberá mantener un sistema de documentación que permita conocer el historial de cada lote de producto comercializado, en el que deben incluir la procedencia (lote, sector de la casa de cultivo) especificaciones técnicas de los tratamientos recibidos (dosis, fecha, frecuencia, etc) así como, de cualquier información que permita conocer la calidad y la inocuidad de cada lote de producto.
- 2. Selección del terreno de producción (siembra o cultivo).** Deben seleccionarse áreas de producción en las que estén controlados los posibles riesgos de contaminación ambiental del suelo, el agua y el aire. Debe evitarse el cultivo en áreas encharcadas y tomar medidas para prevenir la contaminación tales como; cercas, barreras, zanjas y otras, así como, delimitar el acceso a las áreas de cultivo de animales domésticos, de trabajo y de la fauna silvestre.
- 3. Variedades, cultivares y patrones y calidad de la semilla.** La variedad a cultivar se seleccionará sobre la base de las exigencias del mercado y en caso de utilizar variedades transgénicas, deberá efectuarse la declaración correspondiente.
- 4. Manejo del suelo y los sustratos.** El suelo y los sustratos empleados deben ser manejados con prácticas sostenibles, incluida la rotación de cultivo.
- 5. Manejo del agua y la fertilización de las plantas.** Para su crecimiento y desarrollo necesitan de la aplicación de agua y fertilizantes para obtener su máximo potencial de rendimiento, pero además, estos componentes pueden estar asociados a peligros químicos, físicos y biológicos. Es importante que el agua empleada en el riego y otras labores agrícolas cumpla con los requisitos de calidad microbiológica, física y química que permitan garantizar la calidad y la inocuidad de las frutas y vegetales. Cuando se emplea materia orgánica en la fertilización, la calidad química y microbiológica de ésta debe estar controlada.

- 6. Protección fitosanitaria.** La protección a las plantaciones se hará contra los efectos dañinos de plagas y enfermedades, a través de métodos integrado de plagas, incluyendo bioplaguicidas y variedades mejoradas genéticamente y el uso de pesticidas sintéticos, según la legislación vigente.
- 7. Cosecha.** Los diferentes productos se deben cosechar, cuando alcancen los indicadores de calidad que cumplan con los estándares exigidos por el mercado, con la consiguiente aplicación de métodos que minimicen su deterioro posterior, prestándole especial atención a la hora de la cosecha, la selección de los tamaños, formas, color o grado de maduración requeridos, así como, los envases y métodos de manejo apropiados que garanticen que las frutas y hortalizas lleguen al consumidor con la calidad exigida. Además, los productores controlarán los diferentes peligros asociados con las operaciones de producción agrícola, empaque, transportación y almacenamiento según las exigencias de los clientes que aseguren la calidad de las frutas y hortalizas por períodos prolongados. Debe evitarse el ingreso de animales domésticos, de trabajo y de la fauna silvestre a las áreas de cultivo de 3 a 6 meses antes de la cosecha.
- 8. Higiene, salud y seguridad social.** Durante las operaciones de la producción primaria y en los centros de empaque y almacenamiento, debe prestarse especial atención a la higiene y salud del personal, por el peligro potencial que tienen las ETAs y las contaminaciones con agentes físicos durante estas actividades. Los trabajadores deben contar con gorros para proteger sus cabellos, ropa de trabajo limpia y de mangas largas, según sea el área o producto se pueden utilizar guantes que sean de diferentes colores y botas de gomas para su fácil limpieza y buena protección. Además, el personal no debe padecer de vómitos, diarreas, ictericia y otras enfermedades transmisibles por los alimentos. Para asegurar su higiene, deben existir baños y lavamanos provistos de papel higiénico, agua suficiente, servilletas de papel, jabón y soluciones desinfectantes, en cantidades suficientes según el número de trabajadores y situados a no menos de 500 metros ó 5 minutos caminando del área de trabajo. El personal no debe portar: aretes, relojes, anillos u otra prenda, ni ingerir ningún tipo de alimentos, fumar, mascar chicle en el área de producción, para lo cual debe habilitarse un área para estos fines.
Se recomienda establecer cuartos de lavado y cambio de ropa fuera de los campos y las áreas de empaque y almacenamiento, los que se habilitarán con agua, jabón y desinfectantes. Se ubicarán en lugares visibles a todo lo largo de la cadena, indicaciones escritas sobre las responsabilidades y las medidas higiénico – sanitarias a realizar en cada puesto de trabajo, para prevenir la contaminación de las frutas y vegetales. Está totalmente prohibido ingresar a las áreas de producción con recipientes de vidrio, por los peligros que las roturas de estos pueden significar en la inocuidad de las frutas y hortalizas frescas.
- 9. Instalaciones.** Antes de construir los centros de empaque y almacenamiento como vía de minimizar los riesgos, debe evaluarse la naturaleza de las operaciones de recepción, lavado, selección, envase, manipulación y conservación de las frutas y hortalizas, de forma tal, que los edificios, equipos, flujo de producción y las instalaciones se construyan para lograr este objetivo, permitiendo labores adecuadas de mantenimiento, limpieza, desinfección y reduzcan al mínimo la contaminación transmitida por el aire, las superficies y los materiales. En particular los que vayan a estar en contacto con los alimentos, no deben ser tóxicos para el uso al que se destinan y en caso necesario, ser suficientemente duraderos y fáciles de mantener y limpiar, cuando proceda. Disponer de medios idóneos para el control de la temperatura, la humedad y otros factores; así como, tener una protección eficaz contra el acceso y establecimiento de las plagas.

Las edificaciones de empaque deben ser construidas de manera que se evite la contaminación desde el exterior hacia el interior. Las puertas deben contar de cerraduras seguras previendo contactos excesivos que puedan conducir a posibles contaminaciones, especialmente en el área de procesamiento. Esta debe contar con suficiente iluminación, con el objetivo de detectar las posibles fuentes de contaminación. El piso debe ser de concreto y especialmente fácil de limpiar. Las paredes deben ser construidas de un material que posibilite su limpieza, es decir, pueden ser de metal o plásticas y con igual propósito, el equipamiento debe ser de acero inoxidable.

Los centros de empaque deben ser construidos de forma tal que posibiliten el flujo libre de productos, de forma tal que se cumpla el principio de “primero en entrar, primero en salir”. A menos que el grado de madurez al llegar al centro u otra situación específica no aconseje realizar esta práctica. Los productos limpios y listos para comercializar deben estar suficientemente separados de los sucios o recién llegados del campo, de forma tal, que se puedan prevenir las contaminaciones por materias extrañas en los primeros.

Deberá disponerse de suficiente agua potable para realizar los procesos de lavado, así como, instalaciones adecuadas para su almacenamiento y distribución. El agua no potable debe canalizarse en tuberías independientes. El agua utilizada en postcosecha debe ser de calidad potable. Las áreas de trabajo se deben mantener limpias y libres de insumos y útiles personales.

10. Almacenamiento y transportación. Las frutas y vegetales frescos deberán manipularse, transportarse y almacenarse en condiciones que se minimicen las contaminaciones químicas, físicas y microbianas.

11. Educación y entrenamiento. Los trabajadores deben recibir constantemente entrenamiento sobre actividades de cultivo, cosecha y empaque, que incluya: importancia de la higiene y la salud del personal en la inocuidad de los alimentos. Importancia de empleo de técnicas apropiadas del lavado de las manos, utilización de instalaciones sanitarias para reducir el potencial de contaminación de las frutas y hortalizas. Condiciones en las que se deben almacenar las frutas y hortalizas, incluidas las posibilidades de reducir la contaminación física, química y microbiana, tipo de frutas y hortalizas y su capacidad para favorecer el desarrollo de microorganismos patógenos, así como, otros temas relacionados con el aseguramiento de la calidad y la inocuidad de estos productos.

12. Herramientas y equipamiento de limpieza.

- a. Esquema de limpieza y desinfección. Este esquema posee para cada una de las operaciones en dependencia del área de trabajo, el esquema planificado de la frecuencia para la limpieza y desinfección.
- b. Agentes desinfectantes. Un sistema de agentes desinfectantes debe ser usado, lo cual está en dependencia del tipo de producto a procesar, los utensilios y equipos existentes. Dando preferencia a la desinfección con agua caliente. Los productos utilizados para la desinfección deben ser comprados a suministradores certificados.
- c. Control de plagas. El centro de empaque debe contar con su propio sistema de control de plagas. Las frutas y hortalizas durante todo el proceso, deben estar a no menos de 30 cm de las paredes, lo cual permitirá inspeccionar con mejor facilidad y visibilidad la presencia de plagas en el área de almacenamiento. Pueden utilizarse repelentes para insectos. Por último, los servicios para el control de plagas pueden ser contratados a agencias externas.
- d. Materiales de limpieza. Debe existir un local para el almacenamiento de los materiales de limpieza tales como, detergentes y desinfectantes para la limpieza de utensilios y equipos. Estos deben guardarse separados del local de almacenamiento, de la materia prima o alimento.

- 13. Medio ambiente, gestión de residuos, agentes contaminantes, reciclaje y reutilización.** Debe existir un plan para la conservación del medio ambiente y reutilización de los residuos, de forma tal, que se garantice una producción sostenible.
- 14. Sistema de reclamaciones.** Debe existir un sistema documentado que permita registrar y dar seguimiento a las reclamaciones, en el que se incluyan las acciones realizadas para corregir las deficiencias detectadas.
- 15. Auditorías internas.** Todo sistema productivo debe contar con instrumentos de auditorías internas para detectar las deficiencias en las prácticas de producción y tomar las medidas correctivas correspondientes.

VI. RIEGO

El riego es una actividad técnica encaminada a incrementar y mejorar la producción del cultivo en cualquier sistema agrícola. En condiciones de cultivo protegido, la misma cobra mayor importancia ya que es la única fuente de abastecimiento de agua que este tiene.

Según las exigencias hídricas de los cultivos durante su ciclo vegetativo, se puede establecer una programación de riego que proporcione mayores beneficios técnicos y económicos. Para ello, se requiere poseer dominio de los cálculos de las necesidades diarias que demanda la planta, conocer el suelo, los factores climáticos que inciden en el desarrollo de los cultivos (radiación, temperatura, humedad) y los requerimientos por fases de desarrollo del cultivo.

El agua se aplica para satisfacer la demanda diaria del cultivo y no para crear una reserva en el suelo, así se eliminan situaciones extremas de exceso y falta de agua, comunes en el riego tradicional. La capacidad del suelo como reserva hídrica disminuye al estar las raíces concentradas en los bulbos húmedos. En estos bulbos la extracción de agua y nutrientes es muy elevada y se agota su reserva en poco tiempo, lo que obliga a su reposición con elevada frecuencia.

Tabla 16. Consecuencias de la incorrecta programación del riego.

| Riego excesivo | Riego deficitario |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Elevado contenido de agua en las hojas• Plantas alargadas.• Pudrición radical por falta de aireación en el suelo.• Susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades.• Incremento de la humedad relativa en el interior de la instalación.• Lavado de nutrientes• Aumento de afectaciones en la calidad comercial de los frutos por aparición de desórdenes fisiológicos.• Condiciones propicias en el suelo para el crecimiento de hongos, bacterias y nemátodos. | <ul style="list-style-type: none">• Marchitez del cultivo.• Crecimiento lento, con hojas más pequeñas, entrenudos cortos y apariencia más dura.• Necrosis en las hojas• Caída de las hojas• Falta de cuajado.• Aumento de afectaciones en la calidad comercial de los frutos por aparición de desórdenes fisiológicos.• Aumento en la salinidad de los suelos. |

6.1. PROGRAMACIÓN DEL RIEGO.

La programación del riego responde básicamente a dos preguntas:

¿Cómo se puede regar?

¿Con qué cantidad de agua es preciso regar?

La primera responde a la determinación del momento de riego, lo que permite establecer su frecuencia y la segunda a la dosis o volumen de agua a aplicar en cada riego. Existen diferentes métodos para dicho fin.

6.1.1- Método de programación del riego.

Los métodos más utilizados en la práctica son los basados en el conocimiento del estado hídrico del suelo y en los parámetros climáticos.

En el primero, se emplean métodos de medición directa (gravimetría) e indirecta (tensiómetros).

- **Método gravimétrico.** Es el más sencillo y simple, consiste en tomar las muestras de suelo, pesarlas y ponerlas en una estufa a 105 °C hasta peso constante. Por diferencia de peso entre el suelo húmedo y el seco se obtiene el contenido de agua que se suele expresar en forma gravimétrica, mediante la expresión $h (\%) = (\text{masa de agua/masa de suelo}) \times 100$.
- **Método tensiométrico.** El tensímetro es un dispositivo práctico que mide el potencial matricial del suelo el cual está relacionado con la humedad del mismo. Su rango de funcionamiento es de cero a cien kPa o centibares, rango conveniente para la programación del riego por goteo en el sistema de cultivo protegido. El valor de 15 - 20 kPa representa el 80 - 90 % de la capacidad de campo, y es el recomendado para la mayoría de las especies hortícolas.

Con el dato de tensión de humedad fijado para el momento de riego se procede al cálculo de la dosis neta a aplicar en cada riego mediante la expresión:

$$Ds = 10 \cdot H \cdot Da \cdot (CC - Lp)$$

Donde:

Ds = Dosis neta de riego (L/m^2)

H = Profundidad del sistema de raíces o de humedecimiento (m)

Da = Densidad aparente (g/cm^3)

CC = Capacidad de campo (%) PSS= Peso de suelo seco)

Lp = Límite productivo (%) PSS de la CC)

La dosis neta deberá ser afectada por una eficiencia de aplicación de 85 a 90 % y así se obtiene la dosis bruta con la cual se determina el tiempo de riego en horas (h), mediante la fórmula:

$$Tr = Dt \cdot dl \cdot de / qe$$

Donde:

Tr = Tiempo de riego (h)

Dt = Dosis total o bruta (L/m^2)

dl = Distancia entre líneas de riego (m)

de = Distancia entre emisores (m)

qe = Gasto de un emisor (L/h)

En el segundo método es necesario el conocimiento de parámetros que relacionen a las plantas con el medio ambiente. El aspecto más importante se centra en la valoración de la evapotranspiración del cultivo (Et), la cual puede ser calculada por diferentes métodos empíricos y determinada experimentalmente. Al relacionar la Et con el clima específicamente con el factor evaporación (Ev), se obtienen los coeficientes de cultivo (kc), con los cuales se puede estimar la Et y por consiguiente las dosis de riego para otras localidades.

Cuba cuenta con coeficientes de cultivo de las especies a desarrollar en condiciones protegidas por lo que puede utilizarse el método bioclimático.

Método bioclimático.

Este método tiene en cuenta las necesidades hídricas de las plantas, las cuales pueden ser calculadas a partir de la Ev y kc mediante la expresión:

$$Et = Ev \cdot kc$$

La Et es el elemento de egreso de la ecuación de balance el cual se corresponde con el riego, ya que en condiciones protegidas no influye la lluvia.

El conocimiento de la Et se puede programar el riego, fijando la frecuencia y variando la dosis y viceversa, también se puede fijar la dosis y la frecuencia y variar ambas durante el ciclo del cultivo. Desde el punto de vista práctico, es recomendable fijar la frecuencia y bajar la dosis por fase de desarrollo de las plantas.

Tabla 17. Régimen hídrico por cultivos para diferentes tipos de suelos.

| Cultivo | Fases de desarrollo | Suelos Ligeros | | Suelos medios y pesados | |
|----------|---|----------------|------------------|-------------------------|------------------|
| | | L/planta/día | Intervalo (días) | L/planta/día | Intervalo (días) |
| Tomate | Trasplante a emisión del 1 ^{er} racimo floral | 0.4 | 1 - 2 | 0.5 | 2 - 3 |
| | Emisión del 1er. racimo floral a cuaje del 3 ^o | 0.6 | 1 - 2 | 0.7 | 2 - 3 |
| | Cujae del tercer racimo a inicio de cosecha | 0.9 | 1 - 2 | 1.0 | 2 - 3 |
| | Inicio de cosecha antepenúltimo racimo | 1.2 | 1 - 2 | 1.4 | 2 - 3 |
| | Cosecha antepenúltimo racimo al final | 0.9 | 1 - 2 | 1.0 | 2 - 3 |
| Pimiento | Trasplante a 2 ^a .semana del trasplante | 0.5 | 1 - 2 | 0.5 | 2 - 3 |
| | 2 ^a . sem del traspl a cuaje de los 1 ^{os} frutos | 0.7 | 1 - 2 | 0.8 | 2 - 3 |
| | Cujae de los 1 ^{er} frutos al 1 ^{er} corte | 1.2 | 1 - 2 | 1.5 | 2 - 3 |
| | 1 ^{er} corte – producción final | 1.0 | 1 - 2 | 1.2 | 2 - 3 |
| Pepino | Siembra directa a salida de hojas verdaderas | 0.5 | 1 - 2 | 0.6 | 2 - 3 |
| | 1 ^{as} verdaderas a inicio de floración. | 0.7 | 1 - 2 | 0.8 | 2 - 3 |
| | Inicio de floración a inicio de cosecha | 1.0 | 1 - 2 | 1.2 | 2 - 3 |
| | Inicio de cosecha a plena producción | 1.3 | 1 - 2 | 1.5 | 2 - 3 |
| | Producción – final del ciclo | 1.0 | 1 - 2 | 1.2 | 2 - 3 |
| Melón | Trasplante a desarrollo vegetativo | 0.5 | 1 - 2 | 0.6 | 2 - 3 |
| | Desarrollo vegetativo a inicio de floración | 0.7 | 1 - 2 | 0.8 | 2 - 3 |
| | Inicio de floración a fructificación | 1.0 | 1 - 2 | 1.2 | 2 - 3 |
| | Crecimiento del fruto | 1.4 | 1 - 2 | 1.6 | 2 - 3 |
| | Cosecha – producción. | 1.0 | 1 - 2 | 1.2 | 2 - 3 |
| | Producción – final | 0.8 | 1 - 2 | 0.9 | 2 - 3 |

Para lograr un adecuado establecimiento de la plantación de los diferentes cultivos, es conveniente efectuar un riego de 15 - 20 L/ m² antes de la plantación, con el fin de crear un franja húmeda a través del cantero hasta la profundidad de 30 - 40 cm. Una vez realizada la plantación, se realiza un riego de 3 - 5 L/m² y no se riega más hasta 10 - 15 días después, en dependencia de la época de siembra y el cultivo éste puede ser menor, para facilitar el buen desarrollo radical de las plantas.

A partir de este momento, se comienza la programación del riego en correspondencia con los requerimientos de agua de los cultivos por período de desarrollo y tipo de suelo. Se recomienda en la época de verano aumentar las dosis de riego en un 20-30 %, es decir, cada valor se multiplicará por 1.20 ó 1.30. La duración en días de las fases varían de un cultivar a otro. Se recomienda un monitoreo constante del estado de crecimiento y desarrollo del cultivo, a fin de establecer con exactitud el cambio de cada etapa. Los datos que se presentan son a modo de orientación en la conducción del riego.

Ejemplo de cálculo.

Una casa de cultivo A - 12 (540 m²), con 1200 plantas de tomate en la segunda fase (21 - 44 días), con un intervalo de riego cada dos días, suelo medio. Determine ¿Qué dosis de agua se debe aplicar y en qué tiempo de riego? .

Datos adicionales:

Total de emisores de la casa 1760 con un gasto efectivo de 2 L/h cada uno.

Solución.

De la tabla, se obtiene que el consumo de agua por las plantas en esa fase es de 0.7 L/pl/día. Este resultado se multiplica por la cantidad de plantas de la casa $0.7 \times 1200 = 840 \text{ L/día}$, y como el riego es cada 2 días se multiplica $840 \times 2 = 1680 \text{ L}$ y este resultado es la cantidad de agua a aplicar en la casa.

El tiempo de riego se determina multiplicando la cantidad de emisores por el gasto de cada uno $1760 \times 2 = 3520 \text{ L/h}$, cantidad de agua que sale en una hora en toda la casa. Por lo tanto si se necesita aplicar 1680 L, se plantea lo siguiente: Si en una hora se aplica 3520 litros de agua, en qué tiempo se aplicarán 1680 L, que es lo que necesitan las plantas de toda la casa según demanda obtenida.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ h} \cdots \cdots \cdots 3520 \text{ L} \\ x \cdots \cdots \cdots 1680 \text{ L} \end{array} \quad x = 0.47 \text{ h}$$

El tiempo de riego es de $0.47 \text{ h} \times 60 \text{ minutos que tiene una hora} = 28 \text{ minutos de riego.}$

6.2 USO DEL TENSIÓMETRO PARA DECIDIR LOS RIEGOS.

Un tensímetro (etimológicamente, medidor de tensión) mide la presión conque el suelo retiene el agua. Dicha tensión será mayor cuanto menor sea el contenido de agua en el suelo y variará con el tipo de suelo. La planta, para succionar el agua del suelo, debe vencer esa presión (tensión del agua en el suelo). Un tensímetro no es más que un tubo lleno de agua, cerrado herméticamente por uno de sus extremos que tiene en el otro una cápsula de cerámica porosa este es el que se pone en contacto con el suelo. Junto al extremo cerrado se coloca un medidor de presión que normalmente es un vacuómetro para medir presiones inferiores a la atmosférica (depresiones).

Ésta cápsula porosa permite que la succión del suelo se transmita al agua del tensímetro y la depresión es leída por el vacuómetro. La medida del vacuómetro se da en centibar (1 cbar = 0.10 m de columna de agua) y su escala está graduada de 0 a 100. Una lectura cero indica que el suelo no ejerce ninguna succión sobre el agua, por lo que estará saturado o sobresaturado.

6.2.1- Normas de instalación.

Las normas de instalación deben aparecer en el tensímetro que se compre, pero conviene enfatizar en algunas que son fundamentales:

- a) Previo a su instalación, debe llenarse con agua hervida para eliminar la mayor cantidad de aire posible y mantener la cápsula sumergida en el mismo líquido 12 horas para conseguir la saturación de la cerámica. Una vez en el campo, habrá que rellenarlo. Es aconsejable añadir al agua de relleno algún fungicida y bactericida para preservar la permeabilidad de la cápsula porosa.
- b) Para la realización del agujero en el suelo se perfora el mismo con una barrena (tubería) de igual diámetro o ligeramente inferior. Para evitar un mal contacto suelo-cerámica, una vez hecha la perforación, puede introducirse una mezcla de agua y suelo a una altura de unos 10 cm sobre el fondo del agujero. Tras introducir el tensímetro debe sellarse bien junto a la superficie para evitar la entrada directa del agua.

- c) El suelo alrededor del equipo debe mantenerse en condiciones normales, evita pisar en su proximidad para no producir compactaciones que alteren la velocidad de la infiltración y faciliten el almacenamiento en superficie. Esto es grave en tensímetros instalados a poca profundidad.
- d) El número y situación de estos equipos depende del cultivo, del suelo y del método de riego. Para cada cultivo hay que instalar al menos un tensímetro. Si la lectura, estructura y profundidad son variables, se requiere un instrumento por cada una de estas variables.
- e) En riego por goteo estos equipos deben colocarse cerca del gotero (de 10 a 40 cm) según el tipo de suelo y a dos profundidades dependiendo de la geometría del bulbo húmedo y de la profundidad de enraizamiento. En hortalizas, de 10 a 20 cm y de 30 a 50 cm de profundidad. Los valores óptimos de tensión matricial variarán para cada cultivo, según el tipo de suelo, sistema de riego, manejo, etc. La notable influencia de la disponibilidad hídrica en la calidad de los frutos (cuyo contenido en agua supera del 90 % al 95 % en la mayoría de las especies) resalta la importancia de una frecuencia de riego idónea.
- f) Los tensímetros son especialmente adecuados para suelos de textura arenosa y loamosa y cultivos que exigen altos niveles de humedad.

6.2.2- Normas de manejo.

- a) La lectura del tensímetro debe tomarse a primera hora de la mañana.
- b) Con el tiempo, pueden aparecer burbujas de aire. Lo más probable es que provengan del suelo a través de la cápsula, por lo que el tensímetro debe extraerse y restaurarse. Si la entrada de aire se produce con lecturas de hasta 30 cbar, normalmente será debido a un mal contacto suelo-cápsula.
- c) Los tensímetros profundos indicarán el estado del agua en el suelo precisamente donde se extrae menos; pero es importante mantener esas zonas con niveles de humedad suficientemente altos para que los nutrientes puedan ser extraídos. Por otra parte, estos equipos indican si ha habido una adecuada penetración del agua después del riego.
- d) Debe tenerse en cuenta que los suelos no pasan de saturación a capacidad de campo inmediatamente tras el riego, por lo que los tensímetros más profundos no indicarán aumento de humedad hasta un cierto tiempo después del riego.
- e) Debido a las sales, en la solución del suelo los poros de la cápsula se van obstruyendo lentamente por precipitación de aquellas. Mientras que la obstrucción no sea total, la presión se seguirá transmitiendo, aunque los tiempos de respuesta irán aumentando. Habrá casos, en que será necesario cambiar el tensímetro o sólo la cápsula si es posible.
- f) Ante cualquier anormalidad en su trabajo, chequear el nivel de agua de su columna, aplicar en el terreno la bomba de vacío y si no se soluciona el defecto, se deberá extraer para una inspección total. Al concluir el ciclo del cultivo, se extraerán del suelo, siempre con humedad apropiada, dándole vueltas en el sentido de las manecillas del reloj y tirando hacia arriba.
- g) Desarmar el instrumento con sumo cuidado, fregar bien sus partes con detergente sobre todo el bulbo, no hacer contacto directo con las manos. Una vez lavados y secos, se procederá a armarlos y se protegerá el bulbo con un polietileno, hermetizándolo adecuadamente. Finalmente se almacenará en un lugar seguro y fresco.

6.2.3- Interpretación de resultados.

La interpretación de las lecturas del tensiómetro, para cultivos hortícolas en casas de cultivos, es la siguiente:

| Lectura (Cbar) | Interpretación |
|----------------|---|
| 0 – 10 | Suelo saturado o sobresaturado, se puede presentar hasta cuatro días tras un riego. Cuando existen problemas de drenaje es una situación peligrosa. |
| 11 – 13 | Iniciar riego en suelos arenosos o franco-arenosos. |
| 14 – 17 | Iniciar riego en suelos loamosos. |
| > 20 | Iniciar riego en suelos arcillosos. |

Nunca destapar el tensiómetro cuando el reloj marque más de 20 cb pues se corre el riesgo de deteriorar el manómetro.

6.3. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

La calidad del agua puede variar significativamente según el tipo y calidad de las sales disueltas. Las sales que contribuyen a crear un problema de salinidad son solubles y, por tanto, son transportadas fácilmente en el agua. Para evitar concentraciones peligrosas, es necesario lixiviar una cantidad de sales igual o mayor a la aplicada con el agua de riego durante un período de tiempo. La cantidad de agua requerida para lixiviar las sales depende de su calidad y de la tolerancia de los cultivos a la salinidad.

Las aguas contienen además sedimentos minerales y sustancias orgánicas en suspensión, que pueden causar serios problemas en los sistemas de riego, tales como obturación de emisores y daños a los equipos de bombeo, si éstos no están protegidos con tamices apropiados.

El análisis de la calidad del agua de riego se realiza para evitar las concentraciones excesivas que obstruyen los goteros y para corregir excesos de iones bicarbonatos, además todas las aguas de riego tienen sales de disolución y cuando se van a utilizar es imprescindible conocer la composición cualitativa y cuantitativa de dichas sales. La tolerancia a la salinidad varía según las especies y existen tablas de referencia que definen la tolerancia de los diferentes cultivos a la salinidad, expresada como el total de sales solubles (CE), y como iones tóxicos individuales. Cuando se usan aguas salinas para riego, se debe tener en cuenta que los fertilizantes son también sales y, por tanto, contribuyen a la CE de la solución de riego.

Tabla 18. Clasificación de la calidad del agua de riego en función de la C.E.

| Índice de salinidad | C.E. (mmhos/cm) | Riesgo de salinidad |
|---------------------|-----------------|---------------------|
| 1 | < 0.75 | Bajo |
| 2 | 0.75 – 1.5 | Medio |
| 3 | 1.5 – 3.0 | Alto |
| 4 | > 3.0 | Muy Alto |

Las aguas de riego pueden ser aguas duras o salinas. Las duras se caracterizan por:

- Alto contenido de Ca (>60 ppm) y Mg (> 30 ppm).
- Alto contenido de bicarbonatos (> 150 ppm).
- pH alcalino (> 7.5).
- El Ca y Mg (del agua) se combinan con el fosfato y/o sulfato (del fertilizante) y forman precipitados insolubles.
- El calcio forma carbonato de calcio insoluble: $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} \text{----- CO}_3\text{Ca}$

Para este tipo de agua se recomienda:

- Elegir fertilizantes de reacción ácida (para P: ácido fosfórico, MAP, MKP).
- Inyección periódica de ácido en el sistema de riego para disolver precipitados y destapar los goteros.
- Agregar fertilizantes de Ca y Mg sólo de acuerdo con su concentración en el agua de riego.

Las aguas salinas se caracterizan por:

- Alta CE ($> \sim 2-3$ dS/m)
- Alta concentración de Cl ($>150-350$ ppm)

Para este tipo de agua se recomienda:

- Chequear la sensibilidad de los cultivos a la salinidad
- Elegir fertilizantes de bajo índice salino
- Regar sobre la necesidad hídrica de la planta (fracción de lavado) para lavar las sales de la zona radicular.

La información proporcionada por un análisis químico del agua de riego servirá para:

- a) Cuantificar aquellos iones que forman parte de la solución nutritiva (Ca^{+2} , Mg^{+2} , SO_4^{-2}) y por lo tanto al estar contenidos en el agua de riego permite disminuir las cantidades que se han de aportar con los fertilizantes.
- b) Tomar decisiones respecto a iones que no siendo necesarios para la solución nutritiva (Cl^- , Na^+) se encuentran normalmente en el agua de riego. Estas sales producen en general dos tipos de problemas:
 - Pueden encontrarse en concentraciones que resultan fitotóxicas para la planta y por lo tanto serán aguas descartadas para su uso.
 - Su presencia contribuye al aumento de la conductividad de la solución nutritiva y si sobrepasan ciertos límites empiezan a crear algún tipo de problema.
- c) Conocer con exactitud el contenido de carbonatos (CO_3^{2-}) y bicarbonatos (HCO_3^-) y de esta forma poder realizar los cálculos para la corrección del pH con precisión y fiabilidad, como veremos más adelante.

Los análisis que en el laboratorio se le realizan al agua de riego son:

- pH
- Conductividad eléctrica (CE) expresada en mS/cm ó mmho/cm.
- Aniones: carbonatos (CO_3^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-), cloruros (Cl^-), sulfatos (SO_4^{2-})
- Cationes: calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}), potasio (K^+), sodio (Na^+).

Los aniones y cationes se expresan en miliequivalentes por litro (meq/L) y las dos reglas que debemos tener siempre en consideración cuando evaluamos un agua de riego son:

- a) La suma de los cationes (en meq/L) debe ser igual a la suma de los aniones.
$$\sum \text{Ca, Mg, K, Na} = \sum \text{CO}_3, \text{HCO}_3, \text{Cl}, \text{SO}_4$$
- b) La suma de los cationes dividido entre 10-12 es aproximadamente igual a la conductividad eléctrica en mS/cm.
$$\sum \text{cationes} = \sum \text{aniones} / 10-12 = \text{mS/cm.}$$

Durante la elaboración de los cálculos de las soluciones nutritivas estas dos reglas han de tenerse en cuenta.

Frecuencia de los análisis: Se debe muestrear el agua de riego una vez en la época de seca y otra en la de lluvias, ya que en ambas la calidad del agua puede variar significativamente.

Ajuste del pH. El valor del pH de un medio informa el carácter básico o ácido del mismo. La solubilidad de los iones está afectada por el pH de la solución. Incluso, la concentración de determinadas formas iónicas, se ve afectada por los valores del pH. Investigaciones y experiencias continuadas han venido a corroborar que las soluciones nutritivas han de ajustarse a un pH comprendido entre los valores de 5,5 y 6,0.

El caso más generalizado es que las aguas para riego tengan un pH superior a 5,8 y normalmente la presencia de los iones bicarbonato y, en menor medida, los iones carbonato, son los responsables de ello. La forma de bajar el pH de estas aguas de riego consiste en eliminar estos iones con la adición de algún ácido.

La reacción de neutralización es la siguiente:

Bicarbonato:



Carbonato:



Los ácidos más utilizados en las soluciones nutritivas son el ácido nítrico y el ácido fosfórico. Estos ácidos tienen la ventaja de que, además de servir para hacer el ajuste del pH, aportan elementos nutritivos necesarios para la planta. La cantidad exacta de ácido que se ha de incorporar al agua de riego para situar el pH entre 5.5 y 6.0 puede ser averiguada por diferentes y variados métodos, por lo cual utilizaremos un método sencillo, práctico y rápido para el ajuste del pH de las soluciones nutritivas, que describimos a continuación.

En función de las reacciones de neutralización vistas anteriormente, se sabe que los bicarbonatos son neutralizados por los ácidos equivalente a equivalente, mientras que un equivalente de carbonato es neutralizado por dos equivalentes de ácido. Esto quiere decir que, conocidas las cantidades de carbonatos y bicarbonatos que hay en el agua de riego, es fácil de calcular las cantidades de ácido a añadir al agua para que su pH quede entre 5.5 y 6.0.

En la práctica, se recomienda dejar 0.5 meq/L de bicarbonato sin neutralizar, para evitar que cualquier pequeño error en la dosis de ácido pudiera situar el valor del pH de la solución nutritiva, en valores de extrema acidez. De esta forma, al dejar 0.5 meq de HCO_3^- sin neutralizar, el pH de la solución nutritiva suele quedar alrededor de 5.8.

Ejemplo:

Un agua de riego contiene 4.0 meq/L de bicarbonatos (HCO_3^-).

¿Qué cantidad de ácido fosfórico 85 % es necesario añadir por cada m^3 de agua para neutralizar los bicarbonatos y disminuir el pH a 5.8?

R/

Como se recomienda dejar sin neutralizar 0.5 meq de HCO_3^- , se le resta a lo que contiene el agua. $4.0 - 0.5 = 3.5$ meq de HCO_3^- . Hay que neutralizar 3.5 meq de HCO_3^- y para un m^3 , o sea, 1000 litros serán $3.5 \times 1000 = 3500$ meq/ m^3 de agua.

En la tabla de densidad y concentraciones de ácido fosfórico vemos que el H_3PO_4 con 85 % de peso tiene una normalidad de 14.6 meq/ml, por lo tanto, para neutralizar 3500 meq de HCO_3^- será necesario aplicar de ácido lo siguiente:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ ml } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ 85 \%} & ----- & 14.6 \text{ meq H}^+ \\ X & ----- & 3500 \text{ meq } \text{HCO}_3^- \\ X = \frac{3500 \text{ meq}}{14.6 \text{ meq}} & = & 240 \text{ ml } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ 85 \%} \end{array}$$

Pero como también con esta acción se aporta fósforo (P_2O_5) a la nutrición, veamos el cálculo por esta otra variante:

En 2 H_3PO_4 hay 142 gr de P_2O_5 ; en 1 H_3PO_4 hay 71 P_2O_5 .

Cada ml de ácido fosfórico al 85 % contiene 1.04 gr de P_2O_5 .

$$3.5 \times 71 = 248.5 \text{ gr de } \text{P}_2\text{O}_5.$$

$$248.5 / 1.04 = 239 \text{ ml } \text{H}_3\text{PO}_4 \text{ 85 \%}$$

Por ambas variantes el resultado es prácticamente lo mismo, 240 y 239 ml respectivamente de H_3PO_4 85 % por cada metro cúbico de agua de riego.

En caso de no contar con análisis de laboratorio se recomienda el siguiente procedimiento:

Ejemplo práctico: En 10 L de agua se va añadiendo ácido hasta bajar el pH al valor deseado (5.5-6 midiendo con pHmetro), si se añadieron 2 ml de ácido se obtiene una relación de 2 ml/10 L de agua = 0.2 ml/L. Por lo tanto, si se quieren neutralizar 1000 L de agua, se multiplica por la relación obtenida, $1000 \times 0.2 = 200$ ml de ácido para disminuir los bicarbonatos y llevar el agua de riego al pH deseado.

6.4. EXPLOTACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.

Para la explotación del sistema de riego en las casas de cultivo, es necesario conocer en detalle cada uno de sus componentes para que su funcionamiento sea eficiente y, de esta forma, poder llevar a las plantas la cantidad de agua requerida en su desarrollo, estos sistemas se componen de:

- Cabezal de riego
- Red de distribución
- Emisores

6.4.1- Cabezal de riego

El cabezal de riego debe contar con los elementos necesarios, equipo de inyección, filtros y manómetros, para garantizar el aporte de agua y los nutrientes con la presión, limpieza y concentración necesarias a los emisores encargados de llevarlos a las plantas.

El cabezal deberá situarse en el punto más alto del área, y equidistante a las casas de cultivos. La presión de trabajo registrada en el manómetro dependerá del tipo de emisor elegido, pudiendo estar entre 20-30 m de carga.

El filtro a ubicar estará en función de la calidad del agua de la fuente de abasto. Cuando exista una caída de presión superior a los 5 m de carga, se deben limpiar los mismos, ya sea manual o por retrolavado automático.

6.4.2- Red de distribución

Está compuesta por la conductora principal, que recibe el agua en el punto de bombeo, las tuberías secundarias, terciarias y los laterales con los emisores. Las tuberías secundarias y terciarias se ubican en la parte más alta si el terreno tiene pendiente, para lograr mayor uniformidad en la humedad del suelo

Los laterales de riego se ubicarán sobre los canteros, espaciados a 60-70 cm, éstos deben quedar en líneas rectas y tensadas.

Las válvulas que controlan la entrada de agua en la tubería distribuidora deben ser protegidas contra roturas por animales o equipos.

6.4.3- Emisores

Son los encargados de llevar el agua y los nutrientes aportados hasta la zona de acción de las raíces de los cultivos. La diferencia de descarga de los emisores entre el inicio y el final del lateral no debe ser mayor del 10 %.

Para aforar un emisor, se mide la cantidad de agua en mililitros (ml) que sale en un tiempo de 30 segundos y se multiplica por 0.12 (constante de transformación) como resultado se obtiene el gasto del emisor (q_e) en L/h.

Para realizar esta operación se necesita una probeta o recipiente graduado en ml y un cronómetro o reloj.

Ejemplo

Se determinó que la cantidad de agua que sale por un emisor es de 20 ml en 30 segundos.

Se calcula: $q_e = 20 \text{ ml} \times 0.12 = 2.4 \text{ L/h}$ (gasto del emisor).

Realizando esta operación al inicio y al final del lateral se puede comprobar la diferencia de gasto, esta no debe ser mayor del 10 %.

6.4.4- Uniformidad del riego

Es importante determinar la uniformidad del riego porque de ello depende la distribución uniforme del agua y los nutrientes aportados.

Para efectuar esta operación, se determinan los caudales de los emisores de la siguiente forma: Se evalúa el primer lateral, el lateral ubicado a un tercio del ancho de la casa (para el caso de una instalación A-12), es el cuarto de izquierda a derecha o viceversa, el lateral 2/3 (el octavo) y el último lateral (el 12) y se evalúa el primer emisor, el ubicado a un tercio del largo de la casa (15 m para una A-12), el emisor ubicado a 2/3 (30 m), y el último.

Así se hace en cada uno de los laterales seleccionados y se conforma la siguiente tabla, debiéndose evaluar un total de 16 emisores.

Tabla 19. Evaluación de la uniformidad del riego.

| Emisores/ laterales | 1 (primero) | 1/3 | 2/3 | Último |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 (primero) | 1.9 | 1.95 | 1.89 | 1.88 |
| 1/3 | 1.87 | 1.9 | 1.86 | 1.88 |
| 2/3 | 1.8 | 1.85 | 1.83 | 1.8 |
| último | 1.79 | 1.88 | 1.84 | 1.79 |

Los valores sombreados corresponden al caudal medio del cuarto más bajo (q_e 25 %) en cada uno de los emisores evaluados, es decir, los cuatro valores más bajos.

Uniformidad = q_e 25 % / q_e med x100

De la tabla se obtiene lo siguiente:

$$qe\ 25\% = (1.79 + 1.85 + 1.83 + 1.79)/4 = 1.81$$

$$qemed = (1.9+1.79+1.8+1.87+1.95+1.9+1.85+1.88+1.89+1.86+1.83+1.84+1.88+1.88+1.8+1.79)/16 = 1.85$$

Sustituyendo en la fórmula para el cálculo de la uniformidad se obtiene que:

$$1.81/1.85 \times 100 = 97.8\%, \text{ por lo que la uniformidad del riego es excelente}$$

Se recomienda para todos los sistemas de riego localizado que el coeficiente de uniformidad no sea menor del 90 %, esto incluye a los utilizados en las casas de cultivo protegido.

Para una adecuada explotación del sistema de riego hay que considerar lo siguiente:

- Control de la presión. La presión a la salida del cabezal de riego debe estar entre 2.5 - 3.5 kg/cm², si dicho cabezal se encuentra próximo a las casas (10 m).
- Control de válvulas. Verificar que estén abiertas las válvulas que corresponden a cada turno de riego.
- Funcionamiento de los goteros. Revisar que no se encuentren goteros obstruidos, desconectados o averiados.
- Limpieza del filtro de malla. Se debe limpiar el cartucho de malla para eliminar las partículas incrustadas.
- Drenaje de tubería. Cada cierto tiempo (una vez al mes) se realiza el drenaje de las tuberías para eliminar partículas que se encuentren en su interior y evitar la obturación de los goteros.
- Obturaciones. Es uno de los problemas fundamentales en el riego por goteo y para combatirlo se realizan dos tipos de procedimientos:
 1. Preventivos (buen filtrado).
 2. De limpieza (mediante tratamientos de agua).
- Se establece realizar aplicaciones de cloro al finalizar el ciclo de un cultivo con dosis de 10 g/m³ de agua aplicada. Para las casas tropicales se recomienda dosificar 24 g en 30 L de agua durante 20 minutos.
- También se recomienda la aplicación de ácido nítrico NO₃H con dosis de 1 L en 20 L de agua durante 20 minutos.

6.5. LINEAMIENTOS BÁSICOS PARA LA EXPLOTACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE RIEGO EN LAS CASAS DE CULTIVO PROTEGIDO.

6.5.1- Control de la presión.

Diariamente deberá controlarse la lectura del manómetro instalado en el cabezal de riego, de esta forma se puede detectar cualquier anomalía en la instalación. La más frecuente, es que el filtro se encuentre sucio, lo cual hace que baje la presión del sistema.

6.5.2- Operación de válvulas.

La operación de las válvulas estará regida por la programación del riego y el diseño hidráulico realizado. Poner a regar más válvulas bajará la presión de la red, por lo que no trabajarán adecuadamente los emisores y puede llegar a recargar el motor de la electrobomba y quemarlo, de no contar con las protecciones debidas

6.5.3- Mantenimiento de la instalación de riego.

a) Limpieza del filtro.

El filtro cuenta en su interior con un elemento filtrante o cartucho constituido por un soporte plástico el cual deberá limpiarse como mínimo una vez al día, al final de la jornada de riego. Para ello, basta con desmontar el cartucho y limpiarlo con agua limpia a presión. La presión señalada por el manómetro, por debajo de la requerida, puede resultar un indicador de que el filtro se encuentre sucio y deberá procederse a su limpieza

b) Limpieza de la red de tuberías.

1. Tubería secundaria o conductora. Se limpiará como mínimo una vez al mes mediante la última (o últimas) tuberías terciarias del módulo; para ello se desconectará el tapón final y se dejará desaguar hasta tanto salga agua limpia.
2. Tuberías terciarias y laterales de riego. Se limpiarán como mínimo una vez a la semana y casa a casa es decir, en el orden de los turnos de riego. Para ello, se descubre primeramente la terciaria por su extremo y se deja desaguar hasta tanto salga el agua limpia, luego se coloca el tapón final de la terciaria y se va a los extremos de los laterales descubriendolos uno a uno dejándolos desaguar por dos o tres minutos. A continuación vuelven a cerrarse en el orden en que se abrieron.
Bajo ningún concepto podrán realizarse limpiezas de terciarias y laterales de dos o más casas porque podrán recargar el motor de la electrobomba. La limpieza se reitera casa a casa.

c) Limpieza de goteros por causas físicas.

En ocasiones, los goteros tienen obturación parcial o total visible originadas por alguna causa física. En la mayoría de los casos este problema se resuelve por una de las siguientes vías: invirtiendo la colocación del gotero sobre el lateral, succionando el gotero por diferentes formas, golpeando al gotero con un objeto no destructivo, no afilado (palillo de madera, etc.).

d) Salideros por válvulas.

Comúnmente, no tienen lugares salideros por válvulas si las conexiones se realizaron debidamente. En caso contrario deberán desmontarse y colocarse las juntas y demás piezas internas de las válvulas. El apriete de las válvulas debe realizarse manualmente ya que no requiere de llaves especiales. Excesivos aprietes desajustan las válvulas y pueden acarrear salideros y roturas en casos extremos.

e) Salideros por tuberías y orificios para goteros.

Los salideros por tuberías se resuelven mediante conexiones, enlaces, manguitos que son de producción nacional. En el caso de orificios para goteros también se dispone nacionalmente de taponcillos para su solución.



Foto 59. Sistema de Fertiriego



Foto 60. Bomba de Fertiriego



Foto 61. Gotero



Foto 62. Bulbo de humedecimiento



Foto 63. Planta en estrés hídrico



Foto 64. Tensiometro



Foto 65. Termómetro



Foto 66. Laterales de riego recogidos para preparar el suelo

VII. FERTIRRIEGO

El método de "fertirriego" combina la aplicación de agua del riego con la de los fertilizantes. Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos y mejores Calidad de los productores. El fertirriego permite aplicar los nutrientes en forma exacta y uniforme al volumen radicular humedecido, donde están concentradas las raíces activas, las recomendaciones del régimen de fertirriego para los diferentes cultivos están en función de la etapa fisiológica del cultivo, tipo de suelo, clima, variedades y otros factores agrotécnicos. Especial atención debe prestarse al pH, la relación NO_3/NH_4 , la movilidad de los nutrientes en el suelo y la acumulación de sales.

Para la aplicación del fertirriego pueden utilizarse diferentes tecnologías:

- a) **Tanque fertirrigador:** Consiste en un depósito donde se encuentra la solución fertilizante conectado en paralelo con la tubería de riego mediante dos tomas y generalmente con mangueras flexibles, tiene la desventaja que la concentración de nutrientes no es constante y el control de la fertirrigación no es exacto.
- b) **Succión con Venturi:** Consiste en un tubo con estrechamiento con una conexión al depósito que contiene la solución de nutrientes. El paso del agua por la zona estrecha hace aumentar su velocidad, lo que a su vez provoca un vacío o succión. Para que la succión se produzca, es necesario una diferencia de presión mínima de 0,4 bares. En el Venturi la regulación de la solución depende de la diferencia de presión que se pueda lograr en la línea principal de riego, garantizándose ésta en la válvula intermedia, colocada entre la entrada y la salida del Venturi. El Venturi provoca una caída de presión del sistema de riego que puede llegar a un 40 %, algo que debe tenerse en cuenta en el tiempo de riego calculado. Los nuevos modelos de Venturi presentan boquillas de diferentes diámetros que permiten regular el caudal de inyección.
- c) **Bombas inyectoras:** Este sistema aporta energía a la solución fertilizante para que tenga mayor presión que la del agua de riego y se pueda introducir en la red; puede ser de pistón o de diafragma, con la utilización de energía eléctrica o hidráulica, la que usa la energía del agua para su movimiento. Su dosificación es más exacta y mantiene constante la concentración de nutrientes en el depósito correspondiente.
- d) **Sistemas automatizados:** Son los más avanzados y exactos, pero son costosos y requieren de personal altamente calificado para su programación y operación.

En el caso de los sistemas automatizados, con varios tanques para diferentes productos fertilizantes y ácidos, cada tanque tiene acoplado un equipo de inyección independiente y lo normal es concentrar las soluciones nutritivas 100 ó 200 veces en función de la solubilidad de los fertilizantes a utilizar. Pero en la gran mayoría de las instalaciones de fertirriego no existen sistemas automatizados, sino que se cuenta con sistemas manuales con una sola bomba de inyección y de uno a tres tanques para la preparación de las soluciones nutritivas.

A las soluciones nutritivas concentradas se les suele denominar soluciones madres, se pueden utilizar distintos tanques para contener estas soluciones.

Cualquiera que sea la combinación elegida, se deben cumplir las normas de preparación de soluciones madres siguientes:

- a) Nunca mezclar en el mismo tanque el nitrato de calcio con fertilizantes que contengan sulfatos o fosfatos como macroelementos o microelementos
- b) Hay que prestar mucha atención a los fertilizantes comerciales de fórmulas completas (NPK), así como al nitrato de potasio (NKS) que contiene azufre.
- c) Al tanque que contenga microelementos quelatados no deben aplicarse ácidos ya que el pH menor de 5 degrada los quelatos.
- d) Es deseable repartir, lo más proporcionalmente posible, los fertilizantes entre los distintos tanques.
- e) Cuando se mezclan ácidos y agua siempre se debe aplicar el ácido al agua y no al revés, dado que si se agrega el agua al ácido se genera una fuerte reacción exotérmica que puede dañar al operario.
- f) La forma correcta de operar durante la preparación de las soluciones madres es:
 - Rellenar el tanque con la mitad del volumen de agua que se va a aplicar.
 - Aportar los ácidos o los fertilizantes.
 - Terminar de llenar el tanque con el agua hasta el volumen necesario.
 - Agitar hasta garantizar la completa disolución de los fertilizantes.
 - Cuando se esté efectuando la fertirrigación, el volumen de aplicar se debe subdividir en tres partes: la primera (5 - 10 minutos) sin la solución, una segunda para el fertirriego y la final (5 - 10 minutos) para el lavado del sistema.

7.1. SÍNTOMAS GENERALES DE DESÓRDENES NUTRICIONALES Y FISIOLÓGICOS EN TOMATE.

Nitrógeno.

Su déficit provoca:

- Tonalidades verde claro y amarillentas que progresan de las hojas viejas a las jóvenes. Defoliación temprana de las plantas.
- En las hojas jóvenes, se produce un cambio de color en las venas, que pasa del verde claro a tonos más o menos púrpura a ambos lados de la hoja.
- Poco crecimiento de los brotes laterales.
- Las plantas adelgazan y alcanzan gran altura.
- Caída anormal de las flores.
- Frutos con tonos pálidos.
- Frutos blandos, menor riqueza en azúcares, más frágiles y de difícil conservación; la maduración puede retrasarse.

En caso de exceso, las hojas son grandes y de color verde oscuro, el crecimiento de los tallos y las hojas es rápido mientras que el de las raíces es lento, los tallos se vuelven grandes y quebradizos, se produce retraso en el “cuaje” y la maduración de los frutos que a su vez presentan menor aguante en la conservación y el transporte. Aumenta el aborto de frutos con una sensible disminución en su número y en el rendimiento.

Fósforo.

Su déficit provoca:

- Poco desarrollo radicular del cultivo.
- Retraso en el cuaje de los frutos.
- Color púrpura generalizado en las hojas jóvenes.

Potasio.

Su déficit provoca:

- Hojas con clorosis internervial y necrosis marginal que progresan de las hojas viejas a las jóvenes.
- Peciolo rígido, los extremos de las hojas tienden hacia abajo.
- Los tallos son finos, flores pequeñas y de color pálido, su vida es corta.
- El fruto presenta retrasos en la maduración, que a su vez es poco uniforme.
- El fruto maduro presenta manchas verdes y amarillas.
- El fruto se vuelve hueco, blando y esponjoso. Poco peso de frutos.

Magnesio.

Su déficit provoca:

- Las hojas se vuelven oscuras y más tarde amarillas. Cambio de color que comienza desde los bordes de las hojas viejas hacia el centro, en caso de deficiencia severa las hojas se enrollan,
- Las nervaduras de las hojas permanecen verdes.
- Hojas con aspecto de mosaico.
- Color pobre de las flores.
- Tallos finos.

Calcio.

Su déficit causa:

- Muerte apical (culillo). La gravedad de la enfermedad se relaciona con el grado de insuficiencia cárquica de las hojas.
- Hojas que presentan una pigmentación pardo púrpura que comenzando por las hojas más jóvenes.
- Hojas estrechas y con cierta semejanza a las de los helechos. Las hojas jóvenes se deforman, presentan ápices encorvados hacia abajo y bordes enrollados.
- Los desequilibrios hídricos pueden provocar desórdenes fisiológicos en la transportación del calcio en la planta (ver Culillo apical).

Rajaduras.

Están asociadas:

- Cambios bruscos en el potencial hídrico en la zona radicular.
- Descenso brusco de la conductividad eléctrica, debido a que la raíz bombea más agua, aumenta rápidamente la presión en el fruto y la piel no es lo suficientemente elástica para absorber el incremento de volumen y estalla (aparece fundamentalmente en tomate y melón)
- Tasa estresante de transpiración durante el día, por la noche se restablece la máxima turgencia.
- Exceso de nitrógeno.

- Grandes diferencias entre las temperaturas diurnas y nocturnas
- Elevada temperatura y humedad relativa.

Frutos huecos.

- Son frutos con cavidades loculares excesivas, con o sin semillas, y sección poligonal. Poseen unos lados más llenos que los otros, son menos pesados por contener menos gel y semillas. Están asociados a:
- Pobre polinización
- Desbalance hormonal entre auxinas y citoquininas
- Sequía o agua excesiva
- Nitrógeno excesivo
- Relación N/K y K/Ca +Mg inadecuada
- Utilización de hormonas
- No uso del vibrador
- Grandes diferencias entre las temperaturas diurnas y nocturnas
- Escasa iluminación
- Balance negativo de carbohidratos, consumo elevado a temperaturas altas, carga de frutos excesiva y baja síntesis de los mismos en condiciones de baja luminosidad.

Agrietamiento radial.

- Son círculos concéntricos uno dentro del otro alrededor del pedúnculo del fruto. Está asociado con:
- Exceso de agua después de un período de estrés.
- Crecimiento rápido del fruto en condiciones de altas temperaturas y humedad relativa.
- Grandes diferencias entre las temperaturas diurnas y nocturnas.

Culillo apical o Blossom end rot (ber).

Aparece como un área hundida de color naranja claro, parda o negra en o cerca de la base del fruto, con aspecto aceitoso, no es blanda sino firme y un poco coreácea, puede estar acompañada de una pudrición seca. Algunas veces aparece sólo dentro de la fruta con un área oscurecida sin ningún síntoma exterior.

Está asociado a:

- Insuficiencia de calcio.
- Escaso desarrollo del sistema radicular por limitación de espacio, compactación del suelo y afectaciones por nemátodos y *fusarium*.
- Elevada humedad relativa por el día.
- Riegos deficitarios.
- Incrementos súbitos de la evapotranspiración.
- Exceso de sodio, elevados niveles de nitrógeno amoniacal y bajos contenidos de boro.
- Elevada conductividad eléctrica en el suelo y en la solución nutritiva, lo que dificulta la absorción de agua por las raíces y la absorción de calcio se realiza de forma pasiva.
- Antagonismos con otros cationes como K^+ , NH_4^+ , Na^+ y Mg^{++}
- Relación $K/Ca+Mg > 1$.

- Características propias del cultivar.

Cara de gato (catface).

Es una malformación o agrietamiento del fruto que aparece al final de la floración, a veces provoca huecos en los frutos que exponen los lóculos y las semillas.

Está asociado a:

- Desordenes durante el proceso de floración.
- Temperaturas muy altas.
- Daños mecánicos.

Enrollamiento foliar.

Este síntoma se manifiesta en las hojas de la base de las plantas cuando éstas están muy cargadas de frutos o cuando sufren condiciones climáticas o agro culturales particulares (períodos de sequía prolongados, suelo húmedo y asfixiante, poda fuerte) que perturban la alimentación hídrica.

7.2. ESQUEMAS DE FERTILIZACIÓN. BASES Y PRINCIPIOS.

7.2.2- Esquemas de fertirriego.

Para el cálculo de los esquemas de fertirriego que posteriormente se propondrán se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Los valores de extracción de nutrientes asumidos, superan los rangos máximos informados por numerosos autores; estos garantizan una adecuada disposición de nutrientes totales y por fase de desarrollo del cultivo.
- Se han tenido en cuenta los rendimientos programados, la exportación de nutrientes que se origina con esa producción y la duración del ciclo del cultivo. En el cultivo protegido, la extracción de nutrientes totales es prácticamente igual a la exportación, teniendo en cuenta que se extraen de la casa de cultivo no sólo los frutos producidos, sino también todos los residuos de las plantas provenientes de los deshijes, deshojas, decapites y demoliciones.

Si varían los rendimientos y la duración del ciclo del cultivo asumidos deberá modificarse la cantidad de nutrientes a suministrar.

- Durante los meses de verano, las condiciones de desarrollo del cultivo son desfavorables; las necesidades hídricas de la planta y del suelo aumentan, lo que da por resultado el incremento de la evapotranspiración y se produce la depresión de los rendimientos. Por ello, deberá siempre ajustarse la cantidad de nutrientes (principalmente N y K) a suministrar en ésta época siempre en la cuarta y quinta etapa del cultivo.
- Se ha comprobado en la práctica, que las cantidades de potasio que se deben aplicar en plantaciones de verano deben ser mayores a las suministradas en cultivos desarrollados en invierno, lo que debe tenerse en cuenta en los cálculos.

- Se presentan los esquemas de fertilización para cada cultivo. Estos se encuentran calculados para suelos de baja fertilidad; para suelos con mayores contenidos de nutrientes, o para alcanzar rendimientos más bajos, se requerirán menores cantidades de fertilizantes, debiéndose disminuir estos en correspondencia con la existencia de nutrientes en el suelo.

Los esquemas de nutrición recomendados para los principales cultivos, son una guía y deberán ajustarse en base a las condiciones específicas de cada instalación.

- Se evitará, siempre que resulte posible, el empleo de los niveles máximos de nutrientes que aparecen en los esquemas de fertilización y, cuando se apliquen, deberá ser por un período limitado de tiempo y sólo bajo un estrecho monitoreo de sondas y pastas de suelos.
- Cuando existan elevadas cantidades de sales, al iniciarse un nuevo cultivo en la instalación, es necesario realizar el lavado del suelo, con vistas a garantizar un adecuado manejo posterior de la nutrición, un buen balance de las plantas y la obtención de buenos rendimientos. Esta actividad puede provocar un impacto ambiental desfavorable, por lo cual es necesario extremar las precauciones en la fertilización para evitarla.

Es imprescindible realizar sistemáticamente la revisión visual del cultivo para detectar la posible aparición de síntomas de trastornos nutricionales.

7.2.3- Soluciones nutritivas. Consideraciones generales.

- Una solución nutritiva es simplemente una disolución acuosa con una determinada concentración de fertilizantes.
- Los fertilizantes empleados en la fertirrigación deben ser abonos líquidos ó sólidos especiales de alta solubilidad.
- Como norma general, los abonos sólidos empleados en la fertirrigación son sales altamente disociables, es decir, en disolución se separan en sus correspondientes partes catiónica y aniónica, lo que genera un incremento específico de la conductividad eléctrica (C.E.).
- En el incremento de la salinidad no solo hay que considerar la C.E. del agua de riego, sino que hay que añadir el aumento sufrido en la misma al adicionar los fertilizantes.

Tabla 20. Esquema de fertilización para el cultivo del tomate

Rendimiento programado: 140 t/ha

7.0 kg/pl

2.18 pl/m²

21 800 pl/ha

| Etapa | Fase de Desarrollo | No. aproximado de días | | Nutrición promedio diaria (g/1000 pl) | | | | | Dosis riego diaria (L/pl) | Concentración solución (ppm) | | | | |
|------------|--|------------------------|-------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|---------|-------|
| | | Período | Total | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| I | Trasplante - emisión 1 ^{er} racimo floral | 0 - 20 | 20 | 20 | 100 | 40 | - | - | 0.4 - 0.5 | - | 200-250 | - | - | - |
| | | | | 20 | 70 | 33 | - | - | | - | 140-175 | - | - | - |
| | | | | 20 | 70 | 33 | - | - | | - | 140-175 | - | - | - |
| II | Emisión 1 ^{er} racimo floral - cuaje 3 ^{er} racimo | 21 - 44 | 23 | 77 | 77 | 77 | 94 | 23 | 0.6 - 0.7 | 110-128 | 110-128 | 110-128 | 134-156 | 32-38 |
| III | Cuaje 3 ^{er} racimo - inicio de cosecha | 45 - 65 | 20 | 160 | 110 | 350 | 210 | 50 | 0.9 - 1.0 | 160-177 | 110-122 | 350-388 | 210-233 | 50-55 |
| IV | Inicio de cosecha - producción. | 66 - 110 | 44 | 252 | 154 | 630 | 420 | 98 | 1.2 - 1.4 | 180-210 | 110-128 | 450-525 | 300-350 | 70-82 |
| V | Producción - final | 111 - 140 | 29 | 160 | 110 | 350 | 210 | 50 | 0.9 - 1.0 | 160-177 | 110-122 | 350-388 | 210-233 | 50-55 |

- Al siguiente día del trasplante, aplicar un riego ligero de 0.4-0.5 litros por planta con agua acidulada con ácido fosfórico o con un fertilizante rico en fósforo (13-40-13 o 9-45-15)
- Posterior a este riego, la plantación se someterá a un período de estrés por varios días con vistas a favorecer el desarrollo radicular de la planta y un adecuado arraigue de la misma.
- Revisar diariamente la humedad existente en el suelo, así como el estado hídrico de la plantación, a fin de efectuar el proximo riego cuando la planta lo requiera.
- Continua observando diariamente la humedad existente en el suelo y el estado de demanda hídrica de la plantación para efectuar el próximo riego cuando fuese necesario.
- Cuando el 75 % de las plantas hayan emitido el primer racimo floral, se da inicio a los fertirriegos (con la solución nutritiva), en dependencia de las condiciones existentes en cada lugar.

7.2.4- Consideraciones previas a la elaboración de una solución nutritiva.

- Analizar el agua de riego.
- Los cationes Ca^{++} , Mg^{++} y Na^+ , así como los aniones Cl^- y SO_4^{--} pueden encontrarse en cantidades excesivas respecto a las necesidades de la planta. Considerarlo al seleccionar los fertilizantes adecuados y sus cantidades a aplicar.
- El nivel de iones de bicarbonatos HCO_3^- indicará la necesidad de ácido a aplicar para ajustar el pH de la solución al valor óptimo.
- Contar con pH óptimo para mayor disponibilidad de elementos nutritivos.
- Prevención y/o eliminación de obstrucciones y depósitos en las redes de riego y en los emisores.

La concentración en ppm se obtiene dividiendo los gramos de la nutrición diaria de cada elemento entre la dosis de riego diaria. Por ejemplo, en la III fase el nitrógeno es 180/1000plantas/día y la dosis de riego es 1L/planta.

$$180/1\text{m}^3 = 180 \text{ ppm (g/m}^3)$$

A la vez se puede expresar de la forma siguiente:

$$180\text{g}/1000\text{plantas} = 0.18\text{g}/\text{plantas/ día de nitrógeno.}$$

$$0.18\text{g}=180\text{mg}/\text{planta/día} \quad 180/1\text{L}/\text{planta/ día} = 180 \text{ ppm}$$

Recuerde que ppm = parte por millón

$$1 \text{ ppm} = 1\text{g}/\text{m}^3$$

$$\text{ppm} = 1\text{mg/L}$$

Cálculo de la nutrición. Ejemplo N°1.

En una casa de cultivo de 540 m², una plantación de tomate en su III fase de desarrollo y un total de 1300 plantas y 1300 emisores con un gasto de 1.8 L/h cada uno, un intervalo de riego cada dos días. La inyección se realiza con una bomba Amiad de 3 L/min.

De la tabla de nutrición del tomate se toman los datos siguientes:

$$\text{N}= 0.18\text{g}/\text{planta/día} \quad \text{P}_2\text{O}_5 = 0.07\text{g}/\text{planta/ día} \quad \text{K}_2\text{O} = 0.4 \text{ g}/\text{planta/ día}$$

$$\text{CaO}=0.05 \text{ g}/\text{planta/día} \quad \text{MgO}=0.03\text{g}/\text{planta/día}$$

La dosis de agua es de 1 L/planta/ día

Fertilizantes disponibles:

11-0-0-15 Nitrato de magnesio

15.5-0-0-26 Nitrato de calcio

H₃P₀₄ (85%) Ácido fosfórico

12-0-45 Nitrato de potasio

34-0-0 Nitrato de amonio

Cálculo de la cantidad de agua a aplicar en el fertiriego:

El consumo de agua del tomate en la III fase es de 1L/planta/día. Para 1300 plantas será 1300x1=1300 L. Si el intervalo de riego es cada dos días, será 1300x 2=2600 L para toda la casa en cada fertiriego.

Tiempo de fertiriego:

Se multiplica la cantidad de emisores por el gasto de cada emisor = $1300 \times 1.8 = 2340$ L de agua en la casa en 1 hora. La necesidad es de 2600 L.

2340 L ----- 60 min.

2600 L ----- x

x = 66.7 min. para el fertiriego

Este tiempo se distribuye en:

66.7 x 15 % = 10 min. de agua sin fertilizantes.

66.7 x 70 % = 46.7 min. de agua con fertilizantes.

66.7 x 15 % = 10 min. de agua sin fertilizantes.

La cantidad total de fertilizantes se aplica con la bomba Amiad en un tiempo de 46.7 min.

Si la bomba inyecta 3 L/min ¿qué cantidad de agua es necesaria para disolver todo el fertilizante y que se inyecte en el tiempo calculado?

1 min inyecta _____ 3L
46,7 _____ x

x = 140L. Es la cantidad de agua necesaria en el tanque de fertiriego.

Cálculo de la cantidad de nutrientes a aplicar en el fertiriego:

0.18 g de N x 1 300 plantas x 2 días = 468 g de N

0.07 g de P₂O₅ x 1 300 plantas x 2 días = 182 g de P₂O₅

0.40 g de K₂O x 1 300 plantas x 2 días = 1040 g de K₂O

0.05 g de CaO x 1 300 plantas x 2 días = 130 g de CaO

0.03 g de MgO x 1 300 plantas x 2 días = 78 g de MgO

Estas son las necesidades de nutrientes que se aplicarán en el fertiriego, es necesario calcular las dosis de las fórmulas que se tienen.

El primer paso es ajustar el pH. Por tanto, se comienza por los ácidos, cubrir las necesidades de fósforo. Si es necesario más ácido se completa con el nítrico.

El ácido fosfórico (85%) tiene 1.04g/ml de P₂O₅, por lo que $182/1.04 = 175$ ml a aplicar de ácido fosfórico.

Potasio:

100 g de 12-0-45 ----- 45 g de K₂O
x ----- 1 040 g K₂O

$1 040 \times 100/45 = 2311$ g de la fórmula 12-0-45 (Nitrato de Potasio)

A la vez se aporta nitrógeno $2311 \times 12/100 = 277$ g de N

Magnesio:

$78 \times 100/15 = 520$ g de 11-0-0-0-15 (Nitrato de magnesio)

Calcio:

130x100/26 =500g de 15.5-0-0-26 (Nitrato de calcio)

Nitrógeno:

Se suman los aportes de nitrógeno de las diferentes fórmulas y lo que falta se completa con el nitrato de amonio.

$$57.2 + 77.5 + 277 = 411.7 \text{ Ca}$$

Como se necesitan 468g de nitrógeno, se resta el aporte de las fórmulas y es lo que hay que aplicar de nitrato de amonio.

$$468 - 411.7 = 56.3 \text{ g de N que faltan.}$$

$$\begin{array}{r} 34-0-0 \\ \hline x \\ \hline 56.7 \end{array}$$

$$x = 165.6 \text{ g de 34-0-0 (Nitrato de amonio)}$$

Los datos que se obtienen se llevan a la tabla resumen.

Tabla.21. Dosis de fertilizantes para un fertirriego.

| Fórmula | Dosis | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Ca | Mg |
|--|---------------|------------|-------------------------------|------------------|------------|-----------|
| 11-0-0-15 | 520 | 57.2 | - | - | - | 78 |
| 15.5-0-0-26 | 500 | 77.5 | - | - | 130 | - |
| H ₃ P ₀ ₄ (85%) | 175ml | - | 182 | - | - | - |
| 12-0-45 | 2311 | 277 | - | 1040 | - | - |
| 34-0-0 | 165.6 | 56.3 | - | - | - | - |
| Total | 3671.6 | 468 | 182 | 1040 | 130 | 78 |

El ejemplo N°1 se desarrolla por un procedimiento práctico que se ajusta al cultivo en suelo, combina portadores y fórmula completa, se ajusta el pH, se calculan las necesidades de agua y el tiempo de fertirriego, así como las necesidades de nutrientes.

Tabla 22. Esquema de fertilización para el cultivo del pimiento

Rendimiento programado: 130 t/ha

6.0 kg/pl

2.18 pl/m²

21 800 pl/ha

| Etapa | Fase de Desarrollo | No. aproximado de días | | Nutrición promedio diaria (g/1000 pl) | | | | | Dosis riego diaria (L/pl) | Concentración solución fertirriego (ppm) | | | | |
|------------|---|------------------------|-------|---------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|---------------------------|--|-------------------------------|------------------|---------|-------|
| | | Período | Total | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| II | Trasplante - cuaje de los primeros frutos | 16.35 | 20 | | 104 | | | | 0.7 - 0.8 | - | 130-148 | - | - | |
| III | Cuaje de los primeros frutos - primer corte | 36-70 | 35 | 199 | 162 | 423 | 352 | 75 | 1.2 - 1.5 | 133-165 | 108-135 | 282-352 | 235-293 | 50-63 |
| IV | Primer corte - plena producción- | 71-155 | 85 | 192 | 129 | 396 | 322 | 60 | 1.0 - 1.2 | 160-192 | 108-129 | 330-396 | 269-322 | 50-60 |
| V | Plena producción-final del ciclo | 156-220 | 65 | 160 | 108 | 330 | 269 | 50 | 1.0 | 160 | 108 | 330 | 269 | 50 |

- Al siguiente día del trasplante, aplicar riego ligero de 0.5 litros por planta con agua acidulada con ácido fosfórico.
- Posterior a este riego, la plantación se someterá a un período de estrés por varios días a fin de favorecer el desarrollo radicular de la planta y un adecuado arraigue de la misma.
- Revisar diariamente la humedad existente en el suelo, así como el estado hídrico de la plantación, a fin de efectuar el próximo riego cuando la planta lo requiera.
- A partir de la segunda semana de trasplantado el cultivo (15 – 16 d.d.t.), se procede a efectuar el riego diariamente o con intervalos de 2-3 días, suministrando el agua que requiere en esta fase el cultivo en dosis de 0.7-0.8 litros por planta por día de agua acidulada con ácido fosfórico (H₃PO₄ 85 %).
- En esta fase se debe evitar aplicar nitrógeno a menos que el suelo sea muy pobre, y/o esté muy lavado, no se cuente con ácido fósforico y sí con fórmulas enraizadoras (13-40-13 o 9-45-15)
- Cuando la plantación tenga definida su primera floración, se deja de regar, provocándole un estrés hídrico que conlleva al cuaje de las flores. Si se mantienen los riegos en el proceso de floración, las flores o no cuajan o se caen.
- Logrado el cuaje de las primeras flores, se inicia el fertirriego con la nutrición completa.

Tabla 23. Esquema de fertilización para el cultivo del pepino

Rendimiento programado: 150 t/ha

7.0 kg/pl

2.18 pl/m²

21 800 pl/ha

| Etapa | Fase de Desarrollo | No. aproximado de días | Nutrición promedio diaria (g/1000 pl) | | | | | Dosis riego diaria (L/pl) | Concentración solución fertirriego (ppm) | | | | | |
|-------|---|------------------------|---------------------------------------|-------|-----|-------------------------------|------------------|---------------------------|--|---------|-------------------------------|------------------|---------|---------|
| | | | Período | Total | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| I | Trasplante - Salida de las 1 ^{ra} hojas verdaderas | 0-10 | 10 | 28 | 64 | 40 | 33 | 18 | 0.5-0.6 | 47-56 | 108-128 | 68-80 | 56-66 | 30-36 |
| II | Salida de las 1 ^{ra} hojas verdaderas – Inicio de floración. | 11-25 | 15 | 106 | 86 | 108 | 89 | 48 | 0.7-0.8 | 133-151 | 108-122 | 136-154 | 112-127 | 60-68 |
| III | Inicio de floración. -inicio de cosecha | 26-35 | 10 | 240 | 129 | 360 | 134 | 72 | 1.0 - 1.2 | 200-240 | 108-129 | 300-360 | 112-134 | 60-72 |
| IV | Inicio de cosecha - producción. | 36-70 | 35 | 330 | 162 | 600 | 360 | 180 | 1.3 - 1.5 | 220-253 | 108-124 | 400-461 | 240-276 | 120-138 |
| V | Producción - final del ciclo | 71-100 | 30 | 264 | 129 | 480 | 288 | 144 | 1.0-1.2 | 220-264 | 108-129 | 400-480 | 240-288 | 120-144 |

- Resulta imprescindible el mantenimiento de la humedad en los primeros 5-10 cm de profundidad del suelo, durante los 5 días posteriores a la siembra directa, por lo cual se deben efectuar diariamente riegos cortos de 0.5 litros por planta, de agua acidulada a razón de 130 ml de ácido fosfórico por m³ de agua de riego.
- A partir del 6^{to} día, y hasta la salida de las primeras hojas verdaderas (aproximadamente 10 d.d.t) la planta requiere poca cantidad de nutrientes, en fertirriegos diarios aplicar la nutrición recomendada.

Tabla 24. Esquema de fertilización para el cultivo del melón

Rendimiento programado: 55 t/ha

2.5 kg/pl

2.18 pl/m²

21 800 pl/ha

| Etapa | Fase de Desarrollo | No. aproximado de Días | Nutrición promedio diaria (g/1000 pl) | | | | | Dosis riego Diaria (L/pl) | Concentración fertirriego (ppm) solución | | | | | |
|------------|--|------------------------|---------------------------------------|-----|-------------------------------|------------------|-----|---------------------------|--|-------------------------------|------------------|---------|---------|--------|
| | | Período | Total | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | |
| I | Trasplante - Desarrollo vegetativo | 0-10 | 10 | 30 | 64 | 42 | 33 | 18 | 0.5-0.6 | 50-60 | 108-128 | 70-84 | 56-66 | 30-36 |
| II | Desarrollo vegetativo – Inicio de floración. | 11-22 | 11 | 80 | 86 | 82 | 49 | 27 | 0.7-0.8 | 100-114 | 108-122 | 103-117 | 62-70 | 34-38 |
| III | Inicio de floración. - fructificación | 23-33 | 10 | 168 | 129 | 210 | 117 | 57 | 1.0 - 1.2 | 140-168 | 108-129 | 175-210 | 98-117 | 48-57 |
| IV | Crecimiento del fruto | 34-60 | 26 | 288 | 172 | 540 | 291 | 140 | 1.4 - 1.6 | 180-205 | 108-122 | 338-385 | 182-207 | 88-100 |
| V | Crecimiento-cosecha | 61-75 | 14 | 186 | 112 | 405 | 218 | 105 | 1.0 - 1.2 | 155-186 | 94-112 | 338-405 | 182-218 | 88-105 |
| VI | Cosecha al final del ciclo | 76-110 | 35 | 139 | 85 | 304 | 163 | 79 | 0.8-0.9 | 155-173 | 94-106 | 338-380 | 182-203 | 88-98 |

Cálculo de la demanda de productos fertilizantes para suministrar los nutrientes recomendados en un esquema dado.

Ejemplo N° 2:

Se necesita aplicar una nutrición promedio diaria de 120 – 60 – 190 – 23 - 15 de N, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO. g por 1000 plantas.

Se dispone de portadores simples:

34-0-0 nitrato de amonio

H₃PO₄ ácido fosfórico

12-0-45 nitrato de potasio

11-0-0-15 nitrato de magnesio

15.5-0-0-26 nitrato de calcio

Objetivo: Calcular la dosis diaria de los fertilizantes para cubrir la demanda nutricional planteada.

1er. Paso: Se prepara un formato sobre el cual se expondrán los resultados de los cálculos:

| Nutrición diaria g/1000 pl | | | | | Fertilizantes | | Aporte de nutrientes | | | | |
|----------------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|-------------------------------------|--------------|----------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | Fórmula | Dosis g/1000 | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| 120 | 60 | 190 | 23 | 15 | 11-0-0-15 | 100 | 11.0 | - | - | - | 15 |
| | | | | | 15.5-0-0-26 | 88.5 | 13.7 | - | - | 23 | - |
| | | | | | H ₃ PO ₄ 85 % | 58 ml | - | 60 | - | - | - |
| | | | | | 12 - 0 - 45 | 422.0 | 50.6 | - | 190 | - | - |
| | | | | | 34 - 0 - 0 | 132 | 44.7 | - | - | - | - |
| | | | | | | | 120.0 | 60 | 190 | 23 | 15 |

2do. Paso: Se inician los cálculos con el nitrato de magnesio (11 - 0 - 0 - 15) que aporta el magnesio y además nitrógeno.

Se dividen los 15 g de MgO entre el % de riqueza que tiene el producto (15 %)

$$\frac{15}{15} \times 100 = 100 \text{ g de } 11 - 0 - 0 - 15$$

Se obtienen 100 g del 11-0-0-15 y se coloca en la tabla. Seguidamente, como el producto tiene 11 % de nitrógeno se calcula:

$$\frac{11}{100} \times 100 = 11 \text{ g de N} \quad \text{y se pone en la tabla.}$$

3er. Paso: Se continúa con el nitrato de calcio 15.5 - 0 - 0 - 26. Se dividen los 23 g de CaO entre el % de riqueza que tiene el producto (26 %)

$$\frac{23}{26} \times 100 = 88.5 \text{ g de } 15.5 - 0 - 0 - 26$$

Se llevan los datos a la tabla. Se calcula el aporte de nitrógeno

$$\frac{15.5 \times 88.5}{100} = 13.7 \text{ g de N} \quad \text{y se lleva a la tabla.}$$

4to Paso: Se calcula el fósforo. El ácido fosfórico con 85 % de pureza contiene por cada ml 1.04 g de P₂O₅.

$$\frac{60}{1.04} = 57.7 \text{ aprox. } 58 \text{ ml de H}_3\text{PO}_4 \text{ 85 \%}$$

se llevan los datos a la tabla.

5to. Paso: Se calcula el potasio. El 12-0-45 es el fertilizante disponible. Se dividen los 190 g de K₂O entre el % de riqueza de potasio en el fertilizante

$$\frac{190}{45} \times 100 = 422 \text{ g de 12 - 0 - 45} \quad \text{Se lleva a la tabla.}$$

Se calcula el aporte de nitrógeno: $\frac{12 \times 422}{100} = 50.6 \text{ g de N}$ Se lleva a la tabla.

6to. Paso: Como solamente queda pendiente el nitrógeno, primero se suman los aportes de los otros fertilizantes.

$$50.6 + 13.7 + 11.0 = 75.3 \text{ g aportados, pero se necesitan 120 g.}$$

$$120 - 75.3 = 44.7 \text{ g de N se demandan para completar los 120 g.}$$

Se dividen los 44.7 g de N entre el % de riqueza que tiene el nitrato de amonio (34 %).

$$\frac{44.7}{34} \times 100 = 131.5 \quad \text{aprox. } 132 \text{ g de 34 - 0 - 0.}$$

y se lleva a la tabla. Con esto se complementa el cálculo de la demanda diaria de fertilizantes para el esquema solicitado, utilizando fertilizantes portadores simples.

Ejemplo No. 3:

Se necesita aplicar una nutrición promedio diaria de N, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO , 240 - 70 - 475 - 47 - 31 g por 1000 plantas, y se dispone de los siguientes fertilizantes:

| | |
|-------------|-------------------------|
| 34-0-0 | nitrato de amonio |
| 15-30-15 | fórmula completa de SQM |
| 11-0-0-15 | nitrato de magnesio |
| 15.5-0-0-26 | nitrato de calcio |
| 12-0-45 | nitrato de potasio |

Objetivo: Calcular la dosis diaria de los fertilizantes para cubrir la demanda nutricional planteada.

1er. Paso: Se prepara el formato:

| Nutrición diaria g/1000 pl | | | | | Fertilizantes | | Aporte de nutrientes | | | | |
|----------------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|---------------|--------------|----------------------|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | Fórmula | Dosis g/1000 | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| 240 | 70 | 475 | 47 | 31 | 11-0-0-15 | 207 | 22.8 | - | - | - | 31 |
| | | | | | 15.5-0-0-26 | 181 | 28.0 | - | - | 47 | - |
| | | | | | 15-30-15 | 234 | 35.0 | 70 | 35 | - | - |
| | | | | | 12-0-45 | 978 | 117.4 | - | 440 | - | - |
| | | | | | 34-0-0 | 108 | 36.8 | - | - | - | - |
| | | | | | | | 240.0 | 70 | 475 | 47 | 31 |

2do. Paso: Se inician los cálculos con nitrato de magnesio (11-0-0-15) que aporta el magnesio y además nitrógeno.

$$\frac{31}{15} \times 100 = 207 \text{ g de } 11-00-15$$

$$15 \% \text{ de } 207 \text{ g} \cdots \cdots \cdots 31 \text{ g MgO}$$

$$11 \% \text{ de } 207 \text{ g} \cdots \cdots \cdots 22.8 \text{ g N}$$

Se lleva a la tabla.

3er. Paso: Se continúa con el nitrato de calcio (15.5-0-0-26) que también aporta nitrógeno

$$\frac{47}{26} \times 100 = 181 \text{ g de } 15.5-0-0-26$$

$$26 \% \text{ de } 181 \text{ g} \cdots \cdots \cdots 47 \text{ g CaO}$$

$$15.5 \% \text{ de } 181 \text{ g} \cdots \cdots \cdots 28 \text{ g N}$$

4to. Paso: Seguir con el fósforo, para ello se dispone de la fórmula 15-30-15 con N, P₂O₅, K₂O.

Se despeja el fósforo (P₂O₅)

$$\frac{70}{30} \times 100 = 234 \text{ g de } 15-30-15$$

$$15 \% \text{ de } 234 \cdots \cdots \cdots 35 \text{ g de N}$$

$$30 \% \text{ de } 234 \cdots \cdots \cdots 70 \text{ g de P}_2\text{O}_5$$

$$15 \% \text{ de } 234 \cdots \cdots \cdots 35 \text{ g de K}_2\text{O}$$

se llevan los datos a la tabla.

5to. Paso: Cubiertas las necesidades de fósforo, se pasa al potasio. De este nutriente ya se tienen 35 g aportados por la fórmula 15 - 30 - 15, pero se demandan 475 g. Se busca la diferencia: $475 - 35 = 440 \text{ g de K}_2\text{O}$

Estos 440 g de K₂O se suministran con nitrato de potasio (12-0-45)

$$\frac{440}{45} \times 100 = 978 \text{ g de } 12-0-45$$

$$12 \% \text{ de } 978 \text{ g} \cdots \cdots \cdots 117.4 \text{ g de N}$$

$$45 \% \text{ de } 978 \text{ g} \cdots \cdots \cdots 440.0 \text{ g de K}_2\text{O}$$

se llevan los datos a la tabla.

6to. Paso: Como solamente queda pendiente el nitrógeno, primero se suma lo aportado por los otros fertilizantes: $22.8+28.0+35.0+117.4 = 203.2 \text{ g de N}$.

Se demandan 240 g de N , se calcula el faltante: $240-203.2 = 36.8$

Los 36.8 g faltantes de N se aportan con el nitrato de amonio (34-0-0)

$$\frac{36.8}{34} \times 100 = 108 \text{ g de 34-0-0}$$

Se llevan a la tabla los datos y con esto se completan los cálculos de la demanda de productos fertilizantes para dar respuesta a las necesidades de nutrientes planteadas. Con estos ejemplos se calcula la demanda de productos fertilizantes para dar respuesta a una nutrición promedio diaria expresada en g de nutrientes por cada 1000 plantas, o lo mg/pl. Para calcular la nutrición aportada, expresada en mg/L de solución o ppm, debe tenerse la dosis de riego en litros por planta.

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

En el ejemplo anterior la nutrición promedio diaria fue de 240-70-475 mg/planta de N, P₂O₅ y K₂O.

En esa fase de desarrollo le corresponde una dosis de riego de 1.2 L por planta, por día, por lo que la concentración en ppm será de:

| mg/pl | | | Dosis de riego | p.p.m. | | |
|-------|-------------------------------|------------------|----------------|--------|-------------------------------|------------------|
| N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | L/pl | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 240 | 70 | 475 | 1.2 | 200 | 58 | 396 |

7.3. ANÁLISIS DE LOS EXTRACTOS DE SATURACIÓN Y DE LAS SOLUCIONES ACUOSAS DEL SUELO EXTRAÍDAS CON LAS SONDAS.

Estos se realizan para controlar las posibles acumulaciones nocivas de sales en el cantero y no esperar a que aparezcan su síntomas en la planta. Cuando el cultivo este en producción, se hará un monitoreo, con frecuencia semanal para la C.E. y el pH.

El procedimiento para medir la CE de un suelo consiste en tomar una muestra de suelo, añadir agua destilada hasta su saturación y extraer el agua de la pasta resultante mediante succión, a través de un filtro que no deje pasar las partículas del suelo. El agua así obtenida se denomina extracto de saturación, que es una mezcla de la solución inicial del suelo y el agua destilada. Se mide la C.E. del extracto de saturación, y el valor resultante se toma como un índice de la salinidad del suelo.

Con frecuencia se mide la C.E. del extracto con una relación suelo-agua 1:5, pero este método no es aceptable porque se pueden disolver sales que estén precipitadas y lo modifica las relaciones iónicas entre la fases de cambio y la acuosa del suelo.

Entre la salinidad del suelo (C.E. extracto de saturación) y la producción de los cultivos existe una relación lineal inversa. A medida que se incrementa la salinidad en el suelo, se producen disminuciones de la producción.

Tabla 25. Suelos salinos y sus efectos sobre los cultivos

| CLASE DE SALINIDAD | C.E mS/cm | EFFECTOS |
|-----------------------|-----------|--|
| No salino | 0 – 2 | Ninguno |
| Ligeramente salino | 2 – 4 | Rendimientos restringidos en cultivos sensibles. |
| Medianamente salino | 4 – 8 | Rendimientos restringidos en la mayor parte de los cultivos. |
| Fuertemente salino | 8 – 16 | Rendimientos satisfactorios sólo en cultivos tolerantes. |
| Extremadamente salino | >16 | Muy pocos cultivos rendimientos satisfactorios. |

Tabla 26. Valores de C.E. para una producción relativa de varios cultivos. Extractos de saturación en suelo. (UM: mmhos/cm).

| Cultivo/porcentaje de rendimiento que se obtiene | 100 % | 95 % | 90 % | 75 % |
|--|-------|------|------|------|
| Tomate | 2.5 | 3.0 | 3.5 | 5.0 |
| Pimiento | 1.5 | 1.85 | 2.2 | 3.3 |
| Pepino | 2.5 | 2.9 | 3.3 | 4.4 |
| Melón | 2.2 | 2.9 | 3.6 | 5.7 |

En cuanto a las sondas de succión, los análisis a realizar son los siguientes:

- a) Semanalmente C.E. y pH.

Para el pH, se consideran valores ideales de 6 a 7, un pH por debajo de 5.5 provoca aumentos en las concentraciones de aluminio y manganeso hasta niveles tóxicos, mientras que un pH superior a 7.5 trae como consecuencia que el Ca y el Mg precipiten como carbonatos, además de una menor disponibilidad de P, Zn, Fe, Cu, Mn y B.

Fertilizantes que acidifican (bajan el pH de la solución): Nitrato de amonio, sulfato de amonio, fosfato monoamónico, urea , ácido fosfórico y nítrico

Fertilizantes que alcalinizan (suben el pH de la solución): Nitrato de calcio, nitrato de potasio y fosfato diamónico

Fertilizantes neutros (no modifican el pH de la solución): Cloruro de potasio, fosfato monopotásico y sulfato de potasio

En cuanto a la CE, a continuación se ofrecen valores indicativos en los extractos acuosos del suelo por cultivos y fases.

TOMATE

Fase I: Desde el trasplante hasta la emisión del 1^{er}. racimo floral: La C.E. de los extractos acuosos del suelo, no debe exceder de 0.8 – 1.0 mS/cm.

Fase II: Emisión del 1^{er}. racimo floral al cuaje del 3^{ro}. La C.E. de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 1.4 mS/cm.

Fase III: Cuaje del 3^{er}. racimo a inicio de cosecha. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 2.2 mS/cm.

Fase IV: Inicio de cosecha a cosecha completa del 3^{er}. racimo. La CE de los extractos acuosos del suelo en esta fase no debe exceder de 2.8 – 3.0 mS/cm.

Fase V: 3^{er}. racimo cosechado hasta el final. La CE de los extractos acuosos del suelo en esta fase no deben exceder de 2.5 – 2.8 mS/cm.

PIMIENTO.

Fase I: Trasplante a floración. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 0.8-1.0 mS/cm.

Fase II: Cuaje de las primeras flores a primera cosecha. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 1.8-1.9 mS/cm.

Fase III y IV: Primer cosecha a plena producción y final. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 2.0 mS/cm.

PEPINO

Fase I: Del trasplante o siembra directa hasta la salida de las primeras hojas verdaderas. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 1.0-1.2 mS/cm.

Fase II: Salida de las primeras hojas verdaderas a inicio de la floración. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 1.3-1.5 mS/cm.

Fase III: Inicio de floración a inicio de cosecha. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 1.6-1.8 mS/cm.

Fase IV: Inicio de cosecha a plena producción. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 2.5 mS/cm.

Fase V: Plena producción al final del ciclo. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 2.5 mS/cm.

MELÓN

Fase I: Del trasplante a pleno desarrollo vegetativo (6-7 hojas verdaderas). La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 1.0-1.2 mS/cm.

Fase II: Pleno desarrollo vegetativo (6-7 hojas verdaderas) a inicio de floración. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 1.2-1.3 mS/cm.

Fase III: Inicio de floración a fructificación. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 1.5 - 1.6 mS/cm.

Fase IV: Crecimiento del fruto. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 2.4 mS/cm.

Fase V: Inicio de cosecha a producción final. La CE de los extractos acuosos del suelo no debe exceder de 2.4 mS/cm.

En caso de que la CE de los extractos acuosos del suelo esten por encima de lo establecido para determinada fase, se procede a la corrección de la disolución fertilizante que se aplique, reduciéndola al 80 %, o sea, multiplicando los g/m³ de productos fertilizantes por 0.8. Las cantidades de ácido fosfórico y nítrico no se reducen. Si para disminuir la CE aplicáramos solamente agua, reduciendo a cero la fertilización, se podría reducir el rajado de los frutos debido al cambio brusco de la CE; la disminución de la presión osmótica generada en el entorno radical, incrementa la absorción de agua por el cultivo.

Aclaraciones: Los análisis de conductividad eléctrica y pH constituyen un monitoreo constante de las instalaciones de cultivo protegido. Otros análisis, como está establecido, se realizan en los laboratorios provinciales de Suelos y Fertilizantes con los cuales se deben coordinar estos servicios.

Siempre que la nutrición se maneje adecuadamente y se practique un monitoreo constante del extracto de saturación de la pasta de suelo o de las sondas, no deben producirse acumulaciones nocivas de sales en el cantero. Cuando esto ocurre, se manifiestan síntomas de salinidad en los cultivos a manera de clorosis periférica de las hojas (en el pepino), falta de desarrollo en las zonas meristemáticas, emisión de hojas pequeñas y lanceoladas, pérdida de coloración verde intenso, etc.

Estos fenómenos nunca deben ser detectados por los síntomas de la planta, sino mediante el monitoreo sistemático de la C.E. En caso que esto ocurra, se practica el lavado del suelo con normas que oscilan entre 10 - 14 litros por m² y se corrige seguidamente la nutrición.

7.3.1- Normas de instalación y manejo de las sondas y obtención de los extractos acuosos del suelo.

Es recomendable la instrumentación de una estación de sondas de succión por cada sector de riego, la cual debe contar de:

- Una sonda de succión superficial situada a 15 – 20 cm de profundidad y a 10 cm de la planta y el emisor.
- Una sonda de succión de profundidad colocada a 30 – 40 cm de profundidad y a 30 – 40 cm de planta y el emisor.
- Para la realización del agujero en el suelo se perfora el mismo con una barrena (tubería) de igual diámetro o ligeramente inferior.
- Tras introducir la sonda de succión debe sellarse bien la superficie para garantizar un estrecho contacto del suelo con la cerámica.

Para efectuar un muestreo representativo, que refleje fielmente las condiciones del cultivo, es recomendable llevar a cabo las siguientes acciones prácticas:

- Realizar el vacío 2-3 horas después de concluido el riego, mediante el vacuómetro, procurar dejar bien cerrada la entrada de aire por la manguera de succión,(con una presilla).
- Obtener la muestra pasadas más de 6 horas o al siguiente día, extraer la solución de la sonda con una jeringuilla.
- El líquido succionado se ha de guardar en un frasco de cierre hermético para su envío inmediato al laboratorio, cuando se van a efectuar análisis completos de aniones y cationes.

7.4. SEGUIMIENTO DEL FERTIRRIEGO.

Para lograr una óptima nutrición de los cultivos, son necesario, el seguimiento y control de la fertirrigación , según aparece a continuación :

Tabla 27. Agua y solución fertilizante

| MUESTRA DE: | OBJETIVO | DETERMINACIONES |
|----------------------------|---|--|
| Agua de riego | Correcciones del pH. Dosificación de los fertilizantes de acuerdo con su composición | pH, C.E, CO ₃ , HCO ₃ , CL, SO ₄ , Ca, Mg, Na, K, B. |
| Disolución de fertilizante | Evaluación de su composición y correcciones | pH, C.E, HCO ₃ , CL, SO ₄ , Ca, Mg, K, Na. NO ₃ , H ₂ PO ₄ , Fe, Mn, B |

Tabla 28. Suelos. Extractos acuosos. Drenajes.

| MUESTRA DE: | OBJETIVO | DETERMINACIONES |
|---|--|---|
| Suelo | Determinar el abono de fondo. Efectuar posibles enmiendas. Conocer niveles de reserva. | Ánálisis de caracterización físico – química, nutrientes disponibles: PzDs, K ₂ O. M.D, C.E, %CO ₃ , pH |
| Soluciones del suelo (Extracto de saturación) | Conocer la disolución real del suelo que nutre la planta por la interacción entre la solución fertilizante, el suelo y la fertilización de fondo. Corregir la disolución de fertilizante. Control de lavados | pH. C.E, NO ₃ , H ₂ PO ₄ , CL, SO ₄ , Na, K, Ca, Mg, Microelementos |
| Disolución de drenaje | Control de pérdida. Control de salinidad. % del drenaje. | pH, C.E. Nutrientes |

Tabla 29. Análisis en plantas

| MUESTRA DE: | OBJETIVO | DETERMINACIONES |
|-------------|--|----------------------------------|
| Hojas | Indice de referencia durante el ciclo del cultivo e interpretación de problemas de nutrición y eficacia de los fertilizantes. Balance de nutrientes. Tratamiento estadístico | N, P, K, Ca, Mg, Microelementos. |

Actualmente, se utilizan los análisis de agua, suelos y/o pastas; las determinaciones en suelos se realizan con frecuencia mediante kits diagnósticos y se trabaja con vistas a contar con una mayor cobertura analítica para las instalaciones y el desarrollar de las bases para la interpretación de los análisis foliares y/o de savia, los cuales son más eficaces. Es muy importante para el diagnóstico cumplir las especificaciones en la toma de las muestras.

También se realiza el seguimiento a las instalaciones mediante el diagnóstico visual. Debe destacarse, que este es problemático, pues pueden confundirse los síntomas de carencia o exceso de nutrientes o con las enfermedades, además, generalmente se detectan, es demasiado tarde para evitar su efecto negativo sobre el rendimiento y la calidad de las cosechas.



Foto 67. Deficiencia de Nitrógeno



Foto 68. Deficiencia de Fósforo



Foto 69. Deficiencia de Magnesio



Foto 70. Deficiencia de Calcio



Foto 71. Deficiencia de Boro



Foto 72. Rajadura de Tomate



Foto 73. Enrollamiento foliar



Foto 74. Equipos para el monitoreo de la nutrición



Foto 75. Sonda de extracción de solución del suelo

VIII. CULTIVO SIN SUELO

El concepto de hidroponía es equivalente al de “cultivo sin suelo” que incluye el cultivo sobre una diversidad de sustratos sólidos, más o menos inertes y porosos (lana de roca, perlita, vermiculita) y no inertes (compost, aserrín, zeolitas, mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos), y el cultivo en agua.

Al ser un medio homogéneo, aislado del suelo y no contaminado, permite un tratamiento uniforme y sin interacciones de elementos

Los sistemas de cultivo hidropónico se dividen en dos grandes grupos:

- cerrados: Aquellos en los que la disolución nutritiva se recircula, aportando de forma continua los nutrientes que la planta va consumiendo.
- Abiertos o a solución perdida: aquellos en que los drenajes provenientes de la plantación son desechados.

La justificación de la instrumentación del cultivo hidropónico en sustratos, en sustitución gradual del cultivo tradicional en el suelo, se debe a:

- La existencia de factores limitantes en el suelo, particularmente salinización, enfermedades y agotamiento.
- Incrementos en la producción, calidad y precocidad de las cosechas.
- Prohibición del uso del bromuro de metilo como desinfectante de los suelos.

Nutrición hídrica en cultivo hidropónico.

Los riegos deben ser frecuentes en relación con la demanda evapotranspirativa y el estado fenológico del cultivo, estando la dosis acorde con: el tipo de sustrato usado (su volumen por planta y características físico- químicas), altura del contenedor, relación entre contenido volumétrico aire – agua, tensión matricial, volumen de reserva hídrica disponible del sistema y porcentaje de drenaje requerido.

Las necesidades hídricas varían notablemente a lo largo del día y de un día para otro. Es inadmisible que en un sistema hidropónico las plantas sufran estrés hídrico que afecte su rendimiento final o que exista despilfarro de disolución nutritiva, agua y fertilizantes.

En este caso interesan riegos numerosos y cortos, al tratarse de un sustrato con volumen limitado por plantas y mantener siempre un estado hídrico óptimo.

Nutrición mineral en cultivo hidropónico.

La nutrición mineral de la planta debe aportarse por completo a través de la disolución nutritiva lo que trae consigo la posibilidad de un control preciso según especie, momento fenológico, características climáticas, etc. Como los sustratos inertes poseen una limitada capacidad tampón, las equivocaciones o fallos en el control de la nutrición mineral o en ajuste del pH, pueden ocasionar graves perjuicios a la plantación.

En dependencia del análisis del agua de riego, la especie cultivada y las condiciones climáticas, se elabora la disolución nutritiva de partida, luego se hará en función del propio cultivo.

Es aconsejable, utilizar disoluciones nutritivas de menor concentración (manteniendo el equilibrio entre nutrientes) en época de verano, ya que la demanda hídrica es mucho mayor.

Sustratos: concepto y objetivos.

Un sustrato es el medio material donde se desarrolla el sistema radicular del cultivo. Presenta un volumen físico limitado, debe encontrarse aislado del suelo y tiene como funciones mantener la adecuada relación de aire y disolución nutritiva para proporcionar a la raíz el oxígeno y los nutrientes necesarios y, en el caso de sustratos sólidos, ejercer de anclaje de la planta. No existe el sustrato ideal, cada uno presenta una serie de ventajas e inconvenientes. Lo que si existe, es un manejo ideal para cada tipo de sustrato a emplear.

8.1. CLASIFICACIÓN DE LOS SUSTRATOS.

I. Según su origen:

A. Naturales

Orgánicos: De procedencia animal o vegetal, ejemplo: turbas, fibra de coco, corteza de pino, cascarilla de arroz, aserrín, compost.

Inorgánicos: Generalmente son inertes desde el punto de vista químico. Se distinguen:

- Los que se usan sin ningún proceso previo, aparte de la necesaria homogenización granulométrica .Ej. grava, arena, zeolita.
- Los que sufren algún tipo de tratamiento previo, generalmente a elevada temperatura, lo que modifica totalmente la estructura de la materia prima. Ej. lana de roca, perlita, vermiculita, arlita, arcilla expandida, etc.

B. Sintético.

Se incluyen las espumas de poliuretanos y el poliestireno expandido, aunque su uso está poco difundido.

II. Según su granulometría

- a) Partículas de < 3 mm de diámetro: arena, perlita, plástico, lana de roca etc.
- b) Partículas de > 3 mm de diámetro de: grava, basalto, pumita y lava.

III. Según su actividad química.

- a) Inertes: No interaccionan químicamente con la solución nutritiva, presentan una muy baja o nula capacidad de intercambio catiónico, su misión es únicamente el anclaje de la planta y el mantenimiento de una adecuada relación aire-agua. Ej. lana de roca, perlita, arenas silicia, grava, rocas volcánicas.
- b) Químicamente activos: Interaccionan con la solución nutritiva liberando y/o reteniendo nutrientes, presentan generalmente elevada C.I.C. Ej; turbas, compost, vermiculita y zeolita.

8.2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUSTRATOS DE CULTIVO.

Las propiedades físicas de los sustratos de cultivo son la base de la calidad y manejo de los mismos. La caracterización física estudia fundamentalmente la distribución volumétrica de las fases sólidas, líquidas y gaseosas del medio de cultivo, así como su variación, en función del potencial matricial del medio.

Debido al limitado volumen del medio en que se desarrollan las raíces, las plantas situadas en contenedores con sustratos, no pueden ser sometidas a tensiones hídricas tan elevadas como las plantas que están en suelo. Por esta razón, en la determinación de las curvas de retención hídrica de los sustratos, se aplica un intervalo de succiones muy estrecho (de 0 a 100 cm) de columna de agua, lo que corresponde de 0 a 10 centibares.

Los sustratos deben poseer una elevada porosidad y capacidad de retención de agua, unido a un drenaje rápido y una buena aireación.

De esta manera, para la caracterización física de un sustrato interesa evaluar:

- Granulometría: distribución del tamaño de las partículas.
- Porosidad y su repartición entre las fases líquida y gaseosa.
 - a) Capacidad de retención de agua.
 - b) Porosidad de aire.
- Densidad real.
- Densidad aparente.
- Espacio poroso o porosidad total.

Curva de retención hídrica a bajas temperaturas (Curva de De Boodt).

Establece la relación agua-aire en un sustrato, así como las variaciones en la disponibilidad del agua total retenida por el sustrato. La curva se conforma con los siguientes parámetros:

- Capacidad de aireación
- Agua fácilmente disponible.
- Agua de reserva.
- Agua difícilmente disponible.

Propiedades químicas de los sustratos de cultivos.

Establecen la transferencia de materias entre sustrato y la disolución, siendo especialmente importantes en sustratos de naturaleza orgánica y en la zeolita.

- a) Capacidad de intercambio catiónico. Define la cantidad de cationes que son adsorbidos por la superficie de las partículas sólidas constituyentes del sustrato. Depende fundamentalmente del pH y del contenido y composición de la materia orgánica y arcilla de la fase sólida. Otros aditivos minerales como la vermiculita, lignito y zeolita también contribuyen a la misma.
- b) pH. Cada sustrato de cultivo presenta un determinado valor de pH inicial. El efecto de amortiguación que presenta un sustrato ante cambios de pH, depende de su actividad química, este es mayor en aquellos sustratos de tipo orgánico y de elevada C.I.C.

8.3. ZEOLITAS NATURALES CUBANAS.

Su antecedente de utilización en el país estuvo en el zeopónico, que constituyó una importante opción en el contexto de la hidroponía nacional a partir de la segunda mitad de la década de los ochenta del siglo XX. Constituye un sustrato de cultivo con propiedades físico-químicas que le proporcionan características especiales, tales como:

- Granulometría. Aunque la fracción predominante con la que se comercializa es de 1 – 3 mm, es importante su composición por fracciones granulométricas. Cuando predominan fracciones superiores a 2 – 3 mm la capacidad de retención de agua es baja. Fracciones de menos 0.5 mm incrementan la capacidad de retención de agua.
- Densidad aparente: 0.9 a 1 Kg x litro

Características fundamentales de las zeolitas naturales del yacimiento Tasajeras.

I. Composición química total en (%)

| Si O ₂ | AL ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | Na ₂ O | K ₂ O | CaO | MgO | P.P.I. |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------|------|------|--------|
| 68.18 | 12.17 | 2.12 | 1.0 | 0.99 | 3.30 | 1.83 | 10.61 |

* P.P.I. pérdida por incineración.

II. Características físico - químicas (cationes de cambio)

Meq x 100 g de zeolita

| | | | | | <i>% de Saturación</i> | | | |
|------------------|------------------|-----------------|----------------|--------|------------------------|------------------|-----------------|----------------|
| Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | C.I.C | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Na ⁺ | K ⁺ |
| 67.14 | 9.09 | 18.77 | 6.02 | 101.02 | 66 | 9 | 19 | 6 |

III Curva de retención de agua por De Boodt

Tabla.30. Curva de retención de agua de la zeolita y el sustrato ideal

| Yacimientos Tasajeras | | | | | | Sustrato ideal Según De Boodt |
|-----------------------|--|-----|------|-------|----|-------------------------------------|
| 1. | % Material sólido | (%) | M.S) | - | 15 | 11.41 |
| 2. | % Capacidad de aireación | (%) | A) | - | 25 | 24.76 |
| 3. | % Volumen fácilmente disponible (%) A.F.D) | | | 17.30 | 25 | |
| 4. | % Volumen de agua de reserva (%) A.R) | | | - | 10 | 18.45 |
| 5. | % Volumen de agua difícilmente disponible (%) A.D.D) | | | - | 25 | 18.08 |

Programación de riego: Ejemplo metodológico, en función de las condiciones del sustrato, dimensiones del contenedor, instalación de riego y demanda de agua por la plantas.

Tabla 31. Programación del riego con la zeolita

| Programación de riego | |
|---|--|
| 1. Sustrato | Zeolita |
| 1.1 Unidad Básica (U.B) | Contenedor |
| A. Dimensiones (dm) | 430 x 4 x 1.5 |
| B. Volumen (dm ³) | 2580 dm ³ = L |
| C. Agua útil de la U.B (17 % “B”) | 439 L |
| 1.2 Hipótesis de trabajo | |
| D. Nivel de agotamiento de agua en la U.B (7.5% de “C”) | 33 L |
| E. Agua de drenaje (15% de “D”) | 5 L |
| F. Agua de cada riego (“D” + “E”) | 38 L |
| 2. Instalación de riego | |
| G. Caudal de los goteros | 2 L/ hora |
| H. N° de goteros en la U.B | 108 |
| I. Caudal unitario de la U.B (“G” x”H”) | 216 L/h = 3.6 L/min |
| 3. Plan de riego | |
| J. Duración de cada riego (“F” % “I”) | |
| K. Necesidades de agua por U.B por día (No. de plantas en la U.B por norma de riego en L/planta/día | 10.5 min |
| - mínima | |
| - máxima | 108x0.8 = 86.4 L |
| L. N°. de riegos por día (“K” % “F”) | 108x2.5= 270 L |
| - mínima | |
| - máxima | 86.4% 38= 3 riegos 270 % 38= 7 riegos |

Contenedor: Su longitud es variable, en función de la instalación y sus dimensiones. También pueden ser utilizados contenedores pequeños o macetas de un volumen de 10 a 15 litros. La altura de los contenedores debe ser de 10 a 15 cm y el ancho de 30 cm.

Es recomendable la separación de la zeolita del suelo mediante la colocación en el fondo de los contenedores de mantas de polietileno para recoger las aguas de drenaje y evacuarlas del área.

Desinfección: Al final de cada campaña, o cada dos ciclos de cultivo, se aplicará a los sustratos una desinfección con formol. Garantizar la uniformidad y homogeneidad del tratamiento.

Manejo agronómico general: Se cumple de modo similar al cultivo en suelo, con la excepción de la producción de plántulas en cepellones, que obligatoriamente se hace a partir de sustratos zeolíticos para evitar la contaminación del sustrato base. Para los cepellones se utilizan zeolita con granulometría menor de 2 mm.

Tabla 32. Nutrición recomendada para cultivo en zeolita.

| | <u>Meq/l</u> | | <u>Meq/l</u> | | <u>Meq/l</u> |
|--------------------------------|--------------|------------------|--------------|----|--------------|
| NO ₃ ⁻ | 12.5 - 4.0 | HCO ₃ | 0.5 | Ca | 4.2 |
| H ₂ PO ₄ | 2.0 | NH ₄ | 1.5 | Mg | 7.7 |
| SO ₄ | 9.4 | K | 11.5 | | |

| | <u>P.P.M.</u> | | <u>P.P.M.</u> |
|-------------------------------|---------------|-----------------|---------------|
| N | 175-200 | CaO | 118 |
| P ₂ O ₅ | 140 | MgO | 154 |
| K ₂ O | 540 | SO ₄ | 450 |

A medida que la zeolita, (en contacto directo con la solución nutritiva y en el transcurso de dos a tres ciclos), se vaya cargando paulatinamente, fundamentalmente de NH₄⁺, H₃PO₄⁻, K⁺ y equilibrándose con Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ se procede a disminuir la concentración de la solución nutritiva en función del contenido de estos nutrientes en la misma, aprovechando sus propiedades de intercambio catiónico.



Foto 76. Canteros con sustrato de zeolita



Foto 77. Cultivo en canteros



Foto 78. Cultivo en macetas



Foto 79. Tomate Determinado en cultivo sin suelo



Foto 80. Tomate Indeterminado en cultivo sin suelo

IX. SANIDAD VEGETAL

Dentro de los objetivos fundamentales que perseguimos alcanzar en estas instalaciones está presente el concepto de la protección fitosanitaria, bajo un sistema de manejo que integre distintos métodos de lucha y donde se destaque los procedimientos oportunos con los medios biológicos e insecticidas biológicos naturales, desde la misma presencia de las plagas. Aplicar los químicos solo cuando existan los índices establecidos, cumplir invariablemente los términos de carencia y ejercer un manejo seguro con los plaguicidas.

En las presentes indicaciones técnicas fitosanitarias para las casas de cultivo Protegido están contenidas las normas y procedimientos autorizados por el Centro Nacional de Sanidad Vegetal para conducir y garantizar con efectividad la fitosanidad de los cultivos contra plagas, enfermedades y malezas.

Acciones de carácter obligatorio

Utilización de medios biológicos, insecticidas naturales y biorreguladores para el control de plagas dentro del Manejo Integrado como primera opción ante presencia de plagas.

Las ETPP son las responsables de orientar y establecer la Señalización de plagas, así como de realizar la supervisión estatal (inspección).

- La instalación deberá estar cercada perimetralmente, y con un solo acceso. Sólo entrará el personal y vehículos autorizado.
- Los implementos a emplear en las labores deben ser lavados y desinfectados con formol al 2% antes de ser introducidos en la instalación.
- Realizar análisis nematológico al suelo para la selección del área donde se va establecer la casa de cultivo. Se prohíbe la instalación de casas en áreas con presencia de nemátodos del género *Meloidogyne*. En las casas establecidas se observará detalladamente el sistema radicular de las plantas al concluir el ciclo del cultivo. Se mantendrá el análisis nematológico de los suelos con antelación a las siembras, al detectarse presencia de nemátodos aplicar el procedimiento establecido.
- Se prohíbe el uso de materia orgánica o sustratos, para la producción de posturas o utilización dentro de las casas, que no esté certificada y debidamente documentada en correspondencia con la norma establecida para esto. Es responsabilidad del expendedor emitir certificado de calidad y del comprador exigir y conservar dichos certificados de calidad.
- A la entrada de la instalación se ubicará un punto para la desinfección de neumáticos de los vehículos, de no existir un badén se realizará con mochila. Se colocarán cajuelas para la desinfección del calzado y manos del personal autorizado a entrar. Para la desinfección de los vehículos y el calzado se utilizará una solución de formol al 2 % o sulfato de cobre ácido y para las manos una solución de hipoclorito de sodio (lejía) al 1 %. Al lado se colocará una vasija con agua limpia para el lavado de las manos, luego de la desinfección.
- A la entrada de cada Casa se situarán cajuelas de desinfección de calzado y manos y la vasija con agua limpia, de idéntica forma que en el punto de desinfección.

- También se desinfectarán las bandejas para cepellones, con solución de formol al 2% o lejía (Hipoclorito de sodio) al 5% durante 5 minutos. Posteriormente se realizará el lavado con abundante agua limpia antes de colocar el sustrato.
- Se colocarán trampas blancas, amarillas y azules impregnadas con goma entomológica, grasa de copilla u otro material adherente para la captura y monitoreo de insectos.
- Los utensilios y herramientas utilizados para la producción de posturas no pueden ser usados en otras instalaciones.
- Al presentarse focos de enfermedades de fácil diseminación, se practicará la selección negativa, y desinfección de la posición donde se extrae la plantas mediante la aplicación de cúpricos o hidróxido de calcio entre éstas: enfermedades virales, pudriciones por *Rhizoctonia*, *Sclerotium sp*, marchitez ocasionada por *Fusarium*, Pata prieta provocada por *Phytophthora parasitica*, bacteriosis provocadas por *Erwinia carotovora* y otras.
- Se garantizará que las casas de posturas tengan doble puerta para evitar la entrada de insectos, y tanto estas como el resto de las casas permanecerán siempre cerradas para evitar que las plagas logren penetrar.
- Mantener los alrededores de la casas cubiertas con césped y libres de plantas hospederas para evitar la erosión eólica de los suelos, la suciedad de los techos y tupiciones de las mallas.
- Para la realización de las actividades de deshije, deshoje y selección negativa deben desinfectarse los instrumentos de trabajo con formol al 2 %, para evitar la transmisión de enfermedades entre plantas y entre casas.
- Los residuos producto del deshoje, deshije y plantas enfermas, diariamente se manejarán con mucho cuidado dentro de la instalación, evitando el roce con las plantas sanas y extrayéndolos de la casa en bolsas de polietileno o sacos plásticos.
- Debe existir un punto alejado para la recepción y el procesamiento de los residuos vegetales producidos en las casas.
- Se chequeará y dará mantenimiento sistemático a las mallas para evitar la entrada de insectos.
- Se prohíbe la entrada a la casa de personal ajeno y no autorizado
- Se prohíbe el movimiento de personas:
 - Desde las plantaciones de fenología más avanzadas hacia las más jóvenes
 - De las casas más afectadas hacia las sanas
 - El traslado de posturas se realizará en correspondencia con lo establecido por la Norma Cubana 70-07.
- Sólo se autorizarán las siembras en casas de posturas de semillas previamente certificadas. En el caso de las semillas introducidas al país se regirán por el procedimiento legal establecido en la Norma Cubana.
- Las áreas donde se ubicarán las casas deben tener fuente de abasto de agua segura y libre de patógenos.
- Las áreas donde se ubicarán las casas deben tener suelos con buen drenaje superficial e interno y siempre que sea necesario se construirán zanjas para evitar la penetración de las aguas de escorrentías que pueden constituir fuentes de inóculo primario.
- En cada casa de cultivo se llevará y mantendrá actualizado el Historial Fitosanitario según el modelo establecido.
- Es responsabilidad del técnico de la casa y del J' de Sanidad Vegetal, la realización de los muestreos diarios, aplicando dos veces por semana la metodología de señalización.

- Si al realizar los muestreos, se detectan síntomas que no son conocidos, se les orienta no tomar muestras, sino avisar inmediatamente a la ETPP que atiende el territorio .Esta legalmente establecido que las posibles plagas cuarentenarias son manejadas por el Sistema Estatal de Sanidad Vegetal.
- En cada instalación se garantizarán los medios de aplicación necesarios para una correcta y oportuna protección fitosanitaria de los cultivos, así como los instrumentos para pesar, medir y premezclar los productos fitosanitarios.
- Tener identificada la calidad del agua que se utiliza para las aspersiones .Usar adecuadamente los reguladores de pH y tensoactivos.
- Se utilizarán los medios de protección humana según las normas y requisitos establecidos para cada producto químico. Es obligatorio mantener actualizados los chequeos periódicos de la salud de los trabajadores de las instalaciones en correspondencia con lo establecido por el Ministerio de Salud Pública.
- En todas las aplicaciones de agroquímicos se cumplirá con las medidas del manejo seguro, de plaguicidas.

9.1. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES.

9.1.1- Plagas comunes en los cultivos de Tomate, Pimiento, Pepino y Melón.

Minador común (Agromyza sp, Liriomyza trifolii Burgess)

La duración de la fase de huevo es de tres días. Son elipsoidales, levemente arriñonados, de coloración blanca opalescente y consistencia delicada, de pequeño tamaño (menor de 1 mm), colocados individualmente, preferentemente en el envés sobre la epidermis de la hoja.

La duración de la fase de larva es de seis días y pasa por tres instares. Son de tipo vermiforme y de color blanco cremoso. Las larvas recién emergidas son transparentes y de forma elipsoidal.

Durante la fase de prepupa las larvas se contraen y toman forma elipsoidal. Su grosor aumenta y se acorta su longitud, finalmente cesan todos sus movimientos para luego pupar. Las prepupas salidas de las minas presentan una coloración amarillenta sobre la región de la cabeza. La duración de esta fase es de cinco horas.

La pupa es cilíndrica y transversalmente segmentada. En los extremos sobresalen los espiráculos. La región anterior es más ancha que la posterior, ventralmente es aplanada y arqueada en el dorso. La coloración varía de café claro a oscuro. La duración de la fase de pupa es de ocho días.

En la coloración de los adultos, predomina el amarillo en la cabeza, donde se destacan notoriamente los ojos de color café rojizo. El tórax en su dorso es negro y amarillo y el abdomen es negro con márgenes amarillos.

El tamaño es de 1.8 mm de longitud en los machos y 2.1 mm en las hembras. Los adultos hembras permanecen vivos durante 5-7 días y 4-7, los machos.

Según la bibliografía revisada, tanto la emergencia de los adultos como la ovoposición son más numerosas en las horas de la mañana que en las de la tarde.

Las hembras realizan dos tipos de picaduras, las de alimentación y las de ovoposición (en la que muestran una alta preferencia hacia el envés). Ambas son perjudiciales a las hojas.

Las larvas se alimentan del tejido del mesófilo de las hojas, lo cual puede dar lugar a la disminución de los rendimientos, al reducir la capacidad fotosintética de las plantas, ya que las infestaciones fuertes pueden ocasionar desecación y caída prematura de las hojas y de forma indirecta a los frutos. En algunos países las reportan como vectores de virus y las perforaciones producidas por su alimentación pueden estar invadidas por hongos y bacterias.

Se observa que los adultos son fuertemente atraídos por el color amarillo.

Nemátodos formadores de nódulos (*Meloidogyne spp.*)

Entre los enemigos reconocidos del tomate, se encuentran los nemátodos, que ocupan uno de los primeros lugares por las pérdidas que producen. Viven en el suelo, se pueden encontrar en todo su perfil y hasta 70 cm de profundidad y depositan sus huevos en una matriz gelatinosa en las raíces que los protegen del ambiente y le facilita el desarrollo. Ocasionan afectaciones en las raíces y generalmente se presentan por focos.

Las Cucurbitáceas, pepino y melón, son en extremo susceptibles, fundamentalmente a *Meloidogyne sp.* En estos cultivos el daño de este género provoca agallas el follaje se torna pálido la planta presenta enanismo, marchitamiento y en ocasiones la muerte. Las agallas varían de forma, desde la esferoide hasta husos alargados.

Los síntomas se distinguen muy bien a causa de los abultamientos que ocasionan en la raíces. Todas las especies de *Meloidogyne* son endoparásitos sedentarios de las raíces.

El daño se manifiesta con la aparición en las raíces de pequeños nódulos difíciles de descubrir. Estos se encadenan entre si hasta formar grandes nódulos que, en dependencia de su tamaño e intensidad de población, pueden llegar a impedir el funcionamiento del sistema radicular. Las plantas infestadas pueden presentar una apariencia enfermiza, cuando el daño es intenso.

Esta sintomatología se presenta en focos y raramente de forma homogénea en la plantación. Las larvas se transportan en los implementos de preparación del suelo, los equipos, el agua de riego, y el calzado entre otros.

Rotylenchulus reniformis Linford y Oliveria.

Este nemátodo presenta forma arriñonada y es un ectoparásito sedentario. Las hembras adultas tienen la forma de riñón, y los machos la típica disposición tubular de gusanos cilíndricos; son microscópicos, tienen el esófago reducido y el estilete corto y desarrollado. Las larvas y hembras jóvenes son alargadas y su cola redondeada, mientras que la de los machos es afilada. Se reproducen sexualmente, son ovíparos y tienen un ciclo biológico relativamente corto.

La hembra pone aproximadamente 120 huevos en una sustancia gelatinosa que secreta a través de la vulva y que cubre gradualmente todo el cuerpo, a dicha sustancia se le van uniendo partículas de tierra. De los huevos emergen las larvas, que penetran en las raíces y al llegar al cilindro central, las larvas se fijan y la parte posterior queda fuera de la raíz. Las larvas en reposo adoptan la forma de una letra c.

El nemátodo se alimenta de la raíz y crece progresivamente hasta adoptar la forma de riñón característica, a la vez que madura sexualmente. Los daños se producen cuando las larvas se alimentan de la raíz, se debilita la planta y se produce la necrosis de las células radicales que están alrededor de la cabeza del nemátodo. También pueden producirse lesiones en el xilema y el floema de las raíces y en ocasiones, en el cilindro central, a la vez pueden producirse células gigantes por las sustancias fitotóxicas que inocula el nemátodo.

Cuando las lesiones se intensifican por la acción fitotóxica de estas sustancias, las manchas necróticas se extienden y se unen hasta que se produce la necrosis total de las raíces secundarias por lo que se disminuye el poder de absorción de los nutrientes por la planta.

Podredumbre de las raíces. Damping off (*Pythium spp*)

Esta enfermedad afecta a las partes subterráneas, avanza y produce una muerte rápida, es causante común de la putrefacción de las raíces y tallos de las posturas.

La enfermedad se caracteriza por la muerte repentina de hojas y tallos en las plantas jóvenes y es muy destructiva. Al principio ataca las partes subterráneas. Numerosas especies del género *Pythium*, son patógenos causantes de podredumbres de las raíces, que atacan también a los frutos de pepino y melón, así como a otros órganos vegetativos. Constituyen unos de los grupos más destructores entre los organismos patógenos de los vegetales.

Damping off (Phytophthora parasítica Dastur y *Rhizoctonia solani* Kühn)

P. parasitica.

La infección se produce por lo general inmediatamente por debajo del nivel del terreno o en la porción alta de la raíz principal. Es atacado el sistema radicular fibroso y las raicillas se reblandecen y mueren, mientras que los síntomas sobre las partes aéreas de las plantas se manifiestan por retraso en el crecimiento, marchitez o muerte.

R. solani

Se presenta clorosis del follaje y las plantas pueden marchitarse e incluso morir rápidamente. Por lo general la enfermedad se manifiesta localizada y en sus últimas fases. Pueden observarse fácilmente pequeños focos en los que han muerto las plantas. Al arrancar las plantas atacadas las partes subterráneas están recubiertas por un hongo de color pálido a violáceo en las primeras fases, luego pasa a rojo violeta o violeta pardo al avanzar la infección.un micelio algodonoso sobre la superficie de los tejidos en descomposición.



Foto 81. Minador Común. *Liriomyza trifolii*



Foto 82. Nemátodos formadores de nódulos.
Meloidogyne spp



Foto 83. *Rotylenchulus spp*



Foto 84. Damping Off. *Rhizoctonia solani*

9.1.2- Plagas y enfermedades del Tomate

Plagas del tomate

Minador gigante o gusano de alfiler (*Keiferia lycopersicella* Walsh.)

La metamorfosis es completa. El huevo es de color amarillento blanquecino con estrías concéntricas, y se torna de beige a gris al momento de la eclosión, tiene forma redondeada, achatada en los polos y de tamaño menor de 1 mm.

La larva es gris con manchas violáceas que cubren la parte dorsal, este color varía de acuerdo al hospedero ya que donde se alimenta de frutos puede tornarse de color rojizo. La cabeza es de color beige con manchas oscuras cerca de los ojos, al final de la cabeza presentan una línea fina oscura que distingue la separación de la cabeza del primer segmento torácico. El tamaño en el último estadío larval es de 1 a 1.2 cm. La pupa al inicio es de color verde claro, más tarde toma un color caoba o carmelita oscuro. El adulto es de color gris plateado, con alas estrechas y flecos y el abdomen oscuro o moteado con profundos surcos.

Las hembras ponen los huevos aislados, en el haz y el envés de las hojas, por lo general en el centro del limbo, luego eclosionan las larvas y minan las hojas alimentándose sólo de su parte interior, dejando intacta la parte superior e inferior. Al inicio las minas tienen forma de serpientes, luego se expansionan y forman manchones. Las larvas dejan sus excretas a la entrada de las minas, lo que las diferencia de las minas de los dípteros. En el segundo estadío abandonan la mina y forman un doblez en la hoja que las protege de los tratamientos químicos y de sus enemigos naturales.

También atacan al fruto, al penetrar por la parte inferior del cáliz o por el pedúnculo, los agujeros de entrada semejan pinchados de alfiler y en el interior toman diferentes tamaños, de acuerdo con el desarrollo de la larva; llegan a dañar los frutos en tal grado que pierden su calidad. Por la entrada producida por las larvas, penetran microorganismos secundarios que contribuyen al deterioro del fruto.

Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Genn)

La metamorfosis del insecto pasa por las fases de huevo, ninfa, pupa y adulto, y su duración varía de acuerdo a la temperatura y humedad, aproximadamente desde la incubación del huevo hasta la emergencia del adulto, el ciclo de vida dura 22-28 días.

En las hojas jóvenes de las plantas de tomate se observan la mayor cantidad de huevos y fundamentalmente en los del nivel medio se detectan los estadíos larvales, huevos y pupas, y en el nivel inferior pupas o sus cápsulas. Los adultos se distribuyen principalmente en las hojas superiores o medias.

Los huevos son de color blanco amarillento, los colocan verticalmente a las hojas e insertados mediante un corto pedúnculo. Las larvas presentan cuatro estadíos, el primero es móvil y los restantes viven fijos. El cuerpo tiene forma ovalada. La pupa tiene el cuerpo de forma elíptica. Los adultos recién emergidos son de color blanco amarillento pero luego adquieren el color

blanco. El macho es más pequeño que la hembra. Una hembra puede poner entre 81 y 161 huevos.

El daño más importante es la transmisión de enfermedades producidas por geminivirus. Las enfermedades virales afectan el desarrollo normal de las plantas, el rendimiento y la calidad de los frutos. También con su aparato bucal succionan la savia, debilitando las plantas y retardando su crecimiento normal. Gran parte del alimento digerido es secretado como sustancias azucaradas.

Debido a su alta y rápida capacidad reproductiva, a la gran variedad de plantas hospederas y las condiciones climáticas que favorecen su reproducción y sus hábitos de vida, originan altas poblaciones que afectan el normal desarrollo de las plantas y la calidad de los frutos. Esto, unido a su difícil control, en especial el realizado con insecticidas químicos, conlleva al establecimiento de una combinación adecuada de las medidas de control bajo un efectivo manejo integrado de plagas.

Entre los enemigos naturales de moscas blancas se encuentran: *Encarcia* sp (Hymenoptera: Aphelinidae), *Chrysopa* sp. (Neuróptera: Chrysopidae) y hongos entomopatógenos, entre estos el más importante es el *Verticillium lecanii*.

Mantequillas (*Spodoptera* sp., *S. latisfacia*, *S. sunia*, *S. ornithogalli* y *S. eridania*)

Los huevos son depositados en las hojas en grupos de 200 a 300, unidos entre sí por una sustancia transparente. Próximo a la eclosión estos cambian de color tornándose negros. El período de incubación es de 4 a 7 días, dependiendo de la especie.

La hembra pone un total de 1 500-2 000 huevos. Las larvas desde que emergen hasta los primeros estadíos se alimentan del parénquima sin que se produzcan daños a la planta. Al entrar en el tercer estadío, los daños son de consideración. Prefieren alimentarse del fruto, cuando existe en el cultivo que atacan. El color de las larvas varía con la especie.

Al llegar a la fase de prepupa, la larva deja de comer, disminuye de tamaño y se deja caer al suelo, penetra en la tierra a una profundidad de 2-4 cm, construyendo la cámara pupal. Las pupas son de color verde claro al inicio, luego se tornan carmelita oscuro o marrón. La duración es de 8 a 15 días.

Spodoptera sunia es uno de los enemigos más importantes del tomate. Cuando se observa un ataque muy intenso, al comer las larvas numerosas hojas, las plantas no producen ningún rendimiento y en el caso que las larvas hayan comido una parte de las hojas, disminuye el rendimiento.

Las larvas desarrolladas también atacan los frutos, los perforan de forma característica y se introducen en su masa, pueden provocar varias perforaciones y atacarlo desde que este inicia su desarrollo hasta el final. Los frutos atacados no sirven para el consumo porque las perforaciones que presentan son invadidas por hongos que provocan la descomposición.

Falso medidor (*Trichoplusia ni* (Hübner))

Las hembras depositan de 275-300 huevos redondos de color blanco verdoso en el envés de las hojas y en forma aislada.

El cuerpo de las larvas es de coloración verde pálido con una línea blanca y delgada, distinguible a cada lado del cuerpo y otras dos cerca de la línea media del dorso. Posee tres pares de patas delgadas cerca de la cabeza y tres pares de falsas patas después de la mitad del cuerpo. A las dos o tres semanas termina este estado y comienza el de crisálida o pupa, de donde emergen las mariposas de color café grisáceo, que miden alrededor de 3 cm de largo. Su forma de caminar es la característica principal pues hace una ondulación con el cuerpo que da la impresión que está midiendo, de ahí su nombre vulgar de falso medidor. Las larvas de este insecto se alimentan del follaje, producen agujeros de considerable tamaño y reducen el área foliar considerablemente; son muy voraces cuando alcanzan su máximo desarrollo .Son de hábitos nocturnos.

Acaro del bronceado (*Vasates destructor* (K))

Su cuerpo es alargado y puntiagudo, de pequeño tamaño y su ciclo biológico dura aproximadamente 7 días. Se reproduce por medio de huevos y pasa por dos estadios ninfales antes de alcanzar la madurez sexual. Debido a su pequeño tamaño, generalmente se observan los síntomas del daño cuando la población en la planta es alta. Aparecen inicialmente sobre los tallos y especialmente alrededor de los brotes axilares, con posterioridad se distribuyen hacia todas las hojas.

En las casas de cultivos se considera que es el ácaro que provoca mayores daños. Las altas temperaturas favorecen su reproducción. Los tallos afectados adquieren una consistencia granosa que posteriormente se torna de color bronceado, las hojas se secan y pueden caer. Los daños comienzan por la parte inferior de la planta y se trasladan posteriormente hacia la parte superior, en la medida que las partes dañadas se van secando. También se trasladan en los equipos e implementos de trabajo.

En condiciones de tiempo cálido y seco los síntomas se desarrollan rápidamente y los ácaros pueden causar severos daños a las plantas, incluso su muerte en pocos días.

Araña roja (*Tetranychus sp*)

Estos ácaros son de pequeño tamaño y sólo pueden ser detectados si se observa la planta minuciosamente. Tienen gran movilidad. Cubren sus colonias con una telaraña producto de sus secreciones. Su ataque lo dirigen fundamentalmente al envés de las hojas con una gran actividad raspadora chupadora; son capaces de ocasionar grandes daños en épocas de prolongada sequía y calor. Su daño lo ocasionan al raspar la epidermis de las hojas dando una tonalidad grisácea, producto de la pérdida de la clorofila. Este ácaro es el que menor daño ocasiona en las casas de cultivo.

Acaro común o ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch)

Los huevos de esta especie tienen forma redondeada, son vidriosos recién puestos, incoloros y luego adquieren un color blanco amarillento. Las larvas son redondeadas y recién eclosionadas son casi incoloras, luego adquieren un color amarillento cuando comienzan a alimentarse. Se observan poco las manchas oscuras sobre la parte dorsal. Poseen tres pares de patas. Son de pequeño tamaño, miden aproximadamente 0.2 mm de largo y 0.15 mm de ancho.

Los estadíos de protoninfa y deutoninfa se asemejan en la forma y color a la de los adultos y se diferencian fundamentalmente por el tamaño. La protoninfa tiene un largo de 0.33 mm y un ancho de 0.21 mm. La deutoninfa 0.38 mm de largo y 0.22 mm de ancho.

La metamorfosis de un estadío a otro es precedida por una muda, en la cual la vieja cubierta corporal es sustituida por una nueva. Durante la muda, el ácaro se encuentra inmóvil y sus patas rectas.

La hembra tiene el cuerpo redondeado, ligeramente alargado y achatado ventralmente; presenta una coloración amarillo verdosa. A ambos lados del cuerpo se observan dos manchas oscuras típicas en esta especie. Los ojos son rojos. En ocasiones en las poblaciones se encuentran ejemplares aislados de color más oscuro. Miden alrededor de 0.40 mm de largo y 0.21 mm de ancho.

El macho tiene una forma más alargada, con el extremo posterior vuelto hacia arriba. El color del cuerpo varía de amarillo-verdoso a rojo-verdoso. Las manchas oscuras no son tan acentuadas. El largo aproximado es de 0.33 mm y 0.18 mm de ancho.

Tetranychus urticae, en su alimentación inserta sus partes bucales a través de la epidermis de la hoja hasta el interior del tejido celular; próximo a las punteaduras se provoca una ruptura de las células parenquimatosas y una contracción de las células en empalizada. El daño ocasiona destrucción de la clorofila con la consiguiente reducción de la actividad fotosintética de las hojas afectadas.

Este ácaro tiene el hábito de tejer hilos de seda (telarañas) en el envés de las hojas, en todos sus estadíos. Estos hilos son dispuestos horizontalmente y unidos por hilos verticales, asegurando una excelente protección para los huevos y demás estadíos. Es uno de los enemigos, entre los ácaros, más destructivos para la agricultura. Los períodos calurosos y secos favorecen su multiplicación.

Acaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks)

El ácaro blanco pasa por los estadios de huevo, larva, seudoninfá y adulto.

Inmediatamente que emergen los adultos (hembras y machos) comienzan a copular. El período de pre-ovoposición es de 24-72 h. La hembra puede poner entre 3-5 huevos diarios en condiciones de laboratorio. El período de post-ovoposición es de 24 h. Su ciclo biológico es relativamente corto. Existen diferencias entre la hembra y el macho, ya que éste es más rápido.

Dentro de los ácaros pertenecientes a la Familia *Tarsonemidae*, éste es el que se considera como el más polífago, de ahí su nombre genérico. El daño de este ácaro comienza a los pocos días de plantado el cultivo. Se alimenta de las partes en crecimiento de las plantas: brotes, yemas terminales y botones florales, provocan deformación, endurecimiento y raquitismo en los órganos vegetativos afectados. En ataques intensos, provocan el aborto de la flor y detención del crecimiento de los órganos en formación.

La reproducción generalmente es sexual pero también puede ocurrir por partenogénesis, la que siempre origina individuos machos. En la reproducción sexual se obtienen hembras de huevos fecundados y machos de los no fecundados.

La temperatura y la humedad relativa influyen directamente sobre la duración de cada fase biológica, así como la fuente de alimentación.

Enfermedades del tomate

Tizón temprano (*Alternaria solani* Sor.)

Afecta las hojas, tallos y frutos. Este hongo ocasiona el daño en las hojas en forma de manchas circulares, con anillos concéntricos de color pardo oscuro. En ocasiones alrededor de las manchas se observa una zona estrecha clorótica. Cuando el ataque es intenso las hojas mueren. Los ataques de *Alternaria* pueden llegar a producir defoliación más o menos importante, pero en las condiciones de Casas de Cultivo su incidencia no es significativa.

En los frutos el daño comienza con manchas hundidas de color pardo negruzco, que pueden extenderse cubriendo la casi totalidad del fruto. El hongo se mantiene en los restos de plantas enfermas.

Las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de esta enfermedad, valores de temperatura relativamente altos, alternados con períodos de humedad.

Tizón tardío (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary)

Afecta las hojas, los frutos y los tallos. Esta enfermedad puede aparecer en el follaje en cualquier estadio de su desarrollo, se presenta como manchas de color pardo a negro que avanzan rápidamente cuando las condiciones son favorables, produciendo atizonamiento. Las lesiones se detienen si la humedad es baja, mientras que se extienden en ambiente húmedo y cálido.

En los frutos los síntomas pueden aparecer en cualquier estadio de desarrollo, con frecuencia cerca del extremo del tallo. Las manchas son de un color gris verdoso y apariencia acuosa, a veces cubre todo el tallo.

Moho de las hojas (*Fulvia fulva* (Cook) Ciferri, *Cladosporium fulvum* Cooke)

Los primeros síntomas se manifiestan como manchas cloróticas con márgenes indefinidos en las hojas inferiores, luego cubre el resto de la planta. El envés de la hoja aparece cubierto por un moho aterciopelado de color verde olivo o verde oscuro formado por las esporas del hongo. En ocasiones las manchas se unen, las hojas mueren y se provoca una defoliación, continuando el síntoma hacia la parte superior de la planta en dependencia de las condiciones de humedad. Para la germinación de las esporas sólo es suficiente una humedad ambiental elevada y la ausencia total de las corrientes de aire, condiciones que son óptimas y favorables para el desarrollo del hongo, y que en ocasiones se encuentran en las Casas de Cultivo, por lo que esta enfermedad aparece con frecuencia.

Se pueden infestar también las partes florales y los frutos, pero este daño generalmente no tiene importancia.

Marchitamiento por *Fusarium* (*Fusarium sp.*)

Primeramente se presenta el amarillamiento en las hojas inferiores, que se marchitan y mueren. Luego los síntomas continúan apareciendo sucesivamente en las hojas más jóvenes.

Esta enfermedad se caracteriza por la progresiva desecación de las hojas inferiores y por el color pardo de los vasos conductores. Cuando los daños han progresado, al dar un corte en la sección transversal de la parte inferior del tallo, se puede observar el sistema vascular afectado, que se torna de color pardo. Este hongo se establece fácilmente en la mayoría de los suelos, que quedan infestados casi indefinidamente.

La enfermedad es transmitida por la tierra arrastrada por el agua, el riego, los implementos agrícolas y los nemátodos. Cuando los ataques de *Fusarium* se conjugan con la presencia y ataque de nemátodos del género *Meloidogyne*, la resistencia al hongo de las variedades híbridas de tomate quedará anulada si no se toman las medidas conjuntas e integradas para el control de los dos agentes nocivos.

Mancha gris (*Stemphylium solani* Weber.)

Provoca síntomas con lesiones en los foliolos. Se presentan en ocasiones en los tallos y son muy raros en los frutos. Aparece como motas abundantes o esparcidas, circulares o alargadas de color pardo o negro, ligeramente hundidos; a medida que la mancha aumenta, el centro se vuelve gris pardusco brillante y los márgenes son oscuros. Las manchas son pequeñas, acuosas, circulares y aumentan hasta 2 mm de diámetro y los centros pueden desprenderse dejando un orificio semejante a un tiro de munición.

Aparece en cualquier estado del desarrollo de la planta. Los primeros síntomas se presentan en las hojas más viejas.

Mancha foliar por *Septoria (Septoria lycopersici Speg.)*

Aparece en las hojas y tallos en cualquier estado del desarrollo de la planta. Los primeros síntomas se presentan en las hojas más viejas. Las manchas son pequeñas, acuosas, circulares y aumentan hasta 2 mm de diámetro. Los márgenes son oscuros y el centro es gris. Las hojas más afectadas caen prematuramente. Las lesiones también aparecen en los tallos y son muy raras en los frutos.

Mancha del tiro al blanco (*Corynespora cassiicola (Berk & Curt) Wei*)

El hongo puede afectar hojas, tallos y frutos en las plantas de tomate. El síntoma foliar consiste en pequeñas manchas puntiformes acuosas, que gradualmente aumentan de tamaño. Son de color pardo. El agrandamiento de las lesiones acuosas induce un rápido colapso de las hojas, con apariencia grasa. Estas hojas una vez secas permanecen unidas al pecíolo. Cuando el ataque es fuerte puede producir atizonamiento en la planta.

La infección en frutos aparece igualmente en forma de manchas puntiformes, color pardo, que incrementan gradualmente de tamaño, con hundimiento posterior de la lesión, cuyo centro toma color blanco. El tejido adyacente del fruto y cerca de la zona hundida se descompone rápidamente y provoca maduración prematura de los frutos y además esporulación sobre la mancha.

Mildeo pulverulento (*Oidium sp.*)

El síntoma en el haz de las hojas se caracteriza por un polvillo blanco muy fino que son las acumulaciones de conidios del hongo. Bajo condiciones de alta humedad la enfermedad puede cubrir toda la hoja y generalizarse esta sintomatología en toda la planta con presencia de amarillamiento, secamiento y defoliación.. Afecta a casi todos los híbridos comerciales.

Mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria* (Doidge) Dowson.

Esta enfermedad afecta el tomate y el pimiento.

Los síntomas se observan en hojas, tallos y frutos y se caracterizan por pequeñas manchas de forma algo redondeada en los foliolos de las hojas, que primeramente presentan apariencia húmeda y consistencia acuosa; mirada a trasluz da la impresión de una mancha producida por una gota de aceite; es de color verde oscuro y más tarde a medida que se va desarrollando se torna de color carmelita o pardo. Se nota principalmente en el envés de las hojas, y en los frutos aparece en forma de pústulas y puede alcanzar hasta 6 mm de diámetro.

En nuestras condiciones los daños se observan fundamentalmente en los frutos que disminuyen su tamaño, se deforman y en ocasiones presentan tantas manchas que se hacen inservibles. Cuando la intensidad del ataque es alta ocasiona defoliación.

El tiempo cálido y húmedo favorece el desarrollo de la enfermedad.

Podredumbre blanda bacteriana (*Erwinia carotovora* Jones).

Esta enfermedad afecta el tomate y el pimiento.

Su nombre vulgar proviene del tipo de descomposición de los tejidos carnosos que se reblandecen, su consistencia se hace acuosa o mucilaginosa y al avanzar la podredumbre exudan el agua.

Las bacterias se introducen en el tejido del cuello de la raíz a través de hojas muertas y por las heridas producidas. Cuando la podredumbre ha progresado, el cuello se ablanda y expulsa un fluido acuoso, que desprende un fétido olor sulfuroso. El primer síntoma de la enfermedad es una mancha acuosa en la superficie del fruto verde, volviéndose rápidamente opaco el tejido, la lesión externa se agrieta, a menudo se rompe mientras el patógeno continúa transformando el tejido interno en una masa blanda, acuosa e incolora; el fruto podrido cuelga como una bolsa llena de agua hasta que se rompe. La penetración se realiza por las heridas; la enfermedad avanza más rápido en los frutos verdes que en los maduros.

El organismo causante de esta enfermedad vive en el suelo y sobre desechos putrefactos; es imprescindible para que se produzca la invasión, abundante humedad en la superficie del tejido donde se presentan las heridas, así como después que se produzcan, para que la enfermedad continúe progresando.

Geminivirus

Son transmitidos por insectos vectores entre los cuales se encuentra la Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

El síntoma característico es moteado clorótico, mosaico amarillo, encrespamiento, deformación de las hojas, los nervios de las hojas toman un color más verde, más intenso. Posteriormente las hojas se encorvan en forma de cuchara, los entrenudos se acortan y cuando el daño es intenso el encrespamiento es severo y se provoca enanismo.



Foto 85. Minador gigante o gusano de alfiler. *Keiferia lycopersicella*. a). Adulto. b). Daños



Foto 86. Mosca blanca. *Bemisia tabaci*. Adultos



Foto 87. Mantequillas. *Spodoptera* spp. a). Larva b). Adulto



Foto 88. Falso Medidor. *Trichoplusia ni*. a). Larva b). Adulto

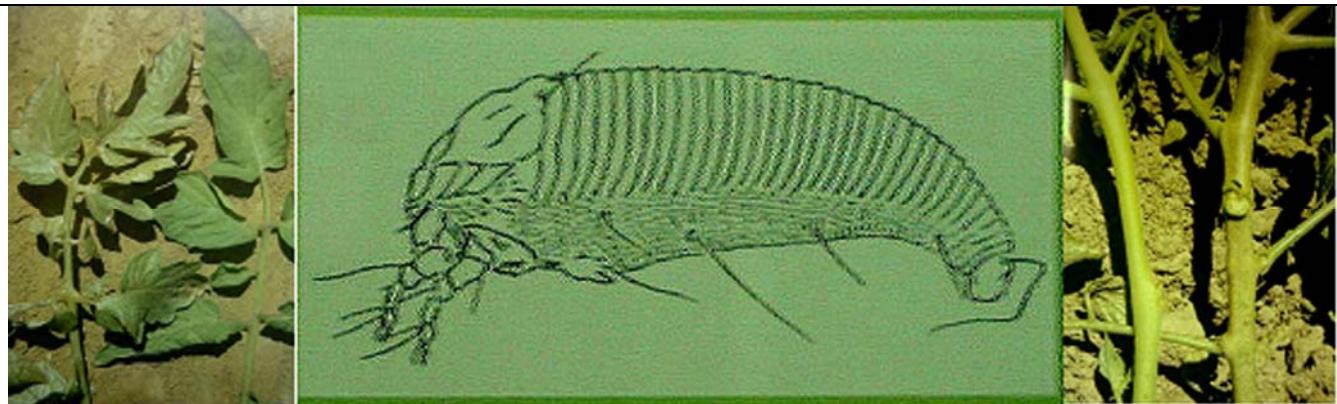


Foto 89. Ácaro del bronceado. *Vasates destructor*. Daños del Follaje y Adulto



Foto 90. Ácaro común o ácaro de dos manchas. *Tetranychus urticae*



Foto 91. Tizón temprano. *Alternaria solani*



Foto 92. Tizón tardío. *Phytophthora infestans*



Foto 93. Moho de las hojas. *Claudosporium fulvum*



Foto 94. Mancha Gris. *Stemphylium solani*.

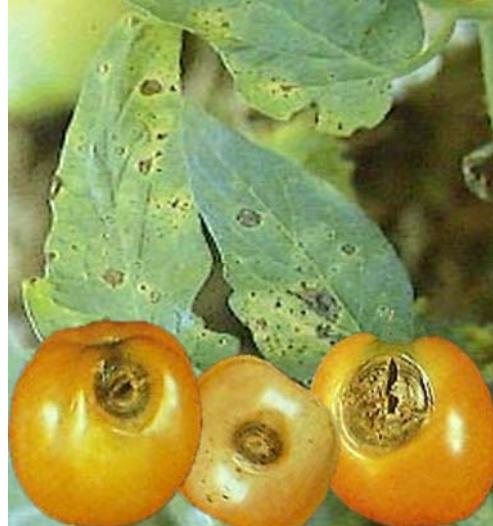


Foto 95. Mancha del tiro al blanco. *Corynespora cassiicola*.



Foto 96. Mildeu pulverulento. *Oidium sp.*



Foto 97. Mancha bacteriana. *Xanthomonas vesicatoria*



Foto 98. Podredumbre blanca. *Erwinia carotovora*



Foto 99. Geminivirus

9.1.3- Plagas y enfermedades del pimiento

Plagas del pimiento

Mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius)

También en el pimiento *Bemisia tabaci* constituye un insecto plaga, sus características biológicas, hábitos de vida y daños ya fueron anteriormente descritos.

Thrips de los melones (*Thrips palmi* Karny)

Esta plaga pasa por las fases de huevo, larva, ninfa, pupa y adulto. Se reproduce con gran facilidad. El tamaño del adulto es de 1 a 2 mm aproximadamente, por lo que es un insecto muy pequeño. Es de color amarillo-naranja claro, con dos líneas negras en la parte superior del cuerpo, pelos negruzcos y espesos en el cuerpo, alas membranosas y muy estrechas, las patas y las antenas son cortas. Es muy polífago, ocasiona daños severos y pérdidas significativas, ataca tanto las plantas cultivadas como las malas hierbas, causando grandes daños. La literatura lo reporta como vector del virus TSWY (Virus del bronceado del tomate), se plantea que afecta a un grupo importante de cultivos. En Cuba no está reportada esta enfermedad.

Pueden presentarse altas poblaciones según el desarrollo del hospedante y afecta las hojas, flores y frutos, según el cultivo. Su distribución es irregular y varía en dependencia del desarrollo fenológico de la plantación. Sus piezas bucales son chupadoras. Los adultos y larvas se encuentran en las hojas, tallos, flores y frutos, los huevos en el mesófilo de la hoja y las prepupas y pupas se desarrollan en el suelo; a los 4 días aproximadamente emergen los adultos. Provocan numerosas cicatrices y deformaciones, por lo que finalmente la planta muere.

Las plantas intensamente afectadas se caracterizan porque las hojas tienen apariencia plateada o bronceada, hojas y brotes poco desarrollados así como los frutos deformados. Se diseminan con gran facilidad una vez establecidos. Se trasladan por sus propios medios, por el vuelo, arrastrados por el aire y agentes naturales. La principal vía de diseminación es mediante el traslado de posturas, frutos y material vegetal en general. Las condiciones de sequía y altas temperaturas son favorables a su desarrollo.

Entre los principales enemigos naturales se encuentran especies de *Chrysopa*, *Orius insidiosus* y *Franklinothrips vespiformis*.

Acaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks)

Las características biológicas ya fueron descritas en el cultivo del tomate. Se alimenta de las partes en crecimiento de las plantas: brotes, yemas teminales y botones florales, provocan deformación, endurecimiento y raquitismo en los órganos vegetativos afectados. En ataques intensos causan el aborto de la flor y detención del crecimiento de los órganos en formación.

Pulgón (*Myzus persicae* (Sulzer)) y *Aphis gossypii* (Glover)

Generalmente estos pulgones se reproducen por partenogénesis con ciertas particularidades de acuerdo a las características biológicas de la especie. Toleran muy bien las altas temperaturas y proliferan con facilidad en los cultivos bajo cubierta. La duración de un ciclo completo puede estimarse en unos 7 días de 21a 24°C con una fecundidad de 30 a 40 descendientes por semana según la especie.

Los adultos de *M. persicae* y de *A. gossypii* pueden ser alados o ápteros. La aparición de las formas aladas va a depender de las necesidades de dispersión de la población ya sea por limitación de alimentos o por condiciones ambientales

Los daños pueden ser directos o indirectos. Los directos son los ocasionados por los pulgones al clavar sus estiletes en los tejidos vegetales para alimentarse de los órganos jóvenes tiernos y en desarrollo de las plantas, cuando las colonias son numerosas se pueden producir amarillamientos, retorcimientos de los brotes y deformaciones. La otra causa indirecta y más grave es debido a la transmisión de virus.

Enfermedades del pimiento

Marchitez del pimiento. (*Phytophthora capsici* Leonian).

Puede provocar afectación en cualquier parte de la planta y en cualquier estado de desarrollo. La podredumbre del cuello y la subsiguiente marchitez brusca son los síntomas más característicos de la enfermedad En el cuello de la planta enferma puede observarse una zona anular deprimida de color negruzco. Esta lesión se desarrolla tanto en sentido ascendente como descendente, a partir del punto de infección, y termina produciendo la asfixia de la planta.

Ocasiona un marchitamiento irreversible en la parte aérea de la planta sin previo amarillamiento. Los síntomas pueden confundirse con la asfixia radicular.

Oidiopsis. *Leveillula taurica* (Lev) Arn

Los síntomas iniciales son pequeñas manchas amarillas por el haz de las hojas, las que aumentan de tamaño paulatinamente con necrosis central, por el envés se observa un fielteo blanquecino que corresponde a las estructuras reproductivas del hongo. En caso de fuerte ataque las hojas se secan y se desprenden. Las condiciones óptimas para el desarrollo de la enfermedad, son una temperatura de 26°C acompañada de una humedad relativa de 70%.

Mancha ocular (*Cercospora capsici* Heal y Wolf)

La enfermedad puede ocasionar síntomas en hojas, tallos y pedúnculos de los frutos. Los primeros síntomas en el follaje se caracterizan por una pequeña mancha circular rodeada de una banda oscura. Estas manchas toman un color gris a blanco en el centro con un ancho margen de color pardo rojizo. Cuando aumentan las manchas en las hojas, estas se tornan amarillas, se secan, mueren y se provoca la defoliación.

Enfermedades del pimiento ocasionadas por virus.

De las enfermedades ocasionadas por virus en el cultivo del pimiento hay dos muy importantes que son el virus del grabado del tabaco (TEV) y el virus Y de la papa (PVY).

Virus del grabado del tabaco (TEV).

Produce en las hojas un fuerte moteado o jaspeado que no afecta a las hojas apicales jóvenes. Las plantas llegan a presentar una clorosis generalizada, con reducción en el crecimiento y vigor, en ocasiones presentan enanismo

Virus Y de la papa (PVY).

Causa un mosaico moteado y arrugado de las hojas apicales y un bandeadío oscuro de las venas de las hojas totalmente expandidas.

Los síntomas se inician con un clareamiento de las nervaduras de las hojas apicales que pueden evolucionar posteriormente a tonos pardos y necrosis. En estos casos a veces hay necrosis del pecíolo con caída de hojas quedando la planta defoliada, con muerte de los tejidos apicales externa e internamente en el tallo. Las plantas pueden rebrotar apareciendo las hojas con mosaico de manchas de color verde oscuro situadas a lo largo de las nervaduras en forma de ampollas de modo que los bordes dejan de ser planos. También se pueden observar necrosis en las flores, los frutos y los pedúnculos. En los frutos las manchas pueden llegar a ser irregulares y hundidas en el pericarpio.



Foto 100. *Pulgón. Myzus persicae*



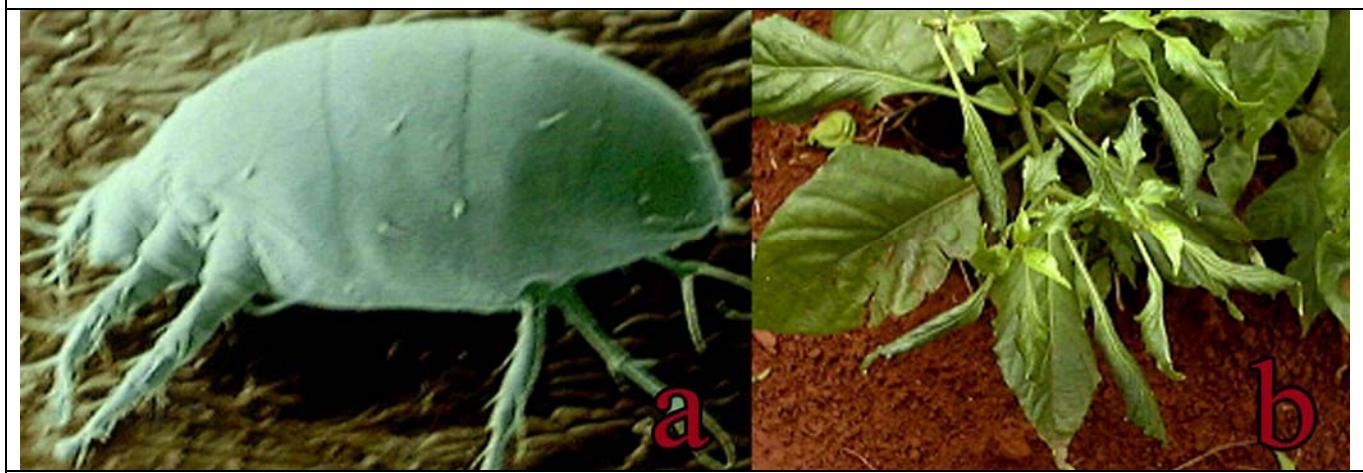
Foto 101. *Oidiopsis. Leveillula taurica*



Foto 102. *Mancha ocular. Cercospora capsici.*



*Foto 103 Trips de los melones. *Thrips palmi*. a). Adulto. b). Daños*



*Foto 104. Ácaro blanco. *Polyphagotarsonemus latus* a). Adulto. b) Daños*

9.1.4- Plagas y enfermedades de pepino y melón

Plagas de pepino y melón

Thrips de los melones (*Thrips palmi* Karny)

Las características biológicas fueron anteriormente descritas. En el pepino y otras Cucurbitáceas, los adultos prefieren las hojas jóvenes y se encuentran pocos insectos en flores y frutos. El pepino y el melón se encuentran entre los cultivos que sufren los daños más severos.*Thrips sp* (*Thrips sp*)

La hembra adulta es de color amarillo pálido con una zona ligeramente grisácea, posee alas largas y angostas con flecos, que le sirven para volar. Mide aproximadamente 0.9 mm. El macho carece de alas y es muy escaso. Este insecto succiona el contenido de las células epidérmicas (savia de las hojas). Ataca fundamentalmente las partes tiernas del follaje. Los adultos y las ninfas pueden encontrarse en las malezas en cualquier época del año.

Acaro común o ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch)

Sus características biológicas fueron descritas con anterioridad. El daño ocasiona destrucción de la clorofila con la consiguiente reducción de la actividad fotosintética de las hojas afectadas, al provocar clorosis.

Acaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks)

Sus características biológicas fueron descritas con anterioridad. Se alimenta de brotes y hojas.

Margaronia o gusano de los melones. (*Diaphania hyalinata* L.)

Los huevos de esta especie son aplastados, las puestas son individuales o en pequeños grupos sobre las hojas, flores y frutos. Las larvas pasan por 5 estadios, alcanzan aproximadamente de 20 a 25 mm de longitud cuando están en el quinto instar. Son de color verde pálido con dos rayas dorsales blancas. Las pupas son de color café y forman un capullo entre las hojas y la hojarasca. Los adultos miden de 23 a 30 mm, con alas blancas y una banda negra.

Las larvas de *D. hyalinata* se alimentan de las hojas, flores y frutos, pueden causar defoliación, perforar los tallos y provocar la muerte de la porción distal. Cuando se alimentan de las flores y los frutos ocasionan su caída, pudrición o la pérdida del valor comercial.

Enfermedades

Mildiu velludo o veloso de las Cucurbitáceas. (*Pseudoperonospora cubensis* Berk y Curt).

La enfermedad se presenta como manchas de coloración amarilla en las hojas y se localizan en el haz. En el pepino y el melón aparecen en la superficie de las hojas unas manchas cloróticas, primero amarillas y después atabacadas, de dimensiones variables, situadas entre las nervaduras.

A medida que avanza la enfermedad las manchas se vuelven pardas, secándose en ocasiones la parte foliar afectada.

La penetración del hongo se produce a través de los estomas. El daño más importante lo ocasiona al reducir el follaje, se afectan además las guías o yemas terminales, se reducen la cantidad y calidad de los frutos y disminuyen los rendimientos. Las plantas que presentan el ataque de este hongo se destacan entre las demás por su color grisáceo. En las plantas de pepino atacadas pueden morir las hojas, llegando a occasionar síntomas graves de enanismo en las plantas muy afectadas.

Mildiu pulverulento (*Erysiphe cichoracearum* D. C)

Los primeros síntomas son manchas blancas redondas, que por lo general aparecen primeramente en el haz de las hojas más viejas y tallos, y a medida que aumentan se vuelven pulverulentas. En el transcurso de la enfermedad, estas capas pulverulentas aumentan y cubren finalmente el haz y el envés de todas las hojas, por lo que su tejido se amarillea y al fin muere.

Este hongo ataca tanto al pepino como al melón. Cuando la enfermedad encuentra condiciones climáticas favorables produce defoliaciones prematuras con posterioridad de un amarillamiento. El desarrollo de este hongo es favorecido por un clima cálido y una humedad del aire relativamente elevada.

Marchitamiento por *Fusarium* (*Fusarium sp*)

El género *Fusarium* comprende muchas variedades y razas dentro de cada especie. Todas presentan una fase saprofítica. Numerosos son parásitos facultativos y algunos son fundamentalmente organismos de descomposición que actúan sobre órganos vegetales latentes. Otros son parásitos pocos activos de las raíces, así como otros provocan pudriciones en los tallos. El patógeno generalmente inicia su invasión a través del sistema radicular y se fija esencialmente en las partes gruesas del xilema. Por lo general los síntomas se componen de distintos grados de clorosis, enanismo, decoloraciones vasculares y a menudo marchitez. Los efectos de la enfermedad pueden presentarse con anterioridad al avance del hongo. Estos hongos patógenos sobreviven fácilmente en el suelo que, una vez infestado, permanece en estas condiciones casi indefinidamente. La enfermedad es trasmitida por la tierra arrastrada por el agua, el riego, los implementos agrícolas y los nemátodos.

Este hongo ataca tanto al pepino como al melón. Las fusariosis vasculares se ven favorecidas por temperaturas relativamente altas del suelo.

Tizón de fuego de las Cucurbitáceas (*Corynespora cassiicola* (Berk & Curt) Wei)

El síntoma se presenta en forma de manchas redondeadas de color pardo amarillo, angulares, con bordes oscuros. Los centros secos de las manchas generalmente se rompen.

En pepino se presentan igualmente manchas circulares, color amarillo, con un halo estrecho verde pálido. Las lesiones coalecen y forman grandes áreas necróticas que se extienden y cubren la hoja completamente, que se tornan frágiles y quebradizas y consecuentemente provocan su muerte.

Antracnosis (*Colletotrichum lagenarium* (Chup.))

La aparición de este hongo varía de acuerdo a los diferentes hospederos. Puede atacar las hojas, tallos y pecíolos. Su desarrollo está determinado por factores climáticos como son la humedad relativa y las altas temperaturas. Sus síntomas más característicos son manchas pardas angulares o circulares, más o menos de 1 cm de diámetro, cuando la enfermedad avanza puede provocar un retorcimiento en la zona de crecimiento y defoliación. En los frutos, las lesiones no aparecen hasta que no alcanzan la madurez, siendo de consistencia acuosa y hundida.

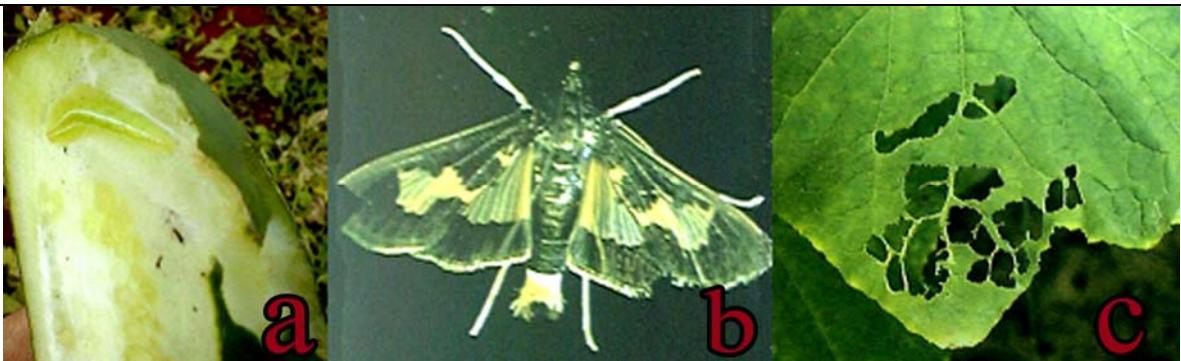


Foto 105. Margaronia o gusano de los melones. *Diaphania hyalinata*. a y c) Daños b) Adulto

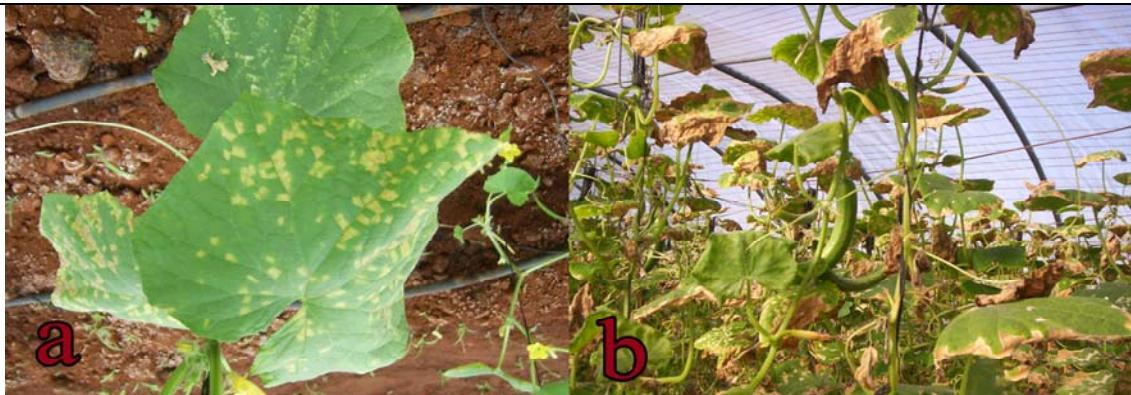


Foto 106. Mildiu velludo o veloso de las cucurbitáceas. *Pseudoperonospora cubensis*. a) Daños iniciales b) Plantación con daños en estado avanzado



Foto 107. Mildiu Pulverulento. *Erysiphe cichoracearum*



Foto 108. Tizón de Fuego de las Cucurbitáceas. *Corynespora cassiicola*

9.1.5- Plagas cuarentenarias

Marchitamiento (*Verticillium albo-atrum Reinke & Berth.* y *Verticillium dahliae Kleb*)

Síntomas: Comienzan con el marchitamiento de las hojas más viejas. En estas hojas, los márgenes se tornan primero amarillos y luego marrones siguiendo un patrón en forma de V, las hojas más viejas se van poniendo amarillas y finalmente se secan. Las plantas enfermas quedan achaparradas y no responden a la aplicación de fertilizantes ni riego. Al cortarse el tallo principal a la altura de la base se observa una coloración castaño claro. El desarrollo de la enfermedad está favorecido por el tiempo fresco. El organismo tiene un amplio rango de hospederos y puede permanecer indefinidamente en los residuos de cosecha.

Hospedantes: Solanáceas.

Marchitamiento Bacteriano (*Ralstonia solanacearum* Smith, Yabuuchi et al)

Síntomas: Desprendimiento y caída de las hojas basales seguido inmediatamente por una marchitez total de la planta, sin amarillamiento. Cuando se corta el tallo, se observa una ligera exudación grisácea. Más tarde la médula se vuelve marrón o hueca. Una rápida ayuda para el diagnóstico es introducir un trozo de tallo recién cortado en agua: un exudado blanco y lechoso va a fluir desde el extremo basal del tallo. La bacteria sobrevive en el suelo y puede penetrar de forma natural a través de las raíces, podas o heridas producidas por labores culturales.

Los insectos masticadores también pueden producir transmisión. La enfermedad se desarrolla mejor en tiempo cálido y con niveles altos de humedad en el suelo.

Métodos de lucha: Emplear semillas sanas, desinfectar los equipos, utilizar variedades resistentes, aplicar las medidas cuarentenarias correspondientes.

Hospedantes: Tomate, Pimiento, Pepino.

Peca Bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv *tomato* Okabe, Young et al)

Síntomas: El patógeno puede atacar cualquier parte de la planta, incluyendo raíces, tallos, pecíolos, flores y hojas. En las hojas aparece como una mancha de color castaño oscuro a negra, frecuentemente bordeada por un halo amarillo. Estas lesiones también pueden ocurrir en las márgenes de las hojas, donde se acumula agua. En los frutos, se presentan como pequeñas manchas negras ligeramente levantada, similares a picaduras de zancudos, manteniéndose así durante la evolución de la enfermedad. Estas manchas cuando los frutos aún no están maduros, están bordeadas por un halo verde oscuro. Estas lesiones generalmente son superficiales e incluso pueden ser removidas con la uña.

El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por tiempo fresco y lluvioso, como también por el riego por aspersión. Esta enfermedad a menudo ocurre en zonas áridas donde se usa riego por aspersión, pero rara vez ocurre donde se usa riego por surco o por goteo. El organismo puede sobrevivir en la raíz y en las hojas de muchos cultivos y malezas. La bacteria se transmite en la semilla.

Métodos de lucha: Uso de semillas sana es el método más efectivo para el combate de esta enfermedad. Hospedantes: *Tomate*.

Cáncer Bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis et al.)

Síntomas: Marchitamiento de las hojas basales de las plantas. Las hojas superiores frecuentemente se marchitan solo a un lado, permaneciendo los peciolos adheridos al tallo. Internamente los tallos muestran decoloraciones de color marrón claro o amarillo así como una médula amarilla y hueca.

Generalmente el marchitamiento de la planta puede estar acompañado por rayas o líneas claras que se extienden desde el pecíolo hasta el tallo. Luego estas estrías pueden abrirse y formar costras. Una característica que identifica la enfermedad es la gomosis amarilla que exudan los tallos infectados. La infección en los frutos aparece como pequeñas manchas blancas, las cuales terminan en una lesión corchosa de color marrón, rodeada por un halo blanco que le da la apariencia de un ojo de ave. Los síntomas de la raíz no están descritos.

La infección inicial puede ocurrir a través de las estomas, pero generalmente es a través de una herida producida en la epidermis de la hoja, de algún pelo o herida de la raíz. Los restos de plantas infectadas en el suelo pueden ser fuente de infección. El organismo causante de la enfermedad es transportado dentro o fuera de la semilla de tomate. La bacteria se disemina principalmente a través de daños causados en la raíz, heridas por trasplante o heridas en la poda, causadas con navajas contaminadas. La enfermedad progresó rápidamente en plantas vigorosas que tienen un crecimiento acelerado.

Métodos de lucha: Uso de semillas sanas. En caso de la aparición de la enfermedad aplicar medidas de cuarentena.

Hospedantes: Tomate, Pimiento.

Bronceado del Tomate (tomato spotted wilt virus-TSWV)

Síntomas y daños.

TSWV puede inducir una amplia variedad de síntomas, los cuales pueden variar en la misma especie hospedante con la variedad, la edad, las condiciones nutricionales de la planta y las condiciones ambientales. Los síntomas más comunes son manchas anulares en forma de anillos amarillos o marrones, estrías en los pecíolos o tallos, manchas necróticas en las hojas y muerte de los ápices vegetativos.

Tomate: Se produce un súbito cambio a color pardo de las hojas jóvenes, seguido por una interrupción del crecimiento. Aparecen hojas bronceadas con manchas y rayas necróticas ,pudiendo también aparecer rayas pardo negruzca en el pecíolo de las hojas, en el tallo y en los ápices en crecimiento , Las plantas infectadas resultan pequeñas y achaparradas en comparación con las sanas . En la superficie de los frutos maduros aparecen áreas color rojo claro o amarillo en forma de manchas irregulares .Algunas plantas afectadas mueren por necrosis severas.

Pimiento: En este cultivo los síntomas incluyen clorosis, manchas y anillos cloróticos que luego se necrosan y un limitado crecimiento. En los frutos aparecen manchas cloróticas, con áreas rojas o verdes rodeadas por un halo amarillo y anillos concéntricos que se pueden necrosar.

Trips occidental de las flores (*Frnkliniella occidentalis Pergande*)

Morfología: Los huevos son extremadamente pequeños de 250 micrón de largo, tiene forma de riñón y son de color blanco opaco. Son insertados por la hembra en el tejido vegetal. Las larvas inicialmente son casi transparentes luego presentan coloración amarillenta o amarillo blanquecina, pero su color puede evitarse con el tipo de alimentación. Son ápteras y tan pequeñas que con frecuencia pasan inadvertidas. Transitan por una fase de prepupa y pupa, también de color amarillo, las cuales son menos móviles que las fases anteriores. El adulto es muy pequeño de 1.3 mm aproximadamente, siendo las hembras más grandes que los machos.

Ambos sexos presentan 4 alas finas con flecos en sus bordes, que descansan hacia atrás el abdomen durante el reposo. El abdomen de la hembra tiene forma de huso y es típicamente de color pardo amarillento con la parte anterior del cuerpo más oscura que la posterior, aunque se conocen 3 formas diferentes (típica, oscura e intermedia) cuya frecuencia varía. El macho tiene un abdomen más pequeño y su cuerpo es normalmente de color blanco amarillento.

Síntomas y daños.

Los daños directos que produce esta especie provienen de las picaduras que realizan sobre la planta, que derivan en diversos síntomas según los órganos y el estado fisiológico del vegetal, tales como: plateado de los frutos, distorsión en el crecimiento de los tejidos, deformación de frutos decoloración de pétalos y caída de flores. Los efectos de la puesta son considerados también como daños directos, ya que en frutos muy susceptibles, como algunas uvas de mesa, se produce el rajado de los frutos facilitando así la infección por hongos y bacterias. El efecto adicional más importante es la transmisión de varios virus, entre los cuales cabe destacar el broceado del tomate (TSWV), del cual *F. occidentalis* es un vector muy efectivo y que puede afectar gravemente a diversas hortalizas.

Señalización de plagas

Método de muestreo.

Se iniciarán los muestreos tan pronto esté establecido el cultivo a partir de los 10 días del trasplante. Los conteos se realizarán en horas tempranas de la mañana, directamente sobre cada planta sin arrancar hojas al cultivo, se muestrearán 25 plantas, cubriendo toda la casa en forma de tablero de ajedrez considerando los lugares más susceptibles a la aparición de plagas (zonas bajas y más húmedas de las casas y los bordes y centros). Se observará una hoja a cada nivel (inferior, medio y superior) para el caso de los insectos y brotes laterales y yemas terminales para los ácaros. Se revisará diariamente la plantación, y se aplicará en profundidad el método de señalización dos veces por semana. Para las enfermedades se observarán las plantas en su conjunto, haciendo énfasis en el nivel medio e inferior para el caso de *Fulvia*, *Cercospora* y *Phytophthora*.

Los puntos de muestreos estarán dirigidos a las zonas más bajas y húmedas de la casa. El conteo del número de larvas de Lepidópteros se realizará sacudiendo las plantas sobre una superficie clara.

Se revisarán las plantas y se anotarán el total de larvas, ninfas y adultos de pulgones; larvas de lepidópteros; larvas de minadores; adulto de moscas blancas; larvas, ninfas y adultos de ácaros y *Thrips*, así como los síntomas de enfermedades. El índice para aplicar se tomará según las metodologías de Señalización de las diferentes plagas y enfermedades.

Índices para señal de aplicación

Spodoptera spp

Desde el trasplante hasta 50 días: se dará la señal cuando el índice sea superior a 0,4 larvas del segundo estadio por planta.

Más de 50 días: Cuando se observe 1 larva/planta y la infestación sea superior al 10 %.

Keiferia lycopersicella.

Si se observa de un 5-10 % de hojas con minas con larvas vivas o huevos.

Bemisia tabaci

En los lugares donde se encuentren moscas blancas se evaluarán además 5 plantas para determinar el grado de afectación por virus.

La evaluación de la gradología para la enfermedad viral será:

Valor 0 = Planta sana.

Valor 1 = Plantas hasta con un 20 % de moteado clorótico sin encrespamiento ni deformación.

Valor 2 = Plantas con un 21-50 % de moteado clorótico y ligeramente encrespado.

Valor 3 = Plantas con más de un 50 % de moteado clorótico o mosaico amarillo con encrespamiento.

Valor 4 = Plantas con mosaico amarillo, encrespamiento severo reducción de la extremidad y enanismo.

El índice para la señalización se basará en la ausencia, presencia y magnitud de la enfermedad viral.

En ausencia de virus: Primeros 15 días: 0,2 adultos por planta. Si después de 15 días del trasplante hasta el inicio del desarrollo de frutos no se ha detectado la infección, el índice será 0.5. En fructificación el índice será de 1 mosca / planta.

Plantas con virus: Primeros 15 días del trasplante: 0,2 adultos / hoja.

Después de 15 días: 0,2 hasta grado 3 en que cesa la señal.

Agromyza sp y *Liriomyza trifoli*.

En casas de Producción de Posturas: 0.3 larvas vivas por hoja.

En Casas de Cultivo Protegido: 1 larva viva/hoja para daños en los tercios inferiores y 0.5 para daños en el tercio superior. (Atención al 40 % de biorreguladores.)

.*Myzus persicae*.

Cuando se presente el 5 % de las plantas con 20 ó más áfidos (1.5 por planta).

Thrips palmi

Si en la realización de los muestreos se detecta el *Thrips palmi* se procederá de inmediato a la aplicación de los productos indicados en la estrategia para su control.

Polyphagotarsonemus latuus.

La evaluación de la gradología para obtener el índice de infestación (% de distribución e intensidad) de la plaga será:

| <i>Grado</i> | <i>Descripción</i> |
|--------------|------------------------------|
| 0 | Plantas sin ácaros. |
| 1 | De 1 - 2 estadios / hojas. |
| 2 | De 3 - 4 estadios / hojas. |
| 3 | De 5 - 6 estadios / hojas. |
| 4 | De 7 - 8 estadios / hojas. |
| 5 | De 9 ó más estadios / hojas. |

Para ello se aplicará la formula:

$$\% \text{ Intensidad} = \frac{\sum a \times b \times 100}{n \times k}$$

Donde:

$a \times b$ = Sumatoria de los productos ($a \times b$) de cada grado

a = Grado de la escala.

b = Unidades del grado.

n = Total de unidades observadas.

K = Ultimo grado de la escala.

Se determinará el porcentaje de distribución por la siguiente fórmula

$$\% \text{ Distribución} = \frac{\text{Unidades afectadas} \times 100}{\text{Unidades Observadas}}$$

De 2 a 3 ácaros promedio por hoja (2 ácaros al inicio y 3 después de la floración). Puede realizarse teniendo en cuenta del 10- 20 % de infestación. En los siguientes muestreos se continúa determinando la dinámica de la plaga, para hallar la efectividad técnica de la aplicación.

Cercospora capsici.

Para evaluar el daño de la enfermedad se utilizará la siguiente escala de valores:

| Grado | Descripción del área foliar afectada |
|-------|--------------------------------------|
| 0 | Hojas sanas |
| 1 | De 11 - 25 % |
| 3 | De 20 - 50 % |
| 4 | Mayor de 50 %. |

Se calculará el porcentaje de Distribución e Intensidad con la fórmula anteriormente descrita. Se realizará la señal con los primeros síntomas de la enfermedad

Cladosporium fulvum.

La evaluación se realizará mediante escala descrita para la Cercospora y la señal se dará cuando se observen los primeros síntomas de la enfermedad.

Phytophthora infestans.

La evaluación se realizará mediante escala descrita para la Cercospora y la señal se dará cuando se observen los primeros síntomas de la enfermedad.

Septoria lycopersici

La evaluación se realizará mediante escala descrita para la Cercospora y la señal se dará cuando se observen los primeros síntomas de la enfermedad.

Pseudoperonospora cubensis y Erysiphe cichoracearum

Se evaluará el porcentaje de distribución e intensidad según la escala:

| Grado | Descripción del área foliar afectada |
|-------|--|
| 0 | Planta sana |
| 1 | Del 1 al 5 % de manchas |
| 2 | Del 5 al 10 % del área foliar atacada |
| 3 | Del 11 al 25 % del área foliar atacada |
| 4 | Del 26 al 50 % del área foliar atacada |
| 5 | Más del 50 % del área foliar atacada |

Se determinará el porcentaje de intensidad aplicando la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Intensidad} = \frac{\sum a \times b \times 100}{n \times k}$$

Donde:

$a \times b$ = Sumatoria de los productos ($a \times b$) de cada grado.

a = Grado de la escala.

B = Unidades del grado.

n = Total de unidades observadas.

k = Ultimo grado de la escala.

Se determinará el porciento de distribución por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Distribución} = \frac{\text{Unidades afectadas} \times 100}{\text{Unidades Observadas}}$$

Las aplicaciones contra *P. cubensis* se inicián una vez detectado el 2 % de ataque y para *Erysiphe cichoracearum* el 5 %.



Foto 109. *Trips occidental de las flores. Frankliniella occidentalis*

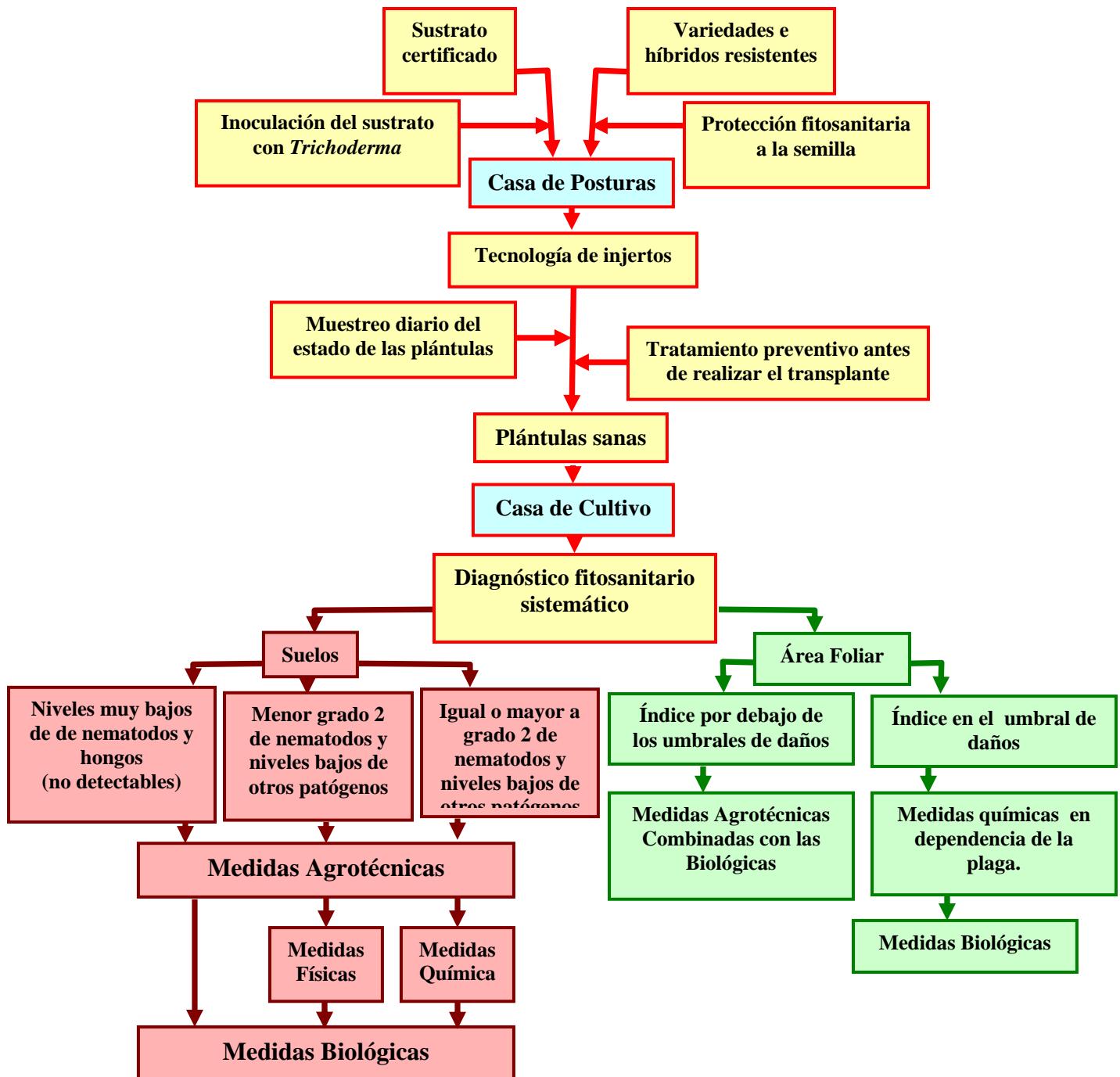


Foto 110. *Bronceado del tomate. Tomato spotted wilt virus-TSWV*

Manejo Integrado de Plagas.

La aplicación del MIP en las casas de cultivo protegido presupone la adopción oportuna de medidas que coadyuven reducir la incidencia, establecimiento y desarrollo de organismos nocivos a los cultivos dentro de las instalaciones, así como aquellas que se derivan de una insuficiente conducción del proceso tecnológico en este tipo de producción. En sentido general, las ,mismas comienzan desde la selección de las áreas y ubicación de las casas, calidad constructiva su mantenimiento y tensado de las mallas, cumplimiento de los ciclos de producción y agrotecnia adecuada de cada cultivo, observación de las medidas de seguridad establecidas, señalización oportuna de objetos nocivos y termina con las cosecha , eliminación sistemática de restos de cosechas y malezas que pudieran servir de reservorios de plagas , enfermedades y semillas de malezas, desinfección de los suelos y los substratos antes de comenzar cada ciclo de manera que toda la instalación este apta para comenzar de nuevo el proceso productivo. No obstante estas consideraciones generales se deben adoptar ante cada plaga o enfermedad acciones precisas de manejo en dependencia de sus características y de los cultivos en que incidan.

En la presente grafica se ilustra el esquema general integral para la implementación del Manejo Integrado de Plagas en las casas de cultivos.



Manejo para el control de las plagas.

Minador gigante o gusano de alfiler (*Keiferia lycopersicella*)

Es de vital importancia evitar que la plaga entre y se establezca en el interior de las casas así como la revisión sistemática de las trampas colocadas en el exterior e interior de las instalaciones. La señalización oportuna de su presencia en ellas y en los alrededores permitirá establecer las medidas de control oportunamente con los biopreparados y plaguicidas indicados.

Es posible su detección en las primeras horas de la mañana, antes de la 7 am tanto en el exterior como en el interior sobre las mallas de las casas, en el suelo húmedo, adheridos a ellos, al tener sus alas húmedas y no poder volar. En ese momento el control es muy efectivo con mochila y motomochilas utilizando productos de contacto.

El cumplimiento riguroso del deshije y deshoje, dejando dos o tres hojas por debajo del racimo y la eliminación de los residuos después de cada saneamiento y al finalizar el ciclo productivo fuera de las instalaciones permitirá reducir significativamente sus poblaciones. Otra alternativa sería practicar la rotación con cultivos no afines al tomate.

Mosca blanca. *Bemisia tabaci* - *Geminivirus*.

El manejo para el control de este complejo comienza con la desinfección de la semilla con Gaucho 70 % WS antes de la siembra y el tratamiento Confidor 70 % GD a las posturas de tomate a dosis de 0.3 L/ha tres días antes del trasplante en las casas de postura, y aplicaciones a los 14 y 28 días después del trasplante con este plaguicida a dosis de 0.5 L/ha en las Casas de Cultivo mediante el sistema de riego.

Se aplicará además el *Verticillium lecanii* en presencia de las plagas y continuar aplicaciones químicas en el índice de la señal.

La eliminación de plantas y malezas hospedantes y la colocación de trampas de color amarillo impregnadas de goma entomológica o grasas contribuyen a disminuir sus poblaciones.

Se aplicará la selección negativa al detectarse plantas enfermas con *Geminivirus* las que serán destruidas fuera de las instalaciones.

Debe procurarse la siembra de variedades resistentes a *Geminivirus* sobre todos en los meses secos donde las poblaciones de Mosca blanca son más altas.

Thrips de los melones (*Thrips palmy*)

Las acciones para el control integrado de esta plaga estarán dirigidas a:

- 1 Lograr una adecuada agrotecnia desde la preparación del suelo la cual se hará a la máxima profundidad posible.
- 2 Mantener la humedad del suelo requerida cumpliendo rigurosamente las frecuencias y normas de riego establecidas.
- 3 La áreas exteriores e interiores de las casas permanecerán permanentemente libres de malezas y otras plantas que pudieran ser hospederas de *Thrips Palmi* (Bledos, Lechosa, Escoba Amarga, etc).
- 4 Mantener un monitoreo permanente en las trampas, áreas exteriores e interiores para detectar su presencia y adoptar las medidas de control indicadas oportunamente.
- 5 Las aplicaciones de medios biológicos se realizarán a partir de la presencia de la plaga y se continuarán con los insecticidas indicados a partir de índices de aplicación.
- 6 Crear una biodiversidad alrededor de las casas de cultivo. que favorezca el establecimiento y conservación de los enemigos naturales como maíz, millo, etcétera.
- 7 Cumplir estrictamente las medidas de cuarentena y de seguridad indicadas para estas instalaciones (puertas cerradas, mallas en buen estado y tensadas, etcétera).

Acaros: (*Vasates destructor*, *Tetranychus sp.*, *Tetranychus urticae*, *Polyphagotarsonemus latus*)

La culminación de tratamientos con *Bacillus thuringiensis* cepa 13 y aplicaciones de Abamectina 1.8 % CE y Dicofol 18.5 % EC cuando existan índices para la señal mantendrán baja las poblaciones de estos ácaros, por lo que se precisa un muestreo sistemático desde la casa de postura y del trasplante en la casa de cultivo.

Los tratamientos estarán dirigidos hacia las partes más jóvenes de la planta, brotes, yemas terminales y botones florales procurando una cobertura total de las plantas.

Se deben evitar las siembras escalonadas y no plantar otros cultivos que sean hospederos de estas plagas. Son eficaces también las medidas agrotecnicas y culturales indicadas para Mosca blanca.

Thrips sp (*Thrips*)

Las medidas indicadas para *Thrips palmi* y mosca blanca son efectivos contra los mismos.

Minador común (*Agromyza sp*, *Liriomyza trifolii*).

Además de las medidas agrotecnicas y culturales indicadas para otras plagas, se debe optimizar la preparación del suelo con lo que se elimina gran número de pupas de este insecto. Se debe monitorear permanentemente el nivel de parasitismo y solo indicar tratamiento químico cuando este sea inferior al 40 %.

Las aplicaciones con el *Bacillus thuringiensis* cepa 24 desde su presencia y la liberación y estimulación de sus bioreguladores como el *Opius dimidiatus* (*Braconidae*), *Orius Sp.* y *Chrysocharis parksi* (*Chalcidoidae*), parásitos de las larvas pueden mantener en índices bajos las poblaciones de esta plaga y otras como el *Thrips palmi* Karny. Las aplicaciones son más efectivas cuando se realizan en horas tempranas, dirigidas a las hojas exteriores y sobre las fases larvales del insecto.

Nemátodo nodulador (*Meloidogyne spp* y *Rotylenchulus reniformis*).

El manejo de estos parásitos es en la actualidad la tarea más compleja del proceso tecnológico en las Casas de cultivo. Entre las causas que propician la introducción de los nematodos a estas instalaciones se encuentran:

- 1 Uso de sustratos no certificados y suelos contaminados.
- 2 Uso de implementos agrícolas y bandejas para cepellones sucios y con terrones de suelo contaminado adheridos a las superficies y resquicios.
- 3 Trasiego entre instalaciones sin desinfectar manos, zapatos y neumáticos de los vehículos.
- 4 Acumulación de restos de raíces contaminadas en las casas al terminar los ciclos productivos.
- 5 Mal drenaje interno y superficial de las áreas, que provoque escorrentías y movimiento de las poblaciones de nematodos de un sitio a otro.
- 6 Siembras escalonadas y consecutivas del mismo cultivo.
- 7 Uso de semillas no certificadas, variedades e híbridos susceptibles y otras plantas hospedantes de la plaga.
- 8 Mala realización de las actividades agrotécnicas y fitosanitarias de control.
- 9 Movimiento del personal que labora en las instalaciones desde las plantaciones de fenología más avanzadas hacia las más jóvenes y de las casas más afectadas hacia las sanas.
- 10 Incumplimiento de la Norma Cubana 70-07 establecida para el traslado de posturas.
- 11 Desconocimiento de la calidad de las fuentes de abasto de agua.

Las acciones fundamentales del Manejo contra esta plaga serán:

- 1 Evitar la introducción de ellos en las Casas por medio del calzado e implementos agrícolas, aguas de escorrentías desde el exterior, materia orgánica y substratos o siembra de posturas infestadas, para lo cual se cumplirán todas las medidas de seguridad, drenaje y desinfección establecidas.
- 2 En caso de presentarse suelos con niveles no detectables de nematodos y otros patógenos se prepara el suelo profundizando al máximo posible , con aplicación de *Trichoderma* cepas 66 y 34 , en el fondo del surco para la protección de las plántulas, o Heber Nem a través del sistema de riego . Con estas medidas y el mantenimiento de la humedad del suelo requerida, cumpliendo rigurosamente las frecuencias y normas de riego establecidas, se controlan además las pupas de *Thrips palmi* Karny, del minador gigante o gusano de alfiler (*K. lycopersicella*) y del minador común (*Agromyza sp.*, *Liriomyza trifolii Burgess*) que puedan existir en las casas.
- 3 Cuando los niveles de infestación de nematodos son (menor de grado 2) y bajos niveles de otros patógenos realizar preparación de suelo, a más de 25 cm de profundidad, que deje el suelo bien mullido para que permita el movimiento de los gases entre las partículas, luego se

podrán implementar medidas físicas. Para esto se aplicará un riego y se colocará nylon transparente (mayor de 200 micras) seguido de un período de solarización (30 días), que puede ser combinado con biofumigación (aplicación de residuos de crucíferas, materia orgánica sin descomponer o residuos de la agroindustria a dosis desde 70 a 100 T/ha) para acortar el tiempo de desinfección, para esto es imprescindible que se corran las mallas de sombreo de las casas. Otra acción agrotécnica a desarrollar cuando se tiene esta condición de infestación media, es el uso de las plantas trampas o extractoras de nematodos. Para ello se realizará el transplante, intercalado en los surcos, de plántulas de lechuga con 25 días de nacidas, obtenidas en un sustrato libre de nematodos, y se cosecharán a los 28 días, en este momento se extraerán los sistemas radicales nodulados por nematodos y se trasladarán fuera de las instalaciones, esta medida deberá ser combinada con el uso de *Trichoderma* o Herber Nem según se describe con anterioridad.

- 4 Para el caso de detección de altos niveles de infestación de nematodos (mayor de grado 2) se procederá a realizar preparación de suelo a más de 25 cm de profundidad, que deje el suelo bien mullido, seguida de la aplicación de medidas químicas. En estos casos se recomiendan los siguientes productos: dazomet (Basamid®), 1,3 dicloropropeno+cloropicrina (Agrocelhone NE®), metam sodio (Vapam),). Después de la aplicación de una de estas opciones químicas se realizará un tratamiento con ***Trichoderma*** u otro medio biológico disponible que colonice rápidamente e impidan las reinfestaciones.
- 5 Lograr el laboreo semanal del suelo, procurando su máxima exposición a los rayos solares, por ser esta una de las medidas más efectivas para el control de estos parásitos.
- 6 Mantener un monitoreo sistemático del nivel de sus poblaciones llevando un registro del mismo.

Alternativas químicas y biológicas en el control de nemátodos.

Químicos

| Químicas | |
|---|--|
| Productos | Dosis L o Kg. /ha |
| Agrocelhone NE CE (51.4+29.5). No mezclar con otros plaguicidas. | 300-400k/ha (30-40gr/m² aplicada sobre el área neta). (50 Kg./ha en sustratos) |
| <ul style="list-style-type: none">• Tierra bien preparada y mullida a 30-40 cm de profundidad. Previamente eliminar cultivo anterior y restos.• Riegos cada 4-5 días, hasta 50-60% de humedad. (capacidad de campo)• Tapar hermético el cantero con polietileno.(blanco o negro).• Aplicación mediante el riego., calcular dosis según área neta a tratar (procedimiento operativo).• Retirar el polietileno a los 10-12..... días. de la aplicación.• Dejar airear durante 3-4.... días.• Siembra a los 3-4.....días.• Repetir la aplicación en cada ciclo del cultivo, previo muestreo nematológico. | |

| Productos | Dosis L ó Kg. /ha |
|--|---------------------------|
| Basamid (dazomet) P98. | 60gr/m² |
| <ul style="list-style-type: none">• Preparación y mullido del suelo, 2-3 semanas antes del tratamiento.• Humedad del suelo entre 60y 70%(cap. de campo).• Aplicación del producto al suelo.• Incorporación inmediata del producto al suelo a una profundidad de 20 cm.• Cubrir con polietileno.• Descubrir el cantero a los 4-5 días del tratamiento.• Ventilar de 3-10 días.• Prueba de germinación previa.• Siembra. | |

| Biológicos | |
|---|--------------------------------|
| Productos | Dosis L o Kg. /ha |
| HeberNem. (No mezclar con otros plaguicidas). | 20mL/100Kg de sustrato. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Los sustratos y los suelos deben contener de 3-4% de materia orgánica disponible y de 12-18% de materia orgánica total. • Mezclar 20mL del producto con 10 L de agua y agitar hasta homogenizar. • Mezclar la suspensión con 100Kg de sustrato. • Dejar reposar el sustrato de 3-7 días antes de la siembra de la semilla. | |

| 10 L / ha o 1 ml / m², (presiembra) |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Primera aplicación-- de 3- 7 días antes del transplante o siembra directa, 40-70 mL de solución final por planta. • Mantener la agitación del producto constantemente. • No aplicar la solución después de una hora de preparada. • Segunda aplicación-- a los 14 días después del transplante. 50-90 mL/planta de solución final. • Tercera aplicación--21 días después de la segunda aplicación. • A través del sistema de riego. |

Manejo de las enfermedades producidas por hongos y bacterias.

Para alcanzar un adecuado manejo y control de las enfermedades que inciden en las Casas de Cultivo Protegido y de Postura se deben combinar adecuadamente medidas legales o de cuarentena, agrotécnicas y químicas así como conocer sus sintomatologías y condiciones que favorecen su aparición y desarrollo, además de algunas características específicas como son sus mecanismos de transmisión, que impliquen también acciones especiales para su prevención y control.

Un grupo importante de las acciones indicadas para el manejo de plagas y en los acápite de medidas obligatorias y generales ejercen una acción directa en tales propósitos siendo entre otros, el manejo de la humedad del suelo y ambiental, el saneamiento y destrucción de residuos, la nutrición adecuada y la detección oportuna, elementos fundamentales para prevenir y evitar grandes afectaciones a los cultivos.

El cumplimiento del programa de aplicaciones preventivas semanales con productos protectantes bien dosificados y con la solución final establecida de acuerdo a la fase fenológica del cultivo, unido a las aplicaciones oportunas según señal de productos fungicidas de acción curativa, serán elementos insustituibles en el control de las enfermedades.

La frecuencia de las aplicaciones preventivas estará en dependencia de las condiciones reinantes y la evolución de las enfermedades. Debe recalcarse la necesidad de sembrar solo semillas certificadas y previamente desinfectadas y llevar a plantación posturas sanas y con buen desarrollo vegetativo, en lo que influye positivamente la calidad de los substratos y el tratamiento de los mismos en el cepellón con *Trichoderma* a las dosis y momentos indicados.

Los muestreos sistemáticos y la aplicación consecuente de las metodologías de señalización expuesta para cada organismo nocivo, constituyen el eslabón fundamental en el empeño de detectar y controlarlas oportunamente.

Al detectarse la presencia de enfermedades como la *Erwina spp.*, *Sclerotun sp.*, *Phytophthora parasitica* *Fusarium sp.* y otras de carácter infeccioso local, se procederá a la selección negativa incinerando los residuos fuera de las instalaciones y se desinfectarán los focos con solución de hipoclorito de sodio al 1 % y aplicaciones de fungicidas cúpricos más hidrato de cal de 4-5 kg/ha y un adherente. Las manos y calzado de los que practiquen la selección negativa y los medios utilizados deberán ser desinfectados al concluir la labor con formol o hipoclorito a las dosis indicadas para cada propósito.

Si se detectara alguna sintomatología desconocida se debe comunicar de inmediato a la ETPP que atiende el territorio y adoptar medidas extremas de seguridad en el local hasta tanto se emita el diagnóstico y recomendaciones pertinentes.

Una medida válida en todos los casos es impedir que corrientes de agua desde el exterior entren y salgan de las Casas de Cultivo, por lo que las vías de drenaje deben estar previstas en cada instalación.

Por último es de importancia capital para lograr un manejo y control efectivo, tanto de plagas como de las enfermedades, cumplir rigurosamente la tecnología de producción de cada cultivo y

las indicaciones de este programa de defensa fitosanitaria. Cualquier violación, por simple que parezca es una ventana que se abre a ellas e inevitablemente se incurrirán en gastos adicionales, merma de los rendimientos y de calidad e incluso pueden inutilizarse las producciones para el consumo y la comercialización.

Finalmente, no es posible lograr estos propósitos a cabalidad si no se cuenta con variedades resistentes a determinados agentes nocivos y bien adaptados a estas condiciones de producción, por lo que trabajar en estas direcciones sería un complemento esencial para lograr un manejo adecuado del cultivo y de los organismos nocivos que los afectan.

Medios y técnicas de aplicación

Para lograr un óptimo control de las plagas no basta solamente con su detección temprana y la selección del producto más efectivo, es necesario contar con una adecuada técnica y en perfecto estado de conservación, calibrada sin salideros, con boquillas uniformes y bien orientadas, que garanticen cobertura y entrega de los volúmenes previstos.

Si se dispone en la instalación del boom vertical, el uso de las mochilas y motomochilas se limitará solamente a las primeras fases fenológicas del cultivo.

Para el tomate y pimiento la solución final oscilará entre 200 y 600 L/ha en dependencia del porte del cultivo. En primera etapa 200 L/ha, en la segunda etapa 400 L/ha y en la tercera etapa 600 L/ha.

Para el pepino y el melón, se utilizará una solución final que asegure una buena cobertura, la que oscilará entre 200 y 800 L/ha en dependencia del porte del cultivo. En la primera etapa 200 L/ha, en la segunda 400 L/ha y en la tercera 800 L/ha.

La ETPP periódicamente tomará muestras de caldos las que se enviarán al LPSV para determinar el porcentaje de concentración del producto utilizado.

Ejercicio Práctico No 1.Aplicación de plaguicidas.

Una casa de cultivo de 540 m² se encuentra plantada de tomate en su tercera Etapa y tiene un ataque de ácaros. El pH del agua con que se aplicará el producto es de 7.5.

Datos a buscar en las tablas:

Solución final para el tomate en la III Etapa es de 400L/ha.

Para los ácaros se utiliza el Dicofol 18.5% EC, con una dosis de 1.5 L/ha.

El pH ideal del agua para aplicar el Dicofol es de 5.

¿Qué solución final necesitamos para una casa de cultivo de 540m²

10000 m² _____ 400 L de solución final.

540 m² _____ X

$$X = \frac{400 \times 540}{10000}$$

X = 22L de agua para la casa de cultivo

¿Cuantos ml de Dicofol necesitamos

Si usamos la dosis aproximada que está en la tabla, para 1.5 L/ha seria 2.5 ml/L. Como son 22 L de agua de solución final, se multiplica y se obtiene 55ml de Dicofol que se aplican a la casa de cultivo.

2.5 ml x 22 L. de agua = 55 ml.

¿Cómo reducir el pH de 7.5 a 5.que es lo indicado para preparar la solución con el Dicofol. Para esto se sigue el procedimiento que se explica en el capítulo de riego.

Ejercicio Práctico # 2 para el cálculo de Plaguicidas.

En una casa de cultivo de 480 m² con una plantación de pepino en su III Etapa se presenta un ataque de *Pseudoperonospora cubensis*. Se cuenta con agua que tiene un pH de 7.5.

Se dispone de Ridomil MZ 72% PH.

El agua tiene un pH de 7.5.

Buscamos en las tablas en el Manual los datos que necesitamos:

⁶¹ El Ridomil se aplica en dosis de 2.5 Kg/ha .

⁶² La solución final para la III Etapa es de 600 L/ha .

⁶³ El Ridomil se aplica con el agua a un pH de 5.

Necesitamos conocer:

- Solución final en la casa de Cultivo.

- Gramos de Ridomil por cada L de agua.

-Cómo llevar el pH del agua a un un pH de 5.

Cálculos.

$$\begin{array}{l} \text{En } 10000 \text{ m}^2 \text{ ----- } 600 \text{ L de solución final} \\ \text{480 m}^2 \text{ ----- X} \end{array}$$

X = 29 L de solución final para la casa de cultivo.

$$\begin{array}{l} \text{En } 10000 \text{ m}^2 \text{ ----- } 2.5 \text{ Kg de Ridomil} \\ \text{480 m}^2 \text{ ----- X.} \end{array}$$

X = 0.12 Kg = 120 g de Ridomil.

120 g / 29 L = 4 g de Ridimil por cada L de agua.

El pH del agua de 7 se lleva a 5 por el procedimiento explicado en el capítulo de riego.

Tabla.33 Solución final por Etapa en cada cultivo (L/ha)

| Etapa | Tomate | Pimiento | Pepino | Melón | Sandía |
|-------|--------|----------|--------|-------|--------|
| I | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| II | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| III | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| IV | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| V | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |

Tabla.34 Dosis de plaguicidas (ml/ L o g/L) de acuerdo a la solución final (L/ha).

| Dosis de Plaguicidas L/ha o kg/ha | Dosis en ml/L o g/L | S. Final (L/ha) 200L Casa de 540m ² 11L ml/L o g/L | 400L 22L ml/L o g/L | 600L 32L ml/L o g/L |
|-----------------------------------|---------------------|--|------------------------|------------------------|
| 0.2 | 0.4-0.6 | 4-6 | 9-13 | 13-19 |
| 0.5 | 1.0-1.3 | 11-14 | 22-29 | 32-42 |
| 1.0 | 1.7-2.5 | 19-28 | 37-55 | 54-80 |
| 1.5 | 2.5-3.7 | 28-41 | 55-81 | 80-118 |
| 2.0 | 3.3-5.0 | 36-55 | 73-110 | 106-160 |
| 2.5 | 4.0-6.0 | 44-66 | 88-132 | 128-192 |
| 3.0 | 5.0-7.5 | 55-82 | 110-165 | 160-240 |
| 3.5 | 5.8-8.7 | 64-95 | 128-191 | 186-278 |
| 4.0 | 6.6-10.0 | 73-110 | 145-220 | 211-320 |

Deben evitarse aplicaciones con volúmenes mayores a lo indicado para:

- Obtener gotas finas que logren una mayor penetración.
- Lograr una distribución uniforme, por el haz y el envés de las hojas.
- Evitar que las gotas se unan provocando acumulación de producto y surja peligro de fitotoxicidad.
- Impedir que el líquido acumulado se escurra y caiga al suelo.
- Evitar sobrante de caldo.
- Manejo eficaz y seguro de plaguicidas

Las medidas de precaución para el manejo eficaz y seguro de los Plaguicidas dependen de la clasificación toxicológica según la Lista Oficial de Plaguicidas autorizados y que a la vez están en las etiquetas específicas de cada producto.

Entre ellas tenemos:

- Utilización de los medios de protección en correspondencia a las exigencias del producto que se aplica.
- Prestar atención especial al leer las advertencias de precaución impresas en las etiquetas o en las instrucciones de aplicación.
- Mantener los productos en su envase original, herméticamente tapados en almacenes con buena ventilación, sus puertas y ventanas con seguridad, y lejos de los alimentos.
- Solo se autoriza el trabajo con productos fitosanitarios a fumigadores, técnicos y personal capacitado y adiestrado, mayores de edad.
- Para la preparación del caldo de productos no utilizar recipientes que no sean los reservados para este propósito, y después de usarlos lavarlos inmediatamente, así como los implementos, mochilas y tanques.
- Utilizar equipos de aplicación en perfecto estado técnico.
- Evitar el contacto del producto con la piel y ojos. No soplar para destupir las boquillas.
- Realizar las aplicaciones en horas tempranas de la mañana o en horas frescas de la tarde.
- No beber, comer o fumar durante el trabajo.

Evitar la inhalación de la niebla de los productos, así como, manejar con cuidado los medios de aplicación según el porte o la fase fenológica del cultivo.

X- ANEXOS

Tabla 35. Directrices para interpretar la calidad de las aguas para el riego.

| Problema Potencial | Unidades | Grado de restricción | | |
|--|---------------------------|---------------------------------|--|------------------------------|
| | | Ninguna | Ligera | Severa |
| Salinidad (C.E.) | dS/m | 0.7 | 0.7 - 3 | 3 |
| Salinidad SST | mg/L | 450 | 450 – 2000 | 2000 |
| Infiltración RAS = 0.3 y Cea 3 - 6 6 - 12 12 - 20 20 - 40 | | 0.7 1.2 1.9 2.9 5.0 | | |
| Toxicidad Sodio Na ⁺ Por superficie Por aspersión Cloruro Cl ⁻ Por superficie Por aspersión Boro | meq/L meq/L mg/L | 3.0 3.0 4.0 3.0 0.7 | 3.0 - 9.0 3.0 4.0 - 10 3.0 0.7 – 3.0 | 9.0 - 10.0 - 3.0 |
| Varios Nitrógeno NO ₃ N Bicarbonato HC O ₃ | mg/L meq/L | 5.0 1.5 | 5.0 - 30 1.5 – 8.5 | 30.0 8.5 |
| pH | Amplitud normal 6.5 - 8.4 | | | |

C.E.- Conductividad eléctrica.

RAS- Relación de Absorción de Sodio.

SST- Sólidos Solubles Totales.

C.E.a- Conductividad eléctrica del agua.

Tabla 36. Relación entre concentración en mmol/L, mg / L y me / L.

| ION | Mm/ L | mg/ L | me/ L |
|--------------------------------|-------|--------|-------|
| NO ₃ | 1 | 62.0 | 1 |
| H ₂ PO ₄ | 1 | 97.0 | 1 |
| K | 1 | 39.102 | 1 |
| Ca | 1 | 40.08 | 2 |
| Mg | 1 | 24.312 | 2 |
| SO ₄ | 1 | 96.1 | 2 |
| Na | 1 | 23.0 | 1 |
| Cl | 1 | 35.453 | 1 |
| HCO ₃ | 1 | 61.0 | 1 |

Tabla 37. Evaluación del contenido de nutrientes de un suelo según el servicio agroquímico.

| | | P₂O₅ (mg/100g) | | K₂O (mg/100 g) | |
|-------------------------|------------------|---|------------------|----------------------------------|------------------|
| Categoría | | Oniani | Machiguin | Oniani | Machiguin |
| Hortalizas | Bajo | < 15.0 | < 1.5 | < 15.0 | < 30.0 |
| | Mediano | 15.0 - 30.0 | 1.5 - 3.0 | 15.0 - 20.0 | 30.0 - 40.0 |
| | Alto | > 30 | > 3.0 | > 20.0 | > 40.0 |
| Categoría | | Relación | | | |
| | | Mg/Ca | | K/K+Ca+Mg | |
| Deficiente | | 1/30 - 1/20 | | > 20 | |
| Bajo | | 1/20 - 1/10 | | 10 - 20 | |
| Suficiente | | 1/10 - 1/5 | | 5 - 10 | |
| Excesivo | | 1/5 - 1/3 | | < 5 | |
| Relación Ca/Mg+K | | K/Mg | | K/Ca | |
| Valor | Categoría | Valor | Categoría | Valor | Categoría |
| < 2 | Bajo | < 0.1 | Bajo | < 0.3 | Adecuado |
| 2.0 - 6.0 | Adecuado | 0.1 - 0.6 | Adecuado | > 0.3 | Inadecuado |
| > 6 | Alto | > 0.6 | Alto | | |
| Materia | | | Orgánica | | |
| % | | | % | | |
| | | | Evaluación | | |
| < 1.5 | | | Muy baja | | |
| 1.5 - 3.0 | | | Baja | | |
| 3.1 - 5.0 | | | Mediana | | |
| > 5.0 | | | Alto | | |

Tabla 38. Densidad y concentración del ácido nítrico utilizado como portador de nutrientes y para disminuir el pH en la fertirrigación.

| Ácido Nítrico (HNO₃) | PM 63.02 | | PE 63.02 | |
|--|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|---|
| | Densidad kg/L | Contenido de HNO₃ | Contenido de N | Normalidad de la Solución (g/L/meq/ml) |
| | % de peso | g/L | % de peso | g/L |
| 1.5 | 95 | 1425 | 21.0 | 316.0 |
| 1.42 | 70 | 994 | 15.5 | 220.5 |
| 1.38 | 60 | 828 | 13.1 | 183.7 |
| 1.33 | 53 | 705 | 11.7 | 156.4 |

Nota: En 63.02 g de HNO₃ hay 14.0 g de N, o sea el 22.18 %.

Para convertir de HNO₃ a N se multiplica por 0.228.

Para convertir de N a NO₃ se multiplica por 4.427.

Tabla 39. Densidad y concentración del ácido fosfórico utilizado como portador de nutrientes para disminuir el pH en la fertirrigación.

| Ácido Orto-Fosfórico (H_3PO_4) | | | PM 98.04 | | PE 98.04 |
|------------------------------------|------------------------|------|-----------------------|-------|---|
| Densidad (kg/L) | Contenido de H_3PO_4 | | Contenido de P_2O_5 | | Normalidad de la Solución (g/L / meq/ml) |
| | % de peso | g/L | % de peso | (g/L) | |
| 1.689 | 85 | 1436 | 61.57 | 1040 | 14.6 |
| 1.579 | 75 | 1184 | 54.33 | 860 | 12.1 |
| 1.526 | 70 | 1068 | 50.71 | 774 | 10.9 |
| 1.335 | 50 | 667 | 36.22 | 484 | 6.8 |

Nota: En 2 H_3PO_4 (196 g) hay 142 g de P_2O_5 , o sea el 72.4 %.

Para convertir de H_3PO_4 a P_2O_5 se multiplica por 0.724.

Para convertir de P a P_2O_5 se multiplica por 2.29.

Tabla 40. Elementos esenciales para las plantas. Formas de elemento, símbolo químico y absorción por las plantas:

| Elemento esencial | Símbolo químico | Peso atómico | Forma de absorción | Peso iónico | Peso equivalente | Forma de expresión | Peso molecular |
|-------------------|-----------------|--------------|--------------------------|--------------|------------------|--------------------|----------------|
| Nitrógeno | N | 14.0 | NO_3^- NH_4^+ | 62.0 18.0 | 62.0 18.0 | N | 14.0 |
| Fósforo | P | 31.0 | $H_2PO_4^-$ | 97.0 | 97.0 | P_2O_5 | 142.0 |
| Potasio | K | 39.1 | K^+ | 39.0 | 39.0 | K_2O | 47.0 |
| Calcio | Ca | 40.1 | Ca^{++} | 40.1 | 20.0 | CaO | 56.1 |
| Magnesio | Mg | 24.3 | Mg^{++} | 24.3 | 12.2 | MgO | 40.3 |
| Azufre | S | 32.0 | SO_4^{--} | 96.1 | 48.0 | SO_4 | 96.1 |
| Hierro | Fe | 56.0 | Fe^{++} | 56.0 | 28.0 | FeO | 72.0 |
| Manganeso | Mn | 55.0 | Mn^{++} | 55.0 | 27.5 | MnO | 71.0 |
| Zinc | Zn | 65.5 | Zn^{++} | 65.5 | 32.8 | ZnO | 81.5 |
| Boro | B | 11.0 | $B_4O_7^{--}$ | 155.0 | 77.5 | | |
| Cobre | Cu | 64.0 | Cu^{++} | 64.0 | 32.0 | CuO | 80.0 |
| Molibdeno | Mo | 96.0 | MoO_4^{--} | 160.0 | 80.0 | | |
| Carbono | C | 12.0 | HCO_3^- CO_3^{--} | 61.0 62.0 | 61.0 31.0 | | |

Tabla 41. Factores de conversión

| Ca | x | 1.400 | CaO |
|----|---|-------|----------|
| Mg | x | 1.670 | MgO |
| P | x | 2.290 | P_2O_5 |
| N | x | 4.428 | NO_3 |
| N | x | 1.286 | NH_4 |
| K | x | 1.205 | K_2O |
| S | x | 3.000 | SO_4 |

Tabla 42. Factor de conversión para convertir los meq/litro de aniones y cationes en P.P.M. de sus formas de expresión en los productos fertilizantes.

| Meq/litro | Factor de Conversión | Forma de expresión en los fertilizantes |
|---|----------------------|---|
| NO ₃ ⁻ | 14 | N |
| NH ₄ ⁺ | 14 | N |
| H ₂ PO ₄ ⁻ | 71 | P ₂ O ₅ |
| K ⁺ | 47 | K ₂ O |
| Ca ⁺² | 28 | CaO |
| Mg ⁺² | 20 | MgO |
| SO ₄ | 48 | SO ₄ |

Tabla 43. Valores medios de extracción de nutrientes por toneladas de producción de varios países, incluyendo Cuba.

| Cultivos | kg de nutriente /t de producción | | |
|----------|----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Tomate | 3.0 – 4.0 | 1.0 – 2.0 | 5.7 – 8.0 |
| Pimiento | 4.7 – 5.2 | 1.2 – 3.5 | 6.4 – 8.0 |
| Pepino | 1.6 – 2.7 | 1.13 – 1.5 | 2.9 – 5.0 |
| Melón | 4.0 – 5.0 | 1.15 – 3.0 | 5.3 – 10.0 |
| Sandía | 1.7 | 1.3 | 2.7 |

Tabla 44. Rangos en los que suelen oscilar las concentraciones de los distintos nutrientes en las soluciones de aporte para cultivos sin suelo.

| Elementos | mmol/L | Expresión nutricional | ppm | Micro-elemento | ppm |
|---|------------|-------------------------------|---------|----------------|-------------|
| NO ₃ ⁻ | 10 - 15 | N | 140-210 | Fe | 1 - 3 |
| H ₂ PO ₄ ⁻ | 1 - 2 | P ₂ O ₅ | 72-144 | Mn | 0.6 - 1.0 |
| SO ₄ ⁻² | 1 - 2.5 | SO ₄ | 96-240 | Cu | 0.1 - 0.2 |
| Ca ⁺² | 3.5 - 6.0 | CaO | 196-336 | Zn | 0.8 - 1.0 |
| K ⁺ | 6.0 - 13.0 | K ₂ O | 282-611 | B | 0.2 - 0.5 |
| Mg ⁺² | 1.0 - 2.5 | MgO | 40-100 | Mo | 0.04 - 0.05 |

Tabla 45. Relación óptima de cationes en base a las soluciones ideales reportadas por diferentes autores.

| K | Ca | Mg |
|----------|-----------|-----------|
| 6.0 | 2.8 | 1 |
| 4.6 | 2.7 | 1 |
| 5.7 | 2.8 | 1 |

Tabla 46. Relación óptima de cationes según los rangos más usados en la producción.

| K | Ca | Mg |
|----------|-----------|-----------|
| 5-6 | 2.4 - 3.5 | 1 |

Tabla 47. Fertilizantes comerciales más utilizados en Cuba.

| Empresa comercializadora y país / Nombre comercial | Riqueza % | | | | | | | Características | | | | | |
|--|-----------|------|-----|-----|------|-----|------|-----------------|------|------|------|-------|---------------------------------|
| | N | P205 | K20 | Ca | Mg | S04 | Zn | Fe | Cu | B | Mn | Mo | |
| HAKAPHOS, Alemania | | | | | | | | | | | | | |
| HAKAPHOS verde | 15 | 30 | 15 | 0 | 2 | 0 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.001 | Muy soluble, polvo cristalizado |
| HAKAPHOS naranja | 15 | 5 | 30 | 0 | 1.3 | 0 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.001 | |
| AGRIMARTIN, España | | | | | | | | | | | | | |
| AZOFERT verde | 15 | 10 | 15 | 0 | 2 | 0 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.001 | Muy soluble, polvo cristalizado |
| AZOFERT rojo | 15 | 5 | 30 | 0 | 1.3 | 0 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.05 | 0.001 | |
| SQM, Chile | | | | | | | | | | | | | |
| Nitrato de potasio(NKS) | 12 | 0 | 45 | 0 | 0 | 1.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Ultrasolube, polvo blanco |
| Nitrato de magnesio (ultrasol Mg) | 10.7 | 0 | 0 | 0 | 15.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Ultrasolube, escamas blancas |
| Nitrato de calcio | 15.5 | 0 | 0 | 2.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Ultrasolube, granulado blanco |
| Ultrasol inicial | 15 | 30 | 15 | 0 | 1 | 1.2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Ultrasolube, polvo verde |
| Ultrasol desarrollo | 18 | 6 | 18 | 0 | 2 | 7 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | |
| Ultrasol crecimiento | 25 | 10 | 10 | 0 | 1 | 1 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | |
| Ultrasol producción | 13 | 6 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Ultrasol multipropósito | 18 | 18 | 18 | 0 | 1 | 1 | 0.02 | 0.04 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | |
| HAIFA, Israel | | | | | | | | | | | | | |
| Multi K | 13 | 2 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Soluble, cristalino |
| Multi KS | 12 | 0 | 46 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Nitrato de magnesio (Magnisal) | 11 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Polyfeed | 12 | 43 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0.10 | 0.11 | 0.20 | 0.50 | 0.07 | |
| Polyfeed | 19 | 19 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0.10 | 0.11 | 0.20 | 0.50 | 0.07 | |
| Polyfeed | 20 | 5 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0.15 | 0.10 | 0.11 | 0.20 | 0.50 | 0.07 | |

BIOBRAS – 16

El Biobras – 16 es un promotor del crecimiento y desarrollo vegetal. Su principio activo es un producto esteroide natural, cuyo efecto es similar al de los brasinoesteroides.

¿Cómo se aplica?

- Por aspersión foliar: A razón de 100 ml de producto por hectárea para cada aplicación.
- Por inmersión o fumigación de semillas antes de la siembra: Disolviendo 1 ml de producto por cada 2 litros de agua para tratar las semillas.

Modo de aplicación.

| Cultivo | Volumen por ha | Total de Aplicaciones | Momento de Aplicación |
|---------|----------------|-----------------------|--|
| Tomate | 100 ml | 2 | 1ra – 5 – 10 días después del trasplante. 2da –Inicio de la floración |

Tabla 48. Insecticidas y acaricidas utilizados en casas de cultivo.

| Productos | Dosis Kg/ha o L/ ha | Cultivos | Modo de acción y plagas que controla. |
|--|----------------------|--|---|
| Abalone 1.8 % EC (abamectin) | 0,5 | tomate | Traslaminar, ingestión, contacto. <i>Liriomyza trifolii</i> , <i>Agromiza sp.</i> , <i>Vasates destructor</i> , <i>Keiferia</i> |
| Confidor 70% GD (imidacloprid) | 0,5 | Tomate (tratamiento foliar y drench) | Contacto, ingestión y sistémico. <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Myzus persicae</i> y otras. |
| Rogor L 40 % (dimetoato) | 1,5 | tomate, pimiento, pepino y melón | Sistémico, ingestión. <i>Liriomyza trifolii</i> , <i>Agromiza sp.</i> |
| Rimon 10 EC (novaluron) | 0,3 | tomate , pepino | <i>Liriomyza trifolii</i> , <i>Agromiza sp.</i> <i>Keiferia Lycopersicella</i> |
| Dicofol 18,5 % EC (dicofol) | 1,5 | tomate, pimiento ,pepino y melón | Contacto. Ácaros |
| Gaucho 70 % WS (imidacloprid) | 70,0 g/kg de semilla | Desinfección de las semillas de tomate | <i>Bemisia tabaci</i> |
| Malathión 57 % EC (malathión) | 2,5 | tomate, pimiento ,pepino y melón | Contacto, ingestión. Larvas de lepidópteros, <i>Bemisia tabaci</i> , <i>Thrips</i> . |
| Monarca 11,25 (tiacloprid + ciflutrín (beta) | 1,0 | tomate, pimiento ,pepino | Sistémico, contacto, ingestión, <i>Bemisia tabaci</i> , áfidos. |
| Amitraz 25 SC (amitraz) | 0,7 | tomate, pimiento | Contacto, ácaros. |
| Trigard PH 75 (ciromazina) | 0,5-1 | tomate , pepino | Traslaminar, ovicida, larvicida. Minadores. |
| Polo 50 % EC (diacetilurón) | 1,5 | pimiento, pepino y melón | Traslaminar ,contacto ingestion, <i>Thrips palmi</i> , <i>Thrips sp</i> |

| Productos | Dosis Kg/ha o L/ ha | Cultivos | Modo de acción y plagas que controla. |
|---|---------------------|--------------------------|---|
| Sherpa 25 % EC (cipermetrin) | 0,2 | tomate | Ingestión ,contacto, larvas de lepidópteros, Thrips |
| Muralla CE (tiacloprid + ciflutrín) | 1 | pimiento y tomate | Sistémico, contacto, ingestión, Bemisia tabaci, minadores, Thrips palmi, ácaros |
| Pirate SC 24 (clorfenapir) | 0,4 | tomate, pimiento ,pepino | Traslaminar , contacto e ingestión Thrips palmi, y ácaros |
| Carbaril 80 PH (carbarilo) | 2 | Al suelo | Contacto e ingestión. Minadores, en el suelo. |
| Formulado duple (cipermetrin + paration metilo) | 15 | Al suelo | Contacto, ingestión, larvas y pupa de minadores, hormigas |

Tabla 49. Fungicidas autorizados en casas de cultivo.

| Productos | Dosis kg/ha o L/ha | Cultivo | Enfermedades que controlan |
|--|--------------------|---------------------------|--|
| Folpan 80 % PH (folpet) | 2.0 | tomate | Protector de amplio espectro: Alternaria solani, Phytophthora infestans y otras. |
| Mancozeb 80 % PH (manconzeb) | 3.0 | tomate, melón, pepino | Protector de amplio espectro. Enfermedades fungosas |
| Mirage 45 % CE (procloraz) | 0.4 | tomate | Traslaminar, contacto, Alternaria solani y otras. |
| Domark 100 CE (tebuconazol) | 1 | pepino, melón tomate | Traslaminar. Pseudoperonospora cubensis, Erysiphe cichoracearum, A. solani |
| Nordox Super 75 % PH (oxido de cobre) | 1,5 | tomate, pepino y pimiento | Protector de amplio espectro: enfermedades fungosas y bacterianas |
| Galben M PH (8+65) % (benalaxilo + mancozeb) | 2.5 | tomate, pepino y pimiento | Sistémico, Phytophthora infestans y otros. |
| Ridomil MZ 72 % PH (metalaxil + mancoseb) | 2.5 | tomate, pepino y pimiento | Sistémico, contacto, Phytophthora infestans, Erysiphe cichoracearum y otras. |
| Silvacur Combi 30 % EC (Tebuconazol + triadimenol) | 0.5 | tomate | Traslaminar, Alternaria solani y otros. |
| Cuproflow SC 37,75 (oxicloruro de cobre) | 3,0 | tomate, pimiento, pepino | Protector: enfermedades fungosas y bacterianas. |
| Oxicloruro de cobre PH 50(Oxicloruro de cobre) | 3,0 | tomate, pimiento, pepino | Protector: enfermedades fungosas y bacterianas. |
| Bravo SC 72 (Clorotalonilo) | 1,4 | tomate, pepino y melón | Contacto, protector: P. infestans, A. Solani, Pseudoperonospora cubensis., Erysiphe cichoracearum. |

| Productos | Dosis kg/ha o L/ha | Cultivo | Enfermedades que controlan |
|--|---------------------------|------------------------|--|
| Acrobat PH 69(Dimetomorf+ MZ) | 2,5 | tomate, pepino y melón | Traslaminar contacto, P.infestans |
| Merpan 50PH (Captan) | 2,0 | tomate | Contacto, Fulvia fulva |
| Orius (tebuconazol) | 0,5 | tomate, pepino y melón | Traslaminar A Solani Pseudoperonospora cubensis., Erysiphe cichoracearum. |
| Vincare GD 1,75 + 50 (bentiavalicarb + folpet) | 2,0 | tomate | Traslaminar contacto, Phyt. Infestans Erysiphe chichoracearun. |

Tabla 49. Fungicidas autorizados en casas de cultivo (continuación)

| Productos | Dosis kg/ha o L/ha | Cultivo | Enfermedades que controlan |
|---|---------------------------|----------------------------------|--|
| Positron Duo PH 66.75 (Iprovalicarb + propineb) | 2.0 | tomate, melón y pepino | Contacto, traslaminar, Phyt. Infestans, Erysiphe chichoracearun |
| Zineb 75 % PH (zineb) | 3.0 | tomate, pimiento, pepino y melón | Protector: enfermedades fungosas |
| Amistar 25 % SC (azoxistrobina) | 0.3 | tomate | Solani y otras enfermedades |
| Fundazol 50 % PH (benomilo) | 0.4 | tomate, pepino y melón | Traslaminar, preventivo, curativo. Pseudoperonospora cubensis, Fulvia fulva, Stenphylium solani. |
| Score 25 % EC (Difenoconazol) | 0.5 | tomate, pepino y melón | Traslaminar. Alternaria solani, Septoria lycopersici, Erysiphe cichoracearum |

Tabla 50. Otros productos autorizados en casas de cultivo.

| Productos | Dosis kg/ha o L/ha | Cultivos | Función |
|---|--------------------------|--|---|
| AG 5 Regulux | 0,3 | Todos los cultivos | Regula pH del agua. En mezclas con plaguicidas. |
| Break Thru | 0,04 | Todos los cultivos | Tensoactivo. En mezclas con plaguicidas. |
| Surfatron LS 90 | 0.1-0.2 % | Todos los cultivos | Adherente. En mezclas con plaguicidas. |
| Basamid G 98 % (dazomet) | 30-60 g / m ² | Aplicación total en el área. | Para el tratamiento de los suelos y sustratos contra hongos, nemátodos, insectos y bacterias |
| Agrocelhone NE CE(1,3-dicloropropeno +cloropicrina) | 40-60 g/m ² | Aplicación localizada mediante sistema de riego | Nemátodos, tratamiento al suelo. |
| Herbicidas | | | |
| Glyphosate 48 % EC(glifosato) | 4.0 | En los alrededores de las casas de cultivo | En post emergencia dirigido a las malezas. |
| Gramoxone 20 % LS(Paraquat) | 3.0 | En los alrededores de las casas de cultivo y en la cerca perimetral. | En post emergencia de las monocotiledóneas y dicotiledóneas anuales, excepto P. Hysterophorus L. (escoba amarga). |

Dada la problemática que se presenta con el pH de las aguas que se utilizan para preparar los caldos de aplicación y la hidrólisis de los mismos, se hace necesario introducir el uso de un regulador de pH como el AG-5 , que además de indicar el pH , aumenta la penetración en la hoja y la absorción de los plaguicidas , reduce el antagonismo y otras propiedades. Este producto, debe ser utilizado en las cantidades siguientes en correspondencia con el tipo de agua utilizada.

Tabla 51. Clasificación de la dureza del agua.

| Tipo | cc / 100 L de H ₂ O. |
|--------------------|---------------------------------|
| Blanda. | 40 a 50 |
| Mediana. | 50 a 60 |
| Medianamente dura. | 100 a 120 |
| Dura. | 150 a 200 |
| Muy Dura. | 200 a 220 |

Los productos químicos autorizados a utilizar en las casas de cultivos se encuentran clasificados como ligeramente tóxicos (grupo III) en su gran mayoría .Se exceptúan la formula Duple y Monarca (grupo II) que son moderadamente tóxicos, y Agrocelhone, el único extremadamente toxicos (IA) debiéndose adoptar las medidas de protección indicadas para cada producto.

Tabla 52. Términos de carencia, toxicidad y pH óptimo del agua para la utilización de los productos fitosanitarios.

| Plaguicidas | pH óptimo | Toxicidad aguda mamíferos (TAM) grupo | Término de Carencia (TC) |
|---|-----------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Abalone 1.8 % EC (abamectin) | 5 | III | 7 |
| Confidor 70% GD (imidacloprid) | 6 | III | 7 |
| Rogor L 40 % (dimetoato) | 4 | II | 4 |
| Rimon 10 EC (novaluron) | | III | 4 |
| Dicofol 18.5 % EC (dicofol) | 5 | III | 7 |
| Gaucho 70 % WS (imidacloprid) | 6 | III | 7 |
| Malathión 57 % EC (malathión) | 7 | III | 7 |
| Monarca 11,25 (tiaclorpid + ciflutrín (beta) | | II | 7 |
| Amitraz 25 SC (amitraz) | 6.5-7.0 | III | 7 |
| Trigard PH 75 (ciromazina) | | III | 14 (cebolla) |
| Polo 50 % EC (diafenturon) | | III | 7 |
| Sherpa 25 % EC (cipermetrin) | 4 | III | 7 |
| Muralla CE (tiaclorpid + ciflutrín) | | III | 5 |
| Pirate SC 24 (clorfenapir) | | II | 5 |
| Carbaril 80 PH (carbarilo) | | III | 7 (tomate) 10 (pimiento) |

| Plaguicidas | pH óptimo | Toxicidad aguda mamíferos (TAM) grupo | Término de Carencia (TC) |
|---|-----------|---------------------------------------|--------------------------|
| Formulado duple (cipermetrin + paration metilo) | | II | 7 |
| Folpan 80 % PH (folpet) | 5 | III | 5 |
| Mancozeb 80 % PH (manconzeb) | 5 | III | 7 |
| Mirage 45 % CE (proclorz) | | III | 7 |
| Nordox Super 75 % PH (oxido de cobre) | 6 | III | 14 |
| Galben M PH (8+65) % (benalaxilo + mancozeb) | | III | 20 |
| Ridomil MZ 72 % PH (metalaxil + mancozeb) | 5 | III | 20 |
| Cuproflow SC 37,75 (oxicloruro de cobre) | 6 | III | NA |
| Oxicloruro de cobre | 6 | III | NA |
| Bravo SC 72 (clorotalonilo) | | III | 7 |
| Acrobat PH (dimetomorf + MZ) | 5-6.5 | III | 7 |
| Merpan 50PH (captam) | | III | 7 |
| Orius (tebuconazol) | 5 | III | 7 |
| Vincare GD 1.75 + 50 (bentiavalicarb + folper) | | III | 5 |
| Positron Duo PH 66.75 Iprovalicarb + propineb | 5-7 | III | 7 |
| Zineb 75 % PH (zineb) | | III | 5 |
| Amistar 25 % SC (azoxistrobina) | | III | 7 |

| Plaguicidas | pH óptimo | Toxicidad aguda mamíferos (TAM) grupo | Término de Carencia (TC) |
|---|-----------|---------------------------------------|--------------------------|
| Fundazol 50 % PH (benomilo) | | III | 7 |
| Score 25 % EC (difenoconazol) | | III | 7 |
| AG 5 | | III | NA |
| Break Thru | | III | NA |
| Surfatron LS 90 | | III | NA |
| Basamid G 98 % (dazomet) | | III | NA |
| Agrocelhone (1.3 – dicloropropeno + loropricrina) | | I A | |
| Herbicidas | | | |
| Glyphosate 48 % EC(glifosfato) | 3-3.5 | III | NA |
| Gramoxone 20 % LS) | 5 | II | NA |

Tabla 53. Listado de plaguicidas biológicos recomendados.

| Producto Biológico | Concentración esporas/g -ml | Dosis (kg ó L/ha) |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Bacillus Thuringiensis cepa 13 (S) | 1 a 3 * 10^9 | 1.5 a 2.0 |
| Bacillus Thuringiensis cepa 13 (LF) | 1 a 3 * 10^9 | 1.0 a 3.0 |
| Bacillus Thuringiensis cepa 13 (LF) | 0.8 a 2 * 10^9 | 4.0 a 5.0 |
| Bacillus Thuringiensis cepa 24 (S) | 1 a 6 * 10^9 | 1.0 a 2.0 |
| Bacillus Thuringiensis cepa 24 (LF) | 1 a 6 * 10^9 | 1.0 a 3.0 |
| Bacillus Thuringiensis cepa 24 (LF) | 0.8 a 2 * 10^9 | 4.0 a 5.0 |
| Beauveria bassiana cepa 1 | 0.8 a 2 * 10^9 | 1.0 a 2.0 |
| Beauveria bassiana cepa Pinar | 0.8 a 2 * 10^9 | 1.0 a 2.0 |
| Beauveria bassiana cepa Bibisav | 0.8 a 2 * 10^9 | 1.0 a 2.0 |
| Metarhizium anisopliae cepa 11 | 0.8 a 2 * 10^9 | 2.0 a 7.0 |
| Trichoderma sp | 1 a 6 * 10^9 | 2.0 a 7.0 |

(S) Producto sólido obtenido en los CREE.

(LF) Producto líquido obtenido por fermentación.

(LE) Producto líquido estático obtenido en el CREE

Tabla 54. Sinergismo y antagonismo entre nutrientes.

| | |
|---|---|
| Sinergias Anión/ Catión | |
| Los cationes y aniones se ayudan mutuamente para entrar a la planta. | NO_3^-/K^+ $\text{NO}_3^-/\text{Mg}^{++}$ $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ $\text{NO}_3^-/\text{Ca}^{++}$ |
| Antagonismo Catión/ Anión | |
| Se producen precipitados insolubles por una alta afinidad de cargas. | $\text{Ca}^{++}/\text{HPO}_4^{--}$ $\text{Ca}^{++}/\text{SO}_4^{--}$ $\text{SO}_4^{--}/\text{Mg}^{++}$ $\text{HPO}_4^{--}/\text{Zn}^{++}$ $\text{Ca}^{++}/\text{BO}_3^{--}$ |
| Antagonismo Catión/ Catión | |
| Los cationes compiten entre sí para entrar a la planta. Cationes monovalentes mayor habilidad que los divalentes. | $\text{K}^+ \text{ versus } \text{Ca}^{++}$ $\text{Na}^+ \text{ versus } \text{Mg}^{++}$ $\text{NH}_4^+ \text{ versus } \text{K}^+$ $\text{NH}_4^+ \text{ versus } \text{Ca}^{++}$ $\text{NH}_4^+ \text{ versus } \text{Mg}^{++}$ $\text{K}^+ \text{ versus } \text{Mg}^{++}$ $\text{Ca}^{++} \text{ versus } \text{Mg}^{++}$ |
| Antagonismo Anión / Anión | |
| Los aniones compiten entre ellos para entrar a la planta. | $\text{Cl}^- \text{ versus } \text{HPO}_4^{--}$ $\text{Cl}^- \text{ versus } \text{NO}_3^-$ $\text{Cl}^- \text{ versus } \text{SO}_4^{--}$ $\text{SO}_4^{--} \text{ versus } \text{NO}_3^-$ |

Tablas 55. Conversiones de diferentes medidas.

| MEDIDAS LINEALES | |
|-------------------------|----------------|
| Cordel | 20.32 m |
| Yarda | 0.914 m |
| Milla | 1.61 m |
| Pie | 30.48 cm |
| Pulgada | 2.54 cm |
| Metro | 39.37 pulgadas |
| Metro | 3.28 pies |
| Legua | 4514.4 m |
| Vara | 0.848 m |
| Cuadra | 125.4 m |
| Cuarta | 0.212 m |
| | |

| MEDIDAS DE SUPERFICIE | |
|------------------------------|-----------------------|
| Caballería | 13.42 ha |
| Hectárea | 10 000 m ² |
| Hectárea | 2.471 acres |
| Cordel ² | 0.04 ha |
| Roza | 0.72 ha |
| Manzana | 7000 m ² |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| MEDIDAS DE PESO | |
|------------------------|--------------|
| Tonelada | 2240 lb |
| Tonelada | 1000 kg |
| Kilogramo | 1000 gramos |
| Quintal | 100 lb |
| Quintal | 46 kg |
| Arroba | 25 lb |
| Libra | 453.6 gramos |
| Onza | 28.35 gramos |
| Libra | 16 onzas |
| | |
| | |
| | |
| | |

| MEDIDAS DE VOLUMEN | |
|---------------------------|---------|
| Litro | 1000 mL |
| Botella | 0.75 L |
| Galón | 3.38 L |
| Garrafón | 18.75 L |
| Metro ³ | 1000 L |

FÓRMULAS ÚTILES.

$$^{\circ}\text{C} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{1.8} \quad \text{Conversión de grados Fahrenheit a grados Celsius.}$$

$$S = l^2 \quad \text{Superficie del cuadrado.}$$

$$S = b \times h \quad \text{Superficie del rectángulo.}$$

$$S = \frac{b \times h}{2} \quad \text{Superficie del rectángulo}$$

$$S = 3.141592 \times R^2 \quad \text{Superficie del círculo.}$$

$$H = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{Hipotenusa}$$