

# MANUAL DE AGRICULTURA PROTEGIDA LOS 5 PILARES

019135

BIBLIOTECA WILSON FORNOS  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y  
DESENVOLUPAMIENTO TECNOLÓGICO  
AGRICOLA  
CALLE 100 N. 100-100  
BOGOTÁ, COLOMBIA

Consultor: Marco Antonio Portillo

# Contenido

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Introducción                                                                   | 5  |
| Antecedentes.                                                                  | 7  |
| Ventajas y desventajas de los sistemas protegidos                              | 8  |
| Control y manejo de invernaderos                                               | 9  |
| 5 pilares básicos para el buen manejo de invernaderos:                         | 10 |
| 1. Clima                                                                       | 10 |
| 1.1 Temperatura                                                                | 10 |
| 1.2 Humedad Relativa (HR)                                                      | 12 |
| 1.2.1 Equipos de medición (imágenes)                                           | 13 |
| 1.3 Radiación Solar o iluminación                                              | 13 |
| Factores que intervienen en la radiación y temperatura dentro del invernadero: | 14 |
| 1.3.1 Plástico:                                                                | 14 |
| 1.3.2 Longitud de onda mediana y larga                                         | 15 |
| 1.3.3 Difusión                                                                 | 15 |
| 1.3.4 Anticondensación                                                         | 15 |
| 1.3.5 Antiestática                                                             | 15 |
| 1.4 Sanidad del cultivo                                                        | 18 |
| 1.4.1 Determinar umbrales de acción                                            | 19 |
| 1.4.2 Monitorear e identificar plagas                                          | 19 |
| 1.4.3 Prevención                                                               | 20 |
| 1.4.4 Control o supresión                                                      | 20 |
| 1.4.5 Pequeñas propiedades                                                     | 20 |
| 1.4.6 Tipos de control:                                                        | 21 |
| 1.4.7 Toma de Muestra                                                          | 23 |
| 1.4.8 Nivel de Daño Económico                                                  | 24 |
| 1.5 Mano de Obra                                                               | 24 |
| 1.5.1 Selección del personal:                                                  | 25 |
| 1.5.2 Capacitación:                                                            | 25 |
| 1.5.3 Actividades                                                              | 26 |
| 2. Elaboración de plantines                                                    | 30 |
| 2.1. Procedimiento de siembra paso a paso.                                     | 30 |
| 2.1.1 Área a cultivar                                                          | 30 |
| 2.1.2 Escalonamiento.                                                          | 30 |

En los últimos años los cultivos hortícolas y ornamentales han experimentado una tendencia cada vez más marcada hacia la obtención de productos de una producción anticipada, en condiciones diferentes a aquellas en las que tradicionalmente dichos productos se cultivan a campo abierto. Esta tendencia ha creado la necesidad de utilizar diferentes elementos, herramientas, materiales y estructuras en la protección de los cultivos con la finalidad de obtener altos rendimientos con productos de mejor calidad.

Se habla entonces de producir bajo sistemas de agricultura protegida que incluye cualquier estructura cerrada cubierta por materiales transparentes o semitransparentes, que permite obtener condiciones artificiales de microclima para el cultivo de plantas y flores fuera de estación en condiciones óptimas. A pesar de que a este tipo de cultivo se le conoce comúnmente como invernadero, el término no es correcto, ya que en algunos lugares no requiere de condiciones de hibernación para sus cultivos debido a que no presenta altas condiciones de frío, “por lo cual se le denomina agricultura protegida” El uso de sistemas de agricultura protegida tiene grandes ventajas para los productores, que son más evidentes al comparar los niveles de producción bajo condiciones de agricultura

protegida, que sin ella. Las hortalizas que más se producen en agricultura protegida son: tomate, chile pimiento y pepino. Sin embargo, se pueden producir una infinidad de productos, como lechugas, plantas aromáticas, plantas medicinales, ejotes, champiñones, entre otros. En la actualidad los agricultores que producen bajo un sistema de agricultura protegida se han transformado en prósperos pequeños empresarios.

Estos cambios en la manera de producir también incluyen cambios culturales y tecnológicos. Por lo tanto hay que estar preparados para afrontar este nuevo tipo de agricultura si se quiere que la inversión realmente se aproveche al 100%.

## Antecedentes.

Los invernaderos modernos en el viejo continente, alcanzaron su esplendor en los años 80's, en países como España, Inglaterra e Israel.

En nuestro caso la agricultura protegida nace como una alternativa ante una necesidad a la alta demanda de alimentos, los altos índices demográficos, la escasez cada vez más alta de suelos fértiles y el factor climatológico fluctuante y cada vez menos predecible en las últimas décadas, entre otros factores socioeconómicos.

Sin embargo, la incorporación de este nuevo sistema de agricultura también nos lleva a una diversificación de cultivos no tradicionales (maíz, café, frijol, yuca, etc.) en nuestro medio, lo cual significa un cambio de costumbres, ideologías, conocimientos, y nos exige una pronta adaptabilidad a los procesos agro culturales, pues modificar el medio también genera un cambio de mentalidad a y adaptabilidad a los nuevos procesos y procedimientos para que la inversión realmente cumpla su función productiva.

## Ventajas y desventajas de los sistemas protegidos

|   | BENEFICIOS                                                                                                                                                                   |   | FACTOR LIMITANTE                                                                                                                                 |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Aumentar la calidad y el rendimiento de los cultivos.                                                                                                                        | 1 | La inversión inicial es alta.                                                                                                                    |
| 2 | Obtener productos fuera de época, mas ciclos de producción/año                                                                                                               | 2 | Alto costo de operación.                                                                                                                         |
| 3 | Control climático (temperatura y humedad relativa).                                                                                                                          | 3 | El manejo requiere de personal capacitado y especializado, con experiencia en la práctica y con conocimientos teóricos amplios y especializados. |
| 4 | Ahorro en insumos como agua y fertilizantes.                                                                                                                                 | 4 | Alto grado de conocimiento sobre los requerimientos del cultivo                                                                                  |
| 5 | Control de insectos y enfermedades que dañan los cultivos, es decir, disminuyen la incidencia de plagas y enfermedades.                                                      | 5 | Cambio de mentalidad del productor, accionista-inversionista.                                                                                    |
| 6 | Mano de obra permanente y no estacional                                                                                                                                      |   |                                                                                                                                                  |
| 7 | Disminuyen costos de producción por unidad producida.                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                  |
| 8 | Hace posible la producción de alimentos en lugares donde las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua o de suelos no lo permiten.                                  |   |                                                                                                                                                  |
| 9 | Integra de manera más eficiente la producción primaria con la agroindustria al ofrecer materias primas durante todo el año, con volúmenes considerables y excelente calidad. |   |                                                                                                                                                  |

Puede que en un inicio la inversión para implementar este nuevo sistema incremente los costos de alguna manera para quienes han venido trabajando a campo abierto desde siempre, sin embargo hasta hace una década era casi imposible soñar con desarrollar esta tecnología en nuestros patios traseros o parcelas, ahora es una realidad más tangible.

Hay que reconocer que quizá uno de los factores más limitantes no sea el económico si no el cultural. La capacitación y especialización del personal operativo que llevara su inversión al éxito o al fracaso.

*Si usted realiza una inversión de 100,000 dólares seguro pensara que deberá estar en las mejores manos pues su interés es protegerla y duplicarla y en ningún momento perder. Este pensamiento hay que aplicarlo a cualquier tipo de inversión. Mas en la agricultura donde el menor cambio o proceso mal ejecutado pueden llevarnos a la pérdida total del cultivo en cuestión de un par de semanas.*

Nota:

*Si se siguen todos los procedimientos dentro del proyecto verá compensada en corto plazo su inversión inicial.*

## Control y manejo de invernaderos

Como ya se ha mencionado anteriormente los invernaderos son estructuras que sirven para brindarnos protección al cultivo. ¿De qué? Del clima (condiciones desfavorables a campo abierto), de las plagas, humedad relativa y radiación solar. Estos son considerados factores externos; lo cual es todo aquello que ocurre como fenómeno natural y no pueden ser modificados por el hombre. Los factores internos serían entonces bajo un sistema protegido, todo aquello que podamos controlar por medio de equipos sofisticados, medianamente sofisticados o artesanales (no automatizado).

El manejo de estos factores internos es la base para poder producir con eficiencia y eficacia aprovechando al máximo la tecnología en plásticos, estructuras, sistemas de riego, sustratos y sensores de humedad y temperatura. Por lo tanto para poder desarrollar día con día el buen uso y desempeño de estos factores (que si podemos controlar) existen 5 pilares básicos, son las 5 columnas que sostendrán su techo productivo en los estándares deseados.



Todas y cada una de estas columnas tiene su grado de importancia. Este diagrama muestra que para poder mantener la estructura no puede faltar ninguno de ellos, pues todos se encuentran íntimamente relacionados. Un cultivo no podría tener los mismos resultados si faltara el seguimiento de alguno de ellos.

## 5 pilares básicos para el buen manejo de invernaderos:

### 1. Clima

#### 1.1 Temperatura

Las plantas al igual que nosotros necesitan de una temperatura óptima para poder vivir y realizar sus procesos fisiológicos (nacer, crecer, reproducirse y morir). Para el manejo de la temperatura es importante conocer las necesidades y limitaciones de la especie cultivada. Así mismo se deben aclarar los siguientes conceptos de temperaturas, que indican los valores objetivos a tener en cuenta para el buen funcionamiento del cultivo y sus limitaciones:



**Tabla 1. Exigencias de temperatura para distintas especies**

|                     | TOMATE | PIMIENTO | BERENJENA | PEPINO | MELÓN | SANDÍA |
|---------------------|--------|----------|-----------|--------|-------|--------|
| Tª mínima letal     | 0-2    | (-1)     | 0         | (-1)   | 0     | 0-1 0  |
| Tª mínima biológica | 10-12  | 10-12    | 10-12     | 10-12  | 13-15 | 11-15  |
| Tª óptima           | 20-30  | 20-30    | 30-40     | 20-26  | 18-21 | 17-20  |
| Tª máxima biológica | 21-27  | 23-27    | 22-27     | 20-25  | 25-30 | 23-28  |
| Tª máxima letal     | 33-38  | 33-35    | 43-53     | 31-35  | 33-37 | 33-37  |

Las temperaturas optimas nos indican rangos en los que la planta se siente lo suficientemente cómoda para poder crecer, comer y reproducirse.

Hay variedades (y por eso es importante la compra de semilla certificada) que son adaptadas a diferentes climas y zonas del mundo, esto nos permite obtener una mejor resistencia de las plantas a rangos más altos de temperatura. Algunos efectos provocados por la temperatura en los tres cultivos más importantes:

#### **Tomate (*Lycopersicon esculentum* L.)**

Temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C y superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas.

## Pepinos (*Cucumis sativus* L.)

Temperatura: las temperaturas que durante el día oscilen entre 20°C y 30°C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, mayor es la producción precoz. Por encima de los 30°C se observan desequilibrios en las plantas que afectan directamente a los procesos de fotosíntesis y respiración. Temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17°C ocasionan malformaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12°C.

## Pimientos (*Capsicum annuum* L.)

Temperatura: es una planta exigente en temperatura. Los saltos térmicos (diferencia de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna) ocasionan desequilibrios vegetativos. La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10°C) da lugar a la formación de flores con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc. Las bajas temperaturas también inducen la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos. Las altas temperaturas provocan la caída de flores y fruto pequeños.

La temperatura en el interior del invernadero, va a estar en función de la radiación solar; la misión principal del invernadero será la de acumular calor durante las épocas frías.

El calor se transmite en el interior del invernadero por irradiación, conducción, infiltración y por convección, tanto calentando como enfriando. La conducción es producida por el movimiento de calor a través de los materiales de cubierta del invernadero. La convección tiene lugar por el movimiento del calor por las plantas, el suelo y la estructura del invernadero. La infiltración se debe al intercambio de calor del interior del invernadero y el aire frío del exterior a través de las juntas de la estructura. La radiación por el movimiento del calor a través del espacio transparente.

## Equipos de medición:

Estos pueden ir desde lo más sofisticado hasta lo artesanal.



Solo recuerde que entre más invierta para obtener mediciones exactas, más exactas serán las correcciones que se ejecuten, obteniendo así mejores resultados.



“Indispensable colocar termómetros de máximas y mínimas distribuidos estratégicamente en los puntos del invernadero” Así tendremos un mejor panorama interno dentro del mismo invernadero.

## 1.2 Humedad Relativa (HR)

La humedad es la masa de agua en unidad de volumen, o en unidad de masa de aire. La humedad relativa, es la cantidad de agua contenida en el aire.

Existe una relación inversa de la temperatura con la humedad por lo que a elevadas temperaturas, aumenta la capacidad de contener vapor de agua y por tanto disminuye la HR. Con temperaturas bajas, el contenido en HR aumenta.

Cada especie tiene una humedad ambiental idónea para vegetar en perfectas condiciones: al tomate, al pimiento y berenjena les gusta una HR sobre el 55-75%; al melón, entre el 60-70%; al calabacín, entre el 65-80% y al pepino entre el 70-90%. La HR del aire es un factor climático que puede modificar el rendimiento final de los cultivos. Cuando la HR es excesiva las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades. Por el contrario, si es muy baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse, además de los comunes problemas de mal cuaje.

Para que la HR se encuentre lo más cerca posible del óptimo, el agricultor debe ayudarse con equipo apropiado específicos para medir la humedad del aire. El exceso puede reducirse mediante una adecuada ventilación, aumento de la temperatura y evitando el exceso de humedad en el suelo.



La falta puede corregirse con riegos, pulverizando agua en el ambiente, ventilado y sombreado. Por eso es importante una correcta ventilación en un invernadero. La cual debe ser no menor del 30% del área cubierta

Los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis. Para humedades superiores al 90% y con atmósfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas. Además un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie.

Baja humedad relativa dificulta la fijación del polen al estigma de la flor y puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados.

### 1.2.1 Equipos de medición (imágenes)



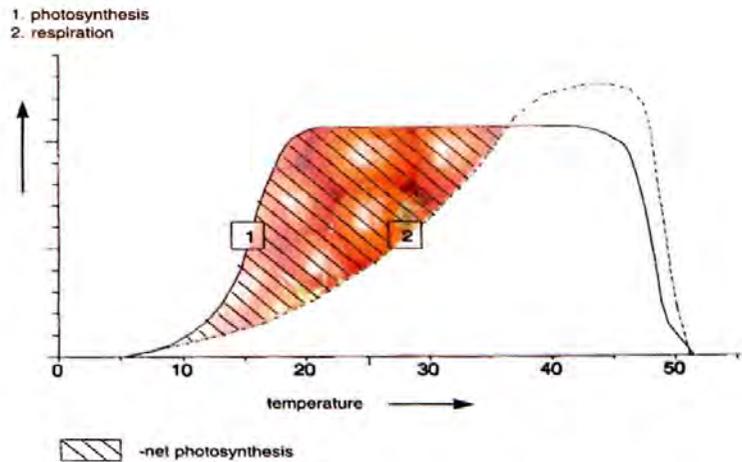
Generalmente la mayoría de equipos que sirven para medir la humedad relativa viene también acompañado por un sensor de temperatura. Es importante tenerlo en cuenta a hora de comprar el equipo.

### 1.3 Radiación Solar o iluminación

Este factor climático se encuentra altamente ligado a la temperatura, es luz transformada en energía y la energía a su vez en calor. Sin este factor un invernadero no podría cumplir su función que es la absorción de energía calórica en el día mediante plásticos, mallas y estructuras metálicas del invernadero para ser liberada por la noche cuando las temperaturas se reducen.



BIBLIOTECA WILSON POPPER  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 88  
YAGUAYBALPA NOROCCIDENTAL



Las plantas para poder vivir necesitan realizar fotosíntesis este proceso consiste en la transformación de la energía lumínica en energía química que hace que la materia inorgánica (agua y dióxido de carbono) se vuelve orgánica. Los estomas de las hojas de la plantas absorben los gases que contiene la atmósfera como el dióxido de carbono y esta se combina con el agua que hay dentro de las células de la planta. Se forman almidones nutritivos para la planta y se libera oxígeno al exterior durante el día y dióxido de carbono durante la noche.

### Factores que intervienen en la radiación y temperatura dentro del invernadero:

#### 1.3.1 Plástico:

La cubierta de plástico del invernadero es uno de los componentes más importantes dentro del sistema de cultivo. Debe seleccionarse la cubierta de plástico correcta con mucho cuidado en relación a un cultivo y zona de producción determinada.

#### Elección del plástico de cubierta del invernadero

| Propiedades ópticas                    | %   |
|----------------------------------------|-----|
| Transmisión de luz total               | >80 |
| Transmisión de luz directa (no difusa) | <25 |
| Difusión de la luz                     | >70 |
| Transmisión de luz UV (<400 nm)        | <10 |
| Termicidad (efecto invernadero)        | >75 |

Hoy en día en el mercado de plástico para invernadero, existen varias alternativas que se acoplan a su necesidad. Están los llamados plásticos Tritermicos que su función principal es contener por la noche el calor generado durante el día y los llamados plásticos Agrofrio o Burbuja que son plásticos diseñados para climas cálidos y que ayudan a mantener una temperatura más cómoda dentro del invernadero.

### **1.3.2 Longitud de onda mediana y larga**

La luz roja lejana (660 – 760nm) e infrarroja (760 – 1000nm) es conocida como «calor radiante» y responsable de crear calor sensible en el invernadero, es decir, el calor que emanan los postes y el suelo en el interior del invernadero. El calor es simplemente una radiación de onda corta que es absorbida por la estructura o las plantas y posteriormente convertido en radiación de onda larga o calor sensible que podemos detectar. La termicidad es una propiedad deseable durante los meses de invierno cuando la retención de calor en el interior del invernadero es una preocupación importante.

### **1.3.3 Difusión**

Los difusores de luz impregnados en la cubierta de plástico del invernadero distribuyen la luz que entra en el mismo. Esta propiedad permite la maximización de luz mientras al mismo tiempo reduce el riesgo de quemar la copa de la planta o los frutos y las flores. La difusión no debería considerarse como bloqueo o sombreo. En el caso de la difusión, se permite la entrada a toda la luz disponible, pero ésta es dispersada a través de la extensión superficial del invernadero.

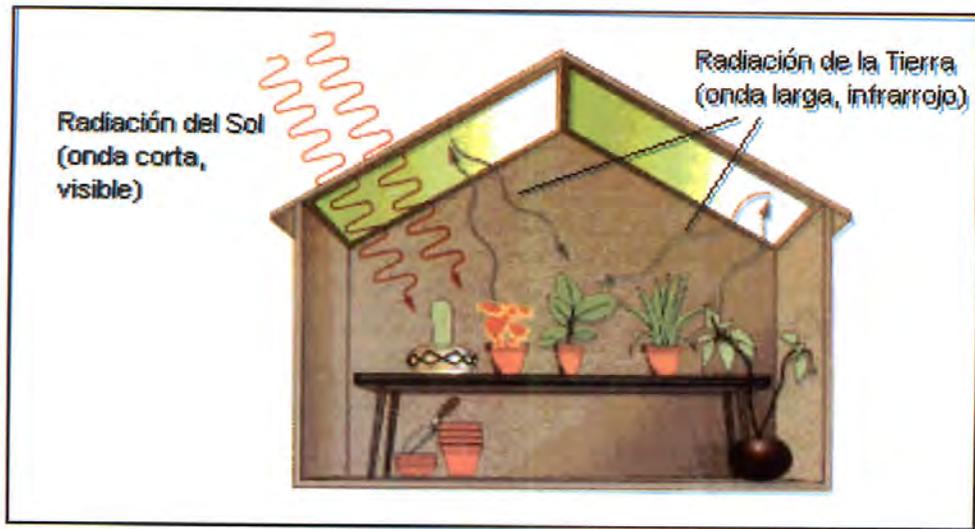
La difusión de la luz debe maximizarse de manera que la luz cambia de dirección en el interior del invernadero y llega tanto a las hojas inferiores así como a la parte superior de la planta. La difusión también reduce la potencia de la luz de manera que la parte superior y las hojas más jóvenes de la planta, así como los frutos jóvenes no se quemen. La maximización de la luz difusa y la minimización de la luz directa es la opción preferible para el cultivo. En consecuencia, se recomienda permitir menos del 25% de transmisión de luz directa y más del 70% de transmisión de luz difusa.

### **1.3.4 Anticondensación**

Los surfactantes, también conocidos como anticondensantes, son impregnados en el plástico para evitar condensación ya que sino produce bloqueo de luz y absorción de calor en el interior de la cubierta. Por la mañana, cuando las plantas son más activas, la condensación en la cara interna del techo en forma de gotitas de agua puede bloquear hasta un 18% de la luz que está intentando penetrar en el invernadero.

### **1.3.5 Antiestática**

Los agentes antiestáticos que son impregnados en el plástico, ayudan a repeler el polvo, de manera que el plástico permanece limpio por más tiempo. Sin embargo, es inevitable que el techo termine ensuciándose debido a la acumulación de polvo.



Es importante mantener los rangos óptimos de luz para cada tipo de cultivo, pues de esto también dependerá el mayor aprovechamiento de los recursos. Imprescindible la instalación de sensores dentro y fuera del invernadero. Si los recursos son escasos deberá tener al menos un medidor manual con el cual se realicen lecturas diarias y cada hora, obteniendo así datos del total de radiación durante el día, semana y en el mes, estos datos le indicaran la actividad de las plantas.

### ¿Cómo aumentar la luz?

- Orientar el invernadero. Cuando no hay otra limitación, la orientación recomendable es el eje longitudinal del invernadero de este a oeste.
- Evitar sombras
- Evitar acumulación de polvo y agua en las cubiertas y paredes
- Usar iluminación artificial con lámparas de sodio de alta presión

### ¿Cómo reducir la luz del sol?

- Mallas de sombreo



En resumen los parámetros climatológicos mencionados anteriormente dentro del pilar clima, pueden todos ser reunidos dentro de un formato que nos de las pautas históricas climatológicas que ha tenido el cultivo durante su ciclo productivo. El análisis, interpretación de dichos valores, y acompañados con las acciones correctivas en búsqueda de los rangos climáticos adecuados del cultivo serán factores determinantes para la obtención de buenos resultados productivos.

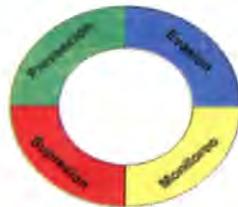
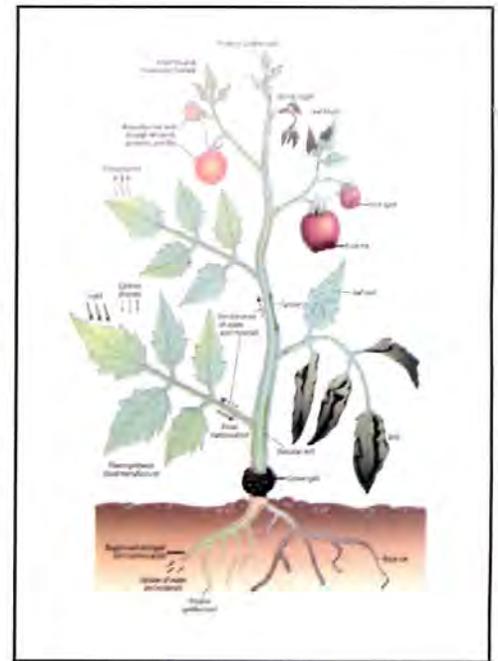
### Modelo de formato para el resumen de valores de temperatura y humedad relativa

| DATOS DE MARZO DE 2011 EN EL OBSERVATORIO DE VIVEROS (VALENCIA) |              |             |              |                     |                        |              |              |                      |              |              |              |                   |                      |
|-----------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------------|---------------------|------------------------|--------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|----------------------|
| FECHA                                                           | TEMPERATURAS |             |              | AMPLITUD<br>TÉRMICA | ANOMALÍAS TEMPERATURAS |              |              | MEDIA<br>DIEZMINUTAL | HUMEDAD      |              |              | ANOMALÍA<br>MEDIA | MEDIA<br>DIEZMINUTAL |
|                                                                 | MÁXIMA       | MÍNIMA      | MEDIA        |                     | MÁXIMA                 | MÍNIMA       | MEDIA        |                      | MÁXIMA       | MÍNIMA       | MEDIA        |                   |                      |
| 01/03/2011                                                      | 16,2         | 5,2         | 10,70        | 11,00               | -2,50                  | -3,80        | -3,20        | 10,33                | 50           | 31           | 40,50        | -20,50            | 40,75                |
| 02/03/2011                                                      | 15,5         | 5,1         | 10,30        | 10,40               | -3,20                  | -3,90        | -3,60        | 10,03                | 67           | 37           | 52,00        | -9,00             | 48,33                |
| 03/03/2011                                                      | 12,7         | 7,1         | 9,90         | 5,60                | -6,00                  | -1,90        | -4,00        | 9,37                 | 94           | 53           | 73,50        | 12,50             | 69,69                |
| 04/03/2011                                                      | 11,1         | 7,0         | 9,05         | 4,10                | -7,60                  | -2,00        | -4,85        | 8,65                 | 94           | 86           | 90,00        | 29,00             | 91,40                |
| 05/03/2011                                                      | 15,6         | 5,8         | 10,70        | 9,80                | -3,10                  | -3,20        | -3,20        | 10,10                | 94           | 62           | 78,00        | 17,00             | 84,42                |
| 06/03/2011                                                      | 16,7         | 6,0         | 11,35        | 10,70               | -2,00                  | -3,00        | -2,55        | 10,40                | 94           | 43           | 68,50        | 7,50              | 75,26                |
| 07/03/2011                                                      | 15,6         | 5,2         | 10,40        | 10,40               | -3,10                  | -3,80        | -3,50        | 10,56                | 91           | 49           | 70,00        | 9,00              | 77,33                |
| 08/03/2011                                                      | 16,0         | 10,9        | 13,45        | 5,10                | -2,70                  | 1,90         | -0,45        | 12,87                | 94           | 67           | 80,50        | 19,50             | 83,17                |
| 09/03/2011                                                      | 13,3         | 8,4         | 10,85        | 4,90                | -5,40                  | -0,60        | -3,05        | 11,20                | 94           | 74           | 84,00        | 23,00             | 84,96                |
| 10/03/2011                                                      | 15,4         | 6,6         | 11,00        | 8,80                | -3,30                  | -2,40        | -2,90        | 10,40                | 93           | 57           | 75,00        | 14,00             | 79,55                |
| 11/03/2011                                                      | 12,3         | 7,1         | 9,70         | 5,20                | -6,40                  | -1,90        | -4,20        | 9,64                 | 95           | 79           | 87,00        | 26,00             | 91,72                |
| 12/03/2011                                                      | 16,6         | 10,4        | 13,50        | 6,20                | -2,10                  | 1,40         | -0,40        | 13,04                | 95           | 72           | 83,50        | 22,50             | 88,91                |
| 13/03/2011                                                      | 22,4         | 11,2        | 16,80        | 11,20               | 3,70                   | 2,20         | 2,90         | 15,69                | 92           | 33           | 62,50        | 1,50              | 65,84                |
| 14/03/2011                                                      | 14,4         | 11,9        | 13,15        | 2,50                | -4,30                  | 2,90         | -0,75        | 13,29                | 94           | 90           | 92,00        | 31,00             | 92,73                |
| 15/03/2011                                                      | 19,7         | 13,0        | 16,35        | 6,70                | 1,00                   | 4,00         | 2,45         | 15,55                | 93           | 42           | 67,50        | 6,50              | 65,53                |
| 16/03/2011                                                      | 14,5         | 10,8        | 12,65        | 3,70                | -4,20                  | 1,80         | -1,25        | 13,09                | 76           | 49           | 62,50        | 1,50              | 56,68                |
| 17/03/2011                                                      | 22,9         | 12,2        | 17,55        | 10,70               | 4,20                   | 3,20         | 3,65         | 16,91                | 70           | 33           | 51,50        | -9,50             | 47,36                |
| 18/03/2011                                                      | 24,0         | 10,5        | 17,25        | 13,50               | 5,30                   | 1,50         | 3,35         | 15,28                | 82           | 30           | 56,00        | -5,00             | 56,18                |
| 19/03/2011                                                      | 18,8         | 10,1        | 14,45        | 8,70                | 0,10                   | 1,10         | 0,55         | 13,20                | 79           | 43           | 61,00        | 0,00              | 67,31                |
| 20/03/2011                                                      | 16,3         | 8,0         | 12,15        | 8,30                | -2,40                  | -1,00        | -1,75        | 12,29                | 89           | 51           | 70,00        | 9,00              | 77,11                |
| 21/03/2011                                                      | 16,4         | 8,0         | 12,20        | 8,40                | -2,30                  | -1,00        | -1,70        | 12,26                | 91           | 64           | 77,50        | 16,50             | 80,46                |
| 22/03/2011                                                      | 16,3         | 9,6         | 12,95        | 6,70                | -2,40                  | 0,60         | -0,95        | 12,52                | 91           | 54           | 72,50        | 11,50             | 73,67                |
| 23/03/2011                                                      | 12,9         | 10,4        | 11,65        | 2,50                | -5,80                  | 1,40         | -2,25        | 12,15                | 94           | 83           | 88,50        | 27,50             | 90,37                |
| 24/03/2011                                                      | 13,2         | 11,7        | 12,45        | 1,50                | -5,50                  | 2,70         | -1,45        | 12,50                | 94           | 89           | 91,50        | 30,50             | 92,16                |
| 25/03/2011                                                      | 16,7         | 11,7        | 14,20        | 5,00                | -2,00                  | 2,70         | 0,30         | 13,49                | 94           | 70           | 82,00        | 21,00             | 86,01                |
| 26/03/2011                                                      | 18,7         | 10,2        | 14,45        | 8,50                | 0,00                   | 1,20         | 0,55         | 14,08                | 94           | 61           | 77,50        | 16,50             | 84,19                |
| 27/03/2011                                                      | 21,8         | 10,9        | 16,35        | 10,90               | 3,10                   | 1,90         | 2,45         | 16,41                | 93           | 31           | 62,00        | 1,00              | 59,67                |
| 28/03/2011                                                      | 24,0         | 11,5        | 17,75        | 12,50               | 5,30                   | 2,50         | 3,85         | 17,87                | 73           | 33           | 53,00        | -8,00             | 48,31                |
| 29/03/2011                                                      | 23,9         | 14,3        | 19,10        | 9,60                | 5,20                   | 5,30         | 5,20         | 17,51                | 74           | 37           | 55,50        | -5,50             | 57,20                |
| 30/03/2011                                                      | 20,8         | 13,6        | 17,20        | 7,20                | 2,10                   | 4,60         | 3,30         | 16,03                | 83           | 50           | 66,50        | 5,50              | 68,03                |
| 31/03/2011                                                      | 22,4         | 11,4        | 16,90        | 11,00               | 3,70                   | 2,40         | 3,00         | 16,80                | 86           | 48           | 67,00        | 6,00              | 68,38                |
| <b>MEDIA día 15</b>                                             | <b>15,57</b> | <b>8,06</b> | <b>11,81</b> | <b>7,51</b>         | <b>-3,13</b>           | <b>-0,94</b> | <b>-2,09</b> | <b>11,41</b>         | <b>88,93</b> | <b>58,33</b> | <b>73,63</b> | <b>12,63</b>      | <b>75,97</b>         |
| <b>MEDIA Final</b>                                              | <b>17,33</b> | <b>9,54</b> | <b>13,43</b> | <b>7,78</b>         | <b>-1,37</b>           | <b>0,54</b>  | <b>-0,47</b> | <b>13,02</b>         | <b>87,00</b> | <b>54,87</b> | <b>70,94</b> | <b>9,94</b>       | <b>72,67</b>         |

## 1.4 Sanidad del cultivo

La sanidad de los cultivos en los últimos años se ha convertido en uno de los retos más grandes de la producción. Ya que no solo se tratar de combatir las plagas y enfermedades, si no de EVITAR las mismas antes de tener que llegar al momento de curar o aniquilar los patógenos que tanta pérdida causan a nuestros cultivos; no solo por los altos costos que estas aplicaciones representan; sino también por el cumplimiento de las leyes ambientales, alimentarias y de exportación.

Nuestro enfoque debe ser no a la erradicación si no a prevenir y mantener los niveles de las plagas lejos de infestación y de los umbrales de pérdidas económicas en los cultivos.



El enfoque para el buen manejo de este pilar consiste en seguir rigurosamente el siguiente esquema:



**Reducir el riesgo de ocurrencia de un problema fitosanitario**



**Evitar que un problema fitosanitario ingrese o se establezca en la plantación**



**Detección/Evaluación de la incidencia o distribución de un problema fitosanitario dentro del invernadero**



**Medidas correctivas dirigidas directamente al problema fitosanitario**

## ¿Cómo funcionan los programas del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades? (MIPE)

El MIPE no es un único método de control de plagas, sino una serie de evaluaciones de manejo de plagas, decisiones y controles. Al practicar el MIPE, quienes cultivan alimentos y son conscientes del potencial de infestación por plagas, siguen este enfoque de cuatro etapas.

### 1.4.1 Determinar umbrales de acción

Antes de llevar a cabo cualquier acción para el control de la plaga, el MIPE en primer lugar determina un umbral de acción: un punto en el cual las poblaciones de plagas o las condiciones del medio ambiente indican que se debe llevar a cabo una acción. El avistamiento de una única plaga no siempre significa que se necesite el control (aplicaciones químicas). El nivel al cual las plagas se convertirán en una amenaza económica es crítico para guiar las decisiones futuras del control de la plaga.

### 1.4.2 Monitorear e identificar plagas

No todos los insectos, malezas y otros organismos vivos requieren control. Muchos organismos son inofensivos, y algunos son hasta beneficiosos. Los programas del MIPE funcionan para monitorear las plagas e identificarlas con precisión, de modo que se puedan tomar decisiones apropiadas para el control, en conjunción con los umbrales de acción. El monitoreo y la identificación elimina la posibilidad de que los pesticidas se utilicen cuando en realidad no se necesitan, o que se emplee el tipo de pesticida equivocado.



Inspección adecuada



Planta infestada

**Colocación de trampas amarillas**, (para el monitoreo de plagas causantes de enfermedades viroticas. **Monitoreo de trampas** (conteo e identificación de plagas) **Monitoreo de hojas**. (Muestreo para el conteo de poblaciones y estadio del ciclo biológico)

La única forma de defender nuestras fincas del embate de plagas es conocer la manera en que se desarrolla su ciclo biológico y su relación con el estado fenológico de los cultivos. El cruce de esta información y los resultados de los monitoreos llevados a cabo en el campo, deberán resultar en una decisión técnica de manejo eficaz, económico y sustentable en su relación con el medio ambiente.

El otro dato fundamental a la hora de establecer un buen manejo integrado es conocer los enemigos naturales de aquellas plagas que nos ocasionan daño, su biología y su ocurrencia.

### 1.4.3 Prevención

En primer lugar en el control de plagas, los programas MIPE están diseñados para manejar cultivos, césped o espacio interior para evitar que las plagas se transformen en una amenaza. En un cultivo agrícola, esto puede implicar el uso de métodos de cultivo tales como rotación de distintos cultivos, selección de variedades resistentes a las plagas y la siembra de retoños libres de plagas. Estos métodos de control pueden ser muy eficaces y eficientes con respecto al costo, y presenta bajo o ningún riesgo para las personas y el medio ambiente.

### 1.4.4 Control o supresión

Una vez que el monitoreo, la identificación y los umbrales de acción indican que se requiere el control de plagas, y los métodos preventivos ya no son efectivos o no están disponibles, los programas del MIPE evalúan el método de control apropiado en cuanto a eficacia y riesgo. Primero se eligen los controles de plaga que sean eficaces, menos riesgosos, incluyendo los químicos muy específicos tales como las feromonas para ocasionar trastornos de apareamiento de plagas, o control mecánico, tales como utilizar trampas o desmalezar. Si posteriormente, el monitoreo, las identificaciones y los umbrales de acción indican que los controles menos riesgosos no están funcionando, se aplicarían métodos de control de plagas adicionales, tales como el rociado específico con pesticidas. La pulverización en general con pesticidas no específicos es un último recurso.

### 1.4.5 Pequeñas propiedades

El manejo integrado en pequeñas propiedades es responsabilidad de cada propietario y requiere fundamentalmente un productor capacitado que cuente con las herramientas esenciales para determinar lo que está sucediendo en su finca y así tomar las decisiones de control y manejo del cultivo. En este sentido, resulta muy útil considerar el uso de cuadros de diagnóstico que permiten, por un lado, planificar las observaciones a campo; y por otro lado, comparar unas campañas con otras.



Malezas en los invernaderos tanto a las entradas como en los pasillos. Agujeros en las mallas anti-insectos. Es una invitación especial a las moscas, gusanos y virus.

Es importante tomar en cuenta las siguientes tareas para un MIPE:

| TAREAS CENTRALES                                             |                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Monitoreo</b>                                             | Tiempo de muestreo<br>Frecuencia<br>Interpretación de resultados                                          |
| <b>Recolección de datos</b>                                  | Diseño de planillas o formatos de campo<br>Ejecución del muestreo<br>Diseño de planillas generales        |
| <b>Toma de decisiones</b>                                    | Análisis de datos<br>Niveles de acción<br>Umbrales de daño económico                                      |
| <b>Aplicación de medidas de control</b>                      | Control cultural<br>Liberación de enemigos naturales<br>Control químico                                   |
| <b>Evaluación de toma de decisiones</b>                      | Densidad de la plaga a campo<br>Establecimiento de enemigos naturales<br>Evaluación de la fruta cosechada |
| <b>Ajuste de umbrales de tolerancia para años siguientes</b> | Formación de registros históricos<br>Incremento de la precisión                                           |

#### 1.4.6 Tipos de control:

**Control autocida:** Este método de control biológico propone la utilización de insectos para controlarse a sí mismos.

**Control cultural y mecánico:** consisten la recolección y destrucción de los frutos con sospecha de ataque y frutos que pudiesen haber quedado en la planta desde el ciclo anterior y sirven para hospedar a la plaga en el invierno.

**Control químico:** se refiere a realizar aplicaciones con insecticidas químicos para lo cual es fundamental utilizar productos específicos, en las dosis y momentos apropiados. Como ejemplo de esto; podemos citar aquel que, basado en el comportamiento alimenticio de la plaga a controlar, se utiliza una mezcla de insecticida y atrayente alimenticio que se denomina insecticida-cebo, el que es altamente selectivo.

**Control biológico:** este método consiste en la utilización de los enemigos naturales de las plagas para mantenerlas por debajo del umbral de daño económico. Se presenta como alternativa al uso exclusivo de productos agroquímicos.

**Control legal:** Todas las normativas emanadas de autoridad competente en la cual se sustentan las actividades de control.

Las plagas no aparecen de repente en el cultivo, generalmente ya están presentes de temporadas pasadas. La búsqueda de plagas debe planificarse planteando un monitoreo acorde con el cultivo y su fenología.

| PLAGA                  | REPOSO INVERNAL | YEMA HINCHADA | FLORACIÓN | CAÍDA DE PÉTALOS | FRUTO CUAJADO | DICIEMBRE | ENERO/ COSECHA/ POSTCOSECHA |
|------------------------|-----------------|---------------|-----------|------------------|---------------|-----------|-----------------------------|
| ARAÑUELA               |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| PULGÓN LANÍGERO        |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| PIOJO DE SAN JOSÉ      |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| COCHINILLA COMA        |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| CHICHARRITA            |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| AGAMUZADO              |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| PSILIDO                |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| TRIPS                  |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| ERINOSIS               |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| CARPOCAPSA             |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| GRAPHOLITA             |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| MOSCA DEL MEDITERRÁNEO |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| COCHINILLA HARINOSA    |                 |               |           |                  |               |           |                             |

El monitoreo debe ser frecuente en concordancia con el estado fenológico; debe orientarse no sólo a reconocer la plaga presente sino que debe atender también a reconocer el estado más susceptible de las plantas y de las plagas, para efectuar las acciones de control de manera eficiente y con menor impacto ambiental y económico.

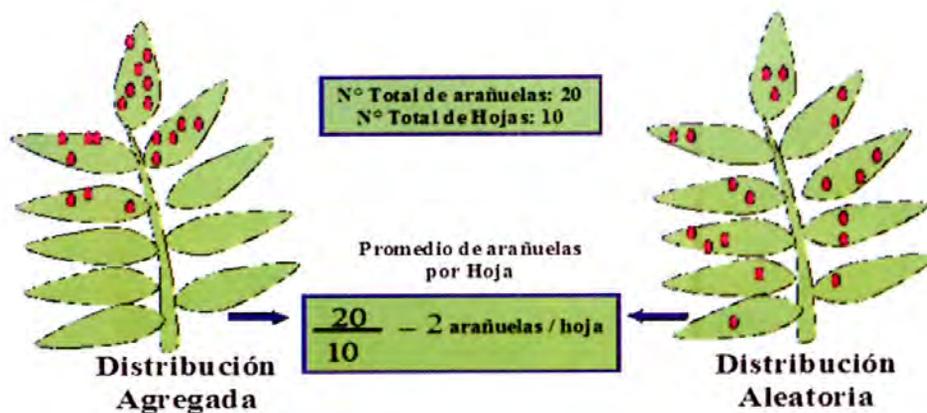
PLANIFICACION DEL MONITOREO

| PLAGA                  | REPOSO INVERNAL | YEMA HINCHADA | FLORACIÓN | CAÍDA DE PÉTALOS | FRUTO CUAJADO | DICIEMBRE | ENERO/ COSECHA/ POSTCOSECHA |
|------------------------|-----------------|---------------|-----------|------------------|---------------|-----------|-----------------------------|
| ARAÑUELA               |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| PULGÓN LANÍGERO        |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| PIOJO DE SAN JOSÉ      |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| COCHINILLA COMA        |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| CHICHARRITA            |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| AGAMUZADO              |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| PSILIDO                |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| TRIPS                  |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| ERINOSIS               |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| CARPOCAPSA             |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| GRAPHOLITA             |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| MOSCA DEL MEDITERRÁNEO |                 |               |           |                  |               |           |                             |
| COCHINILLA HARINOSA    |                 |               |           |                  |               |           |                             |

1.4.7 Toma de Muestra

La muestra a tomar debe ser representativa de lo que está sucediendo en el cultivo, para lo cual es necesario establecer claramente qué se está buscando para hacerlo en el momento oportuno. Una buena muestra es la base para la toma de decisiones y por lo tanto para el correcto manejo del campo.

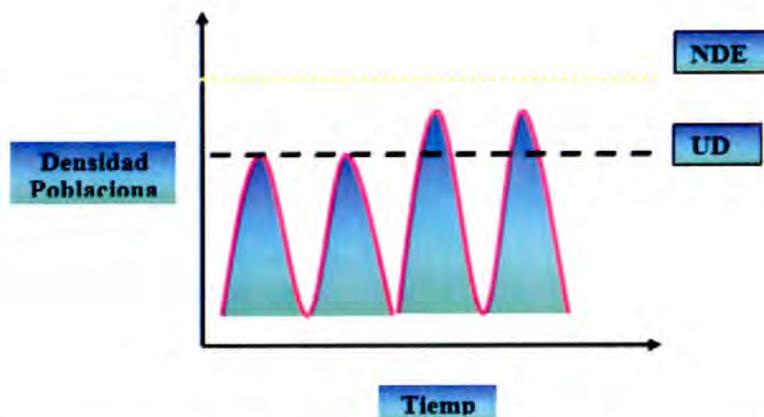
En este sentido, una de las consideraciones importantes a tener en cuenta es la distribución espacial de los insectos; en el gráfico que aparece abajo puede verse claramente la diferencia que resulta para un cultivo que 20 arañitas se encuentren concentradas en tres hojas o en diez hojas. En el primer caso, al tomar la muestra sólo en la parte superior de la rama –sabiendo que la plaga no ocupa hojas nuevas- nos indicaría la “no presencia de plaga” cuando en realidad, la plaga está presente y no se ha encontrado porque no se ha buscado correctamente.



### 1.4.8 Nivel de Daño Económico

Las plagas que se encuentran en el campo “siempre” ocasionan daño al cultivo, sin embargo sólo es rentable realizar alguna acción de control sea química o no, cuando el daño está por arriba del **“umbral de daño económico (UDE)”**; es decir que resulta más caro el daño que ocasiona la plaga que la acción de control.

El **“nivel de daño económico (NDE)”** es el nivel de población de la plaga que es capaz de causar daño económico significativo sobre el cultivo; y por lo cual deben aplicarse medidas de control para que la plaga deje de producir daño económico.



Es de recordar que dentro de un invernadero las plagas y enfermedades tienen una velocidad de crecimiento y desarrollo mucho más acelerada.

### 1.5 Mano de Obra

Como ya se ha mencionado la agricultura protegida en nuestro país, ha venido desarrollándose desde hace una década aproximadamente. Los cultivos que en su momento fueron explotados con éxito en décadas anteriores fueron el café, la caña de azúcar y el algodón, los cuales decayeron o desaparecieron por conflictos llamémoslos varios.

Uno de los factores más limitantes en estos momentos no es ni la falta de capital ni la escasez de mano de obra, la limitante más grande para este nuevo tipo de agricultura es la falta de concientización por parte de aquellos que deciden emprender estos nuevos proyectos.

Muchos de nuestros trabajadores rurales, crecieron con la agricultura extensiva, los más jóvenes han retornado de la ciudad al campo y otros se han dedicado a otro tipo de labores que nada tiene que ver con la agricultura.

La agricultura protegida debe verse como una industria como una fábrica de producción vegetal.



Por consiguiente existen ciertos requisitos que cualquier proyecto por pequeño que sea debe tomar en cuenta cuando de personal se trata.

### **1.5.1 Selección del personal:**

Debe de existir un contacto directo con el trabajador. Qué es lo que se busca, cual es el perfil que debería cumplir para obtener el puesto, desde el ingeniero o técnico que decida contratar hasta el último operario de la escala jerárquica.

### **1.5.2 Capacitación:**

Es imprescindible tener conocimiento de que es lo que se va a desempeñar, como y porque y para que se va a desempeñar. La responsabilidad total de esta capacitación recae sobre el productor, pues es el más interesado en que todas las tareas se realicen a cabalidad y con la mayor dedicación posible.

El productor deberá buscar la forma o el apoyo para que su mano de obra esté capacitada a ejercer las labores del día a día dentro o fuera de los invernaderos.

### 1.5.3 Actividades

#### a) Monitoreo y aplicaciones:

Uno o más operarios deben ser seleccionados para que se especialicen en la revisión a conciencia del monitoreo de trampas, monitoreo de hojas, ellos deben saber llenar los formatos que serán entregados diariamente al encargado o jefe inmediato para la posterior toma de decisiones (si se justifica realizar una aplicación, como, cuando y donde).

Este personal tiene la responsabilidad de calibrar las bombas al menos 1 vez por semana y darle buen uso y mantenimiento a todos los equipos de aplicación.

Utilizar los equipos de protección (esta parte no es negociable) guantes, impermeables mascarillas y cumplir con las restricciones de acuerdo a lo especificado por cada producto.

#### b) Toma de muestras pH y CE

Diariamente tomar las muestras de pH y CE de riego recolectados del día anterior (por medio de bandejas de drenaje para cultivos en sustrato y por medio de chupatubos para cultivos en suelo) aquí se toman muestras de entrada y salida de riego, de igual manera deben llenarse los formatos con los datos correctamente escritos y ser entregados al encargado o jefe inmediato para las posteriores correcciones. (sí existiesen correcciones por hacer deben realizarse inmediatamente).

El personal que realice esta actividad serán responsables del equipo que utilicen para las mediciones y realizar las calibraciones de estos al menos 3 veces por semana. Cualquier dato que se haya tomado mal podría afectar las correcciones realizadas posteriormente causando serios daños al desarrollo del cultivo.

Por eso es importante que tengan una buena capacitación en el buen uso de los equipos, calibración de los mismos y llenado de reportes.

#### c) Manejo y control de riegos

Esta persona será responsable ya sea que los invernaderos consten de un sistema totalmente automatizado o semiautomatizado que los riegos se efectúen en el tiempo y horas dispuestas por el encargado o ingeniero a cargo según los requerimientos diarios del cultivo.

#### d) Toma de temperaturas humedad relativa y radiación

Al igual que la toma de datos de pH (potencial de hidrogeno) y CE, la toma de datos de estos tres factores nos sirven para orientarnos a largo y a corto plazo, si no se cuenta con un sistema computarizado con estación climática, las lecturas deberán hacerse con equipo manual, éstas estarán divididas a lo largo del día en 3, 4, 5 o más tomas que nos muestren el comportamiento de ambas mediciones a distintas horas del día. De igual manera esto será entregado al encargado para decidir qué acciones tomar en caso de tener lecturas por encima o por debajo de los rangos óptimos según el cultivo.

#### e) Labores culturales

Las labores culturales en el caso de agricultura protegida pueden llegar a variar en algunos aspectos de la agricultura extensiva o a campo abierto, por esta razón es indispensable un entrenamiento previo al momento de la contratación, hay que recordar que una labor mal realizada o no realizada en los tiempos estipulados puede llevar a resultados negativos en la producción.

El conocimiento de tiempos en cada labor es la base para proyectar semanalmente el recurso humano necesario, las herramientas y los materiales requeridos. Esto nos evitara contratiempos nefastos y pérdidas de capital y tiempo.

El personal que se asigne a desempeñar estas labores (operarios) debe de tratarse en lo posible que NO roten, pues se asume como inversión todo tiempo requerido en capacitarlos.

### **Trasplante**

Labor en la cual se siembran los plantines provenientes de vivero, aquí deben seleccionarse las plantitas de mejor calidad, fuertes y vigorosas. El tiempo para realizar esta acción dependerá de la capacitación que el personal tenga para cumplir la meta y del cálculo que se haya hecho con anticipación de la cantidad de plantines dispuestos para la siembra.

Recuerde que esto debe realizarse siempre en las horas más frescas. Evite al máximo realizarlo a pleno sol o altas temperaturas.

### **Podas**

El personal debe saber cómo, cuándo y porque debe realizarse esta labor. Esta actividad debe cumplirse en el menor tiempo posible pues si su área de cultivo es extensa y se demoran una semana, cuando lleguen a las últimas plantas estas tendrán una altura mayor, ramas más fuertes y el efecto al podar estresara a la planta aun más.

### **Limpieza de canas de siembra, desagües, sifones y desmalezado**

Todo lo que forme parte del mantenimiento del invernadero, si es suelo desmalezar para evitar posibles nichos de plagas importantes, la limpieza de canaletas es para que el agua pueda recorrer libremente hacia el drenaje evitando así excesos de humedad y posibles enfermedades fúngicas.

### **Tutoreo**

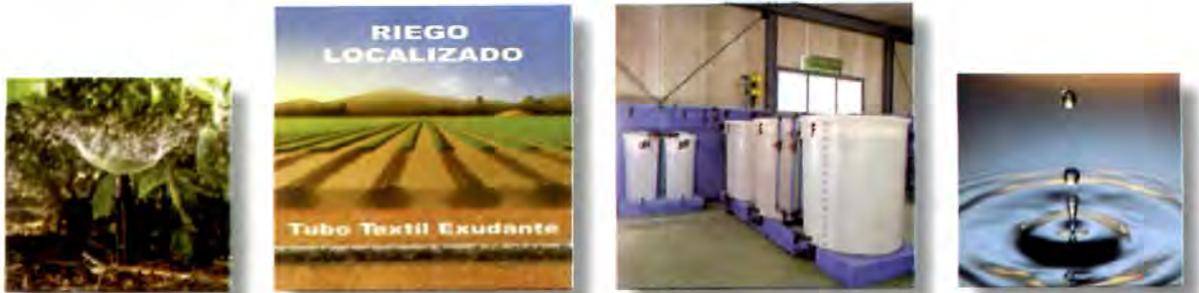
Esto según el tipo de cultivo que se esté explotando. En el caso de plantas indeterminadas como el tomate, el chile o pepino el Tutoreo debe realizarse constantemente, no debe permitirse jamás que las plantas caigan al suelo por no haber realizado la labor en el momento justo, para esto también existirá un cálculo del recurso humano y una proyección para realizar la labor en máximo de dos días.

### **Cosecha**

Es de suma importancia que el personal sepa y entienda cual es el grado optimo de madures en el cual debe cosecharse el fruto, debe existir un primer control de calidad desde el invernadero, clasificando avería, frutos podridos, muy maduros o muy verdes. Esto es vital para que el productor o técnico sepa qué tipo de material se está cosechando y si se está cumpliendo con los rendimientos y calidad programados. También se comprometerá al operario a que realice esta labor los más seriamente posible.

*Recuerde cada tomate perdido cuenta (\$).*

## 1.6 Riegos y Nutrición



Los últimos pilares, pero no menos importantes que los anteriores tenemos los riegos asociados a una buena fertilización. Lo que la planta come y bebe no solo será para cumplir con sus actividades fisiológicas sino, para darnos todo aquello que nosotros esperamos como: buenos rendimientos, peso, volumen, tamaño, sabor y óptima calidad y mayor vida anaquel.

La misión del riego es proporcionarle a la planta todos los nutrientes necesarios, y no todos los cultivos tienen las mismas exigencias. Este aporte dependerá del tipo de cultivo que se desee explotar.



Los factores más importantes que debe tenerse en cuenta en cualquier tipo de cultivo a la hora de aplicar el riego es el pH (potencial de hidrogeno). La medición de este factor nos indicara si el agua que manejamos en nuestras fincas es acida o alcalina. En la mayoría de cultivos el rango de pH debe mantenerse en 5.5 y 6.5 la razón es porque aquí es donde pueden absorberse casi todos los nutrientes disponibles en los fertilizantes, pH's mas bajos o más altos ocasionan un desequilibrio nutricional debido a que no pueden absorberse muchos de los nutrientes esenciales.

Otro factor es el CE o conductividad eléctrica. Esto nos indica la cantidad de sales disueltas en el agua el rango va a depender del cultivo generalmente entre 2.2 y 3. Un CE bajo nos indica que hay pocas sales o nutrientes disueltos en el agua y debe regularse para que la planta coma lo necesario. Un exceso se reflejara aparte del desperdicio de fertilizante en quemaduras a nivel radicular o intoxicación.

La cantidad y frecuencia de los riegos que se deben aplicar dependerá del tipo de sustrato y de la etapa de desarrollo en el que se encuentre la planta. Recuerde que para esto es importante conocer el porcentaje de drenaje obtenido de las bandejas generalmente este debe mantenerse entre el 25% - 30%.

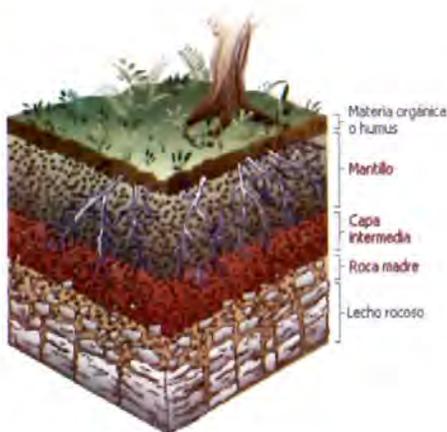
Las bandejas de drenaje solo son aplicables en sustratos como cascajo, fibra de coco o mezcla de ambas; cuando se cultiva en suelo se utilizan tensiómetros para conocer la humedad efectiva en este, de lo contrario si no se cuenta con este tipo de instrumentos, deberá hacerse un análisis de suelos para conocer con qué tipo de suelos se cuenta, (propiedades físicas de los suelos) generalmente deben realizarse camellones con mezclas de cascajo y materia orgánica en suelos muy firmes, compactos y de baja fertilidad.

En este tipo de cultivos muchos asumen que si las plantas se están marchitando es que les falta agua y comienzan a regar en exceso, este procedimiento no es recomendable, lo más recomendable si no cuenta con equipo adecuado es que realice pruebas luego de conocer qué tipo de suelo tiene. Perfore un agujero cerca de una de las plantas, realice los riegos que sean necesarios hasta que el suelo tenga la humedad requerida aquí se dará por medio del agujero vera como poco a poco el suelo se va humedeciendo con cada riego hasta que quede una lamina de agua fácilmente asimilable para las raíces.

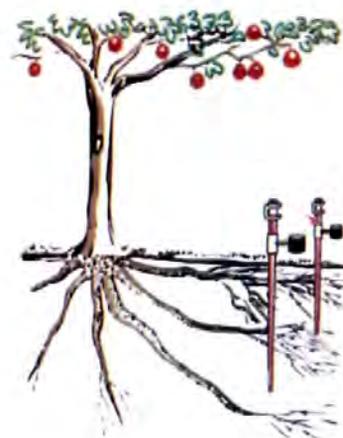
Independientemente del sustrato, recuerde que las plantas en un día soleado o nublado pero con radiaciones altas demandaran más consumo de agua debido a la alta tasa de transpiración ejercida. Por esta razón los riegos no son constantes unos días 4 riegos durante el día bastaran otros podría necesitar hasta 12.



**Medidor de humedad del suelo y ph**



**Suelo y desarrollo radicular**



**Tensiometro**

Las formulas nutritivas dependerán de la etapa del cultivo y del tipo de cultivo. Los macro y micro nutrientes siempre son los mismos lo que cambia es la cantidad que decida aplicar de cada uno. Este trabajo debe dejarlo en las manos siempre de un experto que de preferencia no esté ligado con la venta del producto, recuerde que existen distintas marcas con variedad de precios. Y el producto milagroso aun no ha salido al mercado. Es mejor invertir en la asesoría de un experto una vez que a la larga se verá compensado por el ahorro en productos costosos y además mal aplicados.

## 2. Elaboración de plantines

La elaboración de un plantin no es más que la siembra de semillas, germinación y mantenimiento de las plántulas hasta cumplir las condiciones idóneas para ser trasplantadas.

Cada cultivo se rige por un tiempo estimado promedio dentro de un vivero para su desarrollo óptimo. La viabilidad y vigor de la semilla, el clima, nutrición y el manejo cultural jugaran un papel preponderante en la uniformidad, buen desarrollo radicular, resistencia a cambios bruscos, enfermedades y posteriormente se verá reflejado en altos rendimientos productivos de las plántulas.

### 2.1. Procedimiento de siembra paso a paso.

#### 2.1.1 Área a cultivar

Lo primero que debe tomar en cuenta es cuantas semillas debe sembrar para cubrir su área productiva. Esto significa que debe calcular dentro de los invernaderos su área de producción, cuantos metros cuadrados tiene y cuantas plantas desea por metro cuadrado, a esto se le llama densidad de siembra y ésta a su vez está regida por la temperatura, humedad relativa, nubosidad y ventilación. En otras palabras por las condiciones climáticas de la zona y la época en la que desee sembrar.

Una vez obtenido el número de plantas que desea trasplantar, debe adicionar un porcentaje de perdida por germinación, perdidas durante el desarrollo y a la hora del trasplante.

*Recuerde que un vivero es como una sala de maternidad. Un bebe mal alimentado, descuidado y raquítico será un adulto enfermo por el resto de su vida.*

*Pues al igual que un bebe las plantitas necesitan todos los cuidado necesarios en esta etapa para crecer fuertes y sanas.*

#### 2.1.2 Escalonamiento.

Las siembras según su ciclo de cultivo (en el caso de lechuga es mas intensivo de ciclo corto, por lo tanto el vivero siempre permanece activo)

El escalonamiento de cultivo nos lleva el cultivo a producciones constantes.

Debe tenerse muy claro en qué fecha será la próxima siembra dentro del vivero pues un atraso en el trasplante podría llevarnos a altas perdidas, totales o parciales dentro del Plantinero.

#### 2.1.3 Semilla.

La semillas son la base de los cultivos y por consiguiente la de los ingresos posteriores. Por lo tanto es prácticamente indispensable la obtención de semilla certificada, de casas confiables que nos aseguren o mermen una reducción de pérdidas por enfermedades, con un alto porcentaje de germinación y rendimientos.

Existen muchas opciones y ofertas en semillas independientemente del tipo de cultivo.

Aspectos a tener en cuenta antes de la compra de semillas:

- a) Lote
- b) Tipo de semilla
- c) Variedad,
- d) Tamaño
- e) Porcentaje de germinación
- f) Origen (Procedencia de la semilla)
- g) Contenido (semillas por sobre expresadas en cantidad o peso)
- h) Fecha de empaque y fecha de expiración.

#### 2.1.4 Vivero.

El vivero debe ser un lugar tan protegido como un invernadero, su misión es proporcionar a las plántulas las condiciones adecuadas de temperatura, humedad relativa, luz y repeler el ataque de plagas tanto como sea posible.

Para elegir el sitio de construcción del vivero hay que tener en cuenta características tales como:

- Suministro adecuado de agua, en especial con la cantidad suficiente para atender la producción y de calidad, evitando aguas contaminadas o con desechos industriales, pH muy ácido o alcalino, se prefieren pH neutros.
- En lo posible ubicación cercana a fuentes naturales y de preferencia con posibilidad para riego por gravedad.
- Leve inclinación del terreno. Las pendientes fuertes obligan costosas adecuaciones y disminuyen la eficiencia.
- Suelos sueltos con buen drenaje. Aunque es posible adecuar drenajes artificiales en suelos pesados, estos dificultan las actividades y fomentan las enfermedades.
- Sitio protegido de la incidencia directa del viento, la luz solar y la lluvia.
- Cercanía con las áreas de plantación, con vías de acceso suficientes y con capacidad para soportar vehículos de carga pesada.





Foto tomada a un Plantinero de la zona 2 Chalatenango

### 2.1.5 Montaje.

El suelo debe estar limpio y libre de cualquier maleza o musgo, si es posible plastificarlo con plásticos desechados por invernaderos que han cumplido con su vida útil, esto nos permitirá mayor control sobre las malezas y plagas que se encuentran en polvo y suelo.

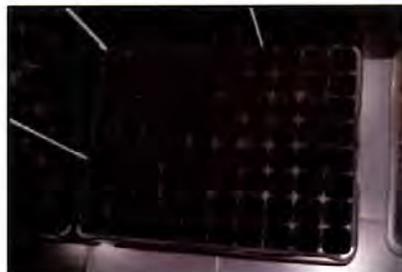
Las mesas para la colocación de bandejas pueden ser hechas de materiales que se encuentren en la finca o sus alrededores, pero hay que recordar que dependiendo del tipo y la calidad de materiales que obtenga, así será la vida útil y su inversión en tiempo y mano de obra se verá compensada a lo largo del tiempo.

La altura de las mesas generalmente se hace de 1.50 metros el ancho siempre va a depender del tipo de bandejas que usted utilice, siempre tome en cuenta que lo ideal es que encajen perfectamente en la mesa dos o tres bandejas a lo ancho

### 2.1.6 Bandejas.

Los tipos de bandejas pueden ser de poliuretano (negras) o poliesterón (Durapax).

Ya sea poliuretano o durapax debe tomarse en cuenta siempre como algo determinante las especificaciones de las mismas, pues el tamaño de las celdas debe ajustarse al desarrollo radicular del plantin a producir.



### 2.1.7 Sustrato.

El sustrato debe ser de preferencia inerte e inocuo. Se recomienda utilizar Bm2 por sus propiedades físicas y químicas

#### a) Propiedades físicas.

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio).

#### b) Propiedades químicas.

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente respectivamente.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

#### c) Otras propiedades.

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo costo.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales

La cantidad de sustrato a utilizar dependerá de la capacidad en volumen (litros) por bandeja, ya que el sustrato es comercializado en litros esto nos proporcionará un valor más exacto sobre cuál será el requerimiento de sustrato por campaña.

## Dimensiones de celdas recomendadas para el cultivo de tomate y requerimiento de sustrato Bm2 para cada una de ellas.

| Numero de celdas por bandeja | Mililitros por celda | Litros por bandeja | Bandejas por paca de Bm2 |
|------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| 162                          | 20                   | 3.24               | 33                       |
| 128                          | 25                   | 3.2                | 33.4                     |
| 105                          | 22                   | 2.3                | 46.5                     |

### 2.1.8 Preparación de sustrato y colocación en bandejas.

La turba o BM2 debe mezclarse con agua mas una parte de PROMOT (promotor de crecimiento con biofungicida a base de trichoderma) hasta alcanzar una textura húmeda y suelta, el criterio es al tacto, y la cantidad de humedad requerida se logra aplicando pocos de agua y revolviendo constante y uniformemente.

Para saber si el sustrato está listo, debe hacer la prueba del puño. Tome un puñado de sustrato mezclado y apriételo, deberá escurrir máximo dos o tres gotas, realice 3 o 4 repeticiones de diferentes partes de la mezcla.



Productor de Chalatenango haciendo el remojo de sustrato

### 2.1.9 Colocacion de bandejas.

Las bandejas deben estar desinfectadas previamente, de preferencia que permanezcan en la solución desinfectante por un día. Luego deben ser apiladas de manera que no encajen entre si y sobre una base para que no tengan en contacto directo con el suelo.

El llenado de bandejas se realiza inmediatamente después del removido de sustrato, ya que este no puede quedar mucho tiempo expuesto a patógenos.

Debe realizarse un primer llenado de la bandeja y compactar con golpecitos el suelo, o en una base firme. Se hace el segundo llenado.



Y se repite la acción de compactación, la bandeja debe quedar con igual cantidad de sustrato en todas las celdas y completamente saturadas.

Posteriormente se realiza el ahoyado este puede realizarse celda por celda o si se dispone de un tipo de bandeja que haga el mismo efecto puede utilizarse una bandeja vacía sobre la llena generando un poco de presión. Recuerde que el ahoyado no debe ser muy profundo pues de lo contrario la semilla al germinar no podrá emerger a la superficie.

### 2.1.10 Siembra.

Debe establecerse un área específica para esta labor, debe estar acondicionada para recibir las bandejas con sustrato. Debe ser un lugar fresco, sanitizado y de acceso restringido al resto del personal.

El personal a cargo de la siembra DEBE desinfectarse las manos después de sembrar cada bandeja y se desinfectara las manos y la ropa con atomizador al ingresar nuevamente al área.



### Procedimiento para la siembra de semilla en bandeja

Las bandejas terminadas son llevadas a su lugar de destino donde deben ser cubiertas con plástico negro el cual no solo servida para protegerlas de la luz, creando un micro clima que las protegerá de los cambios bruscos de temperatura creando las condiciones optimas para su germinación. También esto ayudara a mantenerlas libres del ataque de posibles roedores y otras plagas dentro del vivero. (Se han reportado perdidas hasta del 80% a causa de roedores de campo en épocas de lluvia).

#### 2.1.11 Germinación.

La germinación no es uniforme, es decir no todas las bandejas germinaran el mismo día, por lo tanto es importante llevar un registro de siembra marcando la cantidad y la fecha en las que fueron sembradas y monitoreando diariamente en las primeras horas de la mañana para colocar a la luz las bandejas que han germinado en su mayoría. Este proceso es uno de los más delicados pues un día de atraso puede ocasionar serios problemas por elongación (alargamiento de tallos) de las plántulas, causando tallos débiles y bajos rendimientos en producción. El daño es irreversible.

El tiempo de germinación dependerá del tipo de cultivo. Que puede variar desde los 3 hasta los 7 días. En algunos casos puede llegar a existir una diferencia de hasta 10 días por mala germinación.



**Siguiendo la secuencia de izquierda a derecha:**

- Cubierta de bandejas con plástico negro
- Colocación de bandejas en mesas en su respectivo orden (inicio de la germinación)
- Plantín listo para trasplantar. La raíz debe ser blanca

**Tabla de germinación**

| CULTIVO  | TIEMPO DE GERMINACION (días) | TEMPERATURA (°C) |
|----------|------------------------------|------------------|
| Tomate   | 4-6                          | 28-30            |
| Lechuga  | 4-5                          | 24-27            |
| Chile    | 5-7                          | 28-30            |
| Brócoli  | 2-3                          | 25               |
| Coliflor | 2-3                          | 25               |

### 2.1.12 Trasplante.

213135

#### a. Preparación de invernaderos

Los invernaderos o lugar de destino final, deben encontrarse en condiciones optimas con anticipación, ya sea que el trasplante se realice en suelo o sustrato estos deberán pasar por una desinfección y un periodo de cuarentena.

#### RECOMENDACIÓN DE DESINFECCION MALLAS E INVERNADEROS DE PROBIOSA

a) Lavado de mallas con agua para eliminar acumulados de algas y polvo. Para permitir nuevamente la circulación de aire.

b) Lavado de mallas con jabón.

Producto a utilizar: **ALKAFOAM HI (jabón neutro)**

Dosis a utilizar: 10 ml/litro de agua. Después de aplicar dejar en reposo por 15 minutos.

Realizar lavado para quitar el producto. Se recomienda hacerlo con hidrolavadora de lo contrario aplicar abundante agua utilizando escoba.

Producto a utilizar: **QUAT 50 (Amonio Cuaternario)**

Dosis a utilizar: 2-3 ml/litro de agua.

Para invernaderos de 600m<sup>2</sup> aproximadamente se usará 20 bombadas.

### c. Desinfección de Invernadero.

Producto a utilizar: **VIROFLEX**

Dosis a utilizar: 10 gramos de viroflex F&B por litro de agua

#### **FOG ENHANCER**

Dosis a utilizar: 150 ml de Fog Enhancer/850 ml de agua.

Rango de aplicación: 6 Litros de solución por 1,000 metros cuadrados.

En un invernadero de 8x60 m que equivale a 480 m<sup>2</sup> vamos a utilizar la dosis de 6 litros de solución por 1000 m<sup>2</sup> de área.

Cálculo de la cantidad total para un Invernadero estándar

Dimensiones: 8 m x 60 m = 480 m<sup>2</sup> = ----- = 2,9 litros por 480 m<sup>2</sup>.

Eso equivale a 29 gramos de Viroflex F&B + 435 ml de Fog Enhancer. En promedio el costo de químicos de \$4.55 más IVA.

Utilizaremos una termo nebulizadora BW-25 para la aplicación del desinfectante, la ventaja es que la neblina que aplicamos por medio de la termo nebulizadora hace que el Viroflex F&B se distribuya en todo el invernadero haciendo una adecuada y económica desinfección terminal. Se recomienda, formar grupos de productores para alquilar la termo nebulizadora y poder realizar todos los invernaderos de los productores que están en el grupo.

El trasplante debe realizarse en las primeras horas de la mañana o en las últimas horas de la tarde lo ideal es aprovechar las horas más frescas del día y evitar estrés y deshidratación de las plántulas.

El personal debe recibir con anticipación las instrucciones de ingreso (sanitización), clasificación de plántulas (selección del mejor material) y la cantidad de plántulas que deberá trasplantar en un tiempo determinado así será más fácil para usted ajustar los tiempos de labor a las horas más frescas del día.

Las bandejas no deben colocarse en el suelo o en lugares que no se encuentren previamente desinfectados o expuestas en lugares abiertos ya que de lo contrario se perdería la sanidad previamente realizada en vivero.

#### d. Distribución del personal.

En la mayoría de los casos el personal se divide en grupos de tres. Así una persona es quien extrae las plántulas de las bandejas y las coloca cuidadosamente cerca de cada agujero del camellón (las plántulas no deben ser tiradas deben ser colocadas), fijándose de no saltarse ningún espacio asignado. Posteriormente las otras dos personas se colocaran una a cada lado del camellón para realizar la siembra de la plántula.

Es recomendable que en camellones de más de 30 metros de largo y dependiendo de la velocidad del personal al realizar esta labor las plántulas se coloquen en el camellón hasta la mitad del mismo, pues permanecer mucho tiempo fuera de la bandeja, causa estrés por deshidratación.

#### e. Riego.

Previo al trasplante el sustrato o suelo deberá encontrarse húmedo (NO saturado), y fertilizado

Para los cultivos protegidos se recomienda inmediatamente después del trasplante realizar un riego de sellamiento. Esto no es más que la inyección de agua con fertilizante, fungicida y microorganismos benéficos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Infoagro.com (manejo de suelos y clima en invernaderos)

Cultivo sin suelo. Antonio Alarcón Vera.

Invernaderos: Diseño, construcción y climatización. Antonio Matallana González, Juan Ignacio Montero Camacho.

Variaciones de los factores ambientales en los invernaderos. A. Alpi, F. Tognoni.

Invernaderos: Construcción, manejo, rentabilidad. Carlos Bernat Juanos, Juan J. Andrés Vitoria, José Martínez Ros.